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:

" SAEE BORDER "

CAPÍTULO I

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

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 5
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental 5
I.3.1. Nombre o Razón Social 5
I.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental 5
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 6
I.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 9
I.6.1. Obras temporales previstas (Área de Faenas) 16
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 19
I.6.3. Inversión requerida 19
I.6.4. Duración estimada del Proyecto 20
I.6.5. Resumen de las características del Proyecto 21
I.6.6. Superficies generales del Proyecto 22
Bibliografía y referencias 23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del Proyecto 6
Tabla I.2. Información de ubicación del Proyecto 8
Tabla I.3. Superficies y componentes principales del Proyecto 13
Tabla I.4. Superficies de los componentes del Proyecto 15
Tabla I.5. Superficies del Proyecto a desarrollarse en una primera fase 16
Tabla I.6. Superficies del Proyecto a desarrollarse en una segunda fase 17
Tabla I.7. Obras temporales previstas (Área de Faenas) 18
Tabla I.8. Resumen de los costos de inversión del Proyecto 20
Tabla I.9. Duración estimada del Proyecto por etapa 20
Tabla I.10. Resumen de características del Proyecto 21
Tabla I.11. Superficies generales del Proyecto 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización general del Proyecto 7
Figura I.2. Vías de acceso al sitio del Proyecto 8
Figura I.3. Arreglo general del Proyecto y distribución de componentes 14

Figura I.4. Superficies a intervenir en la primera fase de desarrollo del Proyecto.....17
Figura I.5. Superficies a intervenir en la segunda fase de desarrollo del Proyecto.....18

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

El presente Capítulo se desarrolla en apego a lo dispuesto por el artículo 13, fracción I y II 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:*
>
> *I. Datos generales del proyecto, promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
>
> *II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas y planes parciales de desarrollo;*
>
> *(…)”*

Por lo tanto, se establece que, el presente capítulo es equivalente a lo solicitado en las fracciones I y II del Artículo 13 del **REIA**.

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

" SAEE Border"

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés), con una potencia máxima neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 220 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia máxima neta de descarga. En consecuencia, la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión será de hasta 880 MWh. El **Proyecto** se ubicará en el municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Energía Firme Gamma, S.A.P.I. de C.V.

La documentación legal del Promovente (Acta constitutiva 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

Mauricio Buenrostro Ruiz, Representante Legal.

El poder notarial que acredita la representación legal se presenta 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

M. en C. María José Monteverde Suárez, con cédula profesional número 12929995 (se anexa copia de cédula profesional como **Anexo I.1.**

I.3.3. Correo(s) electrónico(s)

[redacted]

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]

María José Monteverde Suárez

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Nombre y firma del responsable técnico

I.5. Ubicación del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en el estado de Chihuahua, dentro de las Sierras y Llanuras del Norte. La ubicación se eligió considerando la accesibilidad por vías federales y la cercanía a la infraestructura eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**), así

como su cercanía a infraestructura clave como la Planta solar fotovoltaica Terranova y el PFV Border Solar Norte.

I.5.1. Entidad federativa

Chihuahua

I.5.2. Municipio

Juárez, Chihuahua

La totalidad de los componentes del **Proyecto**, incluyendo el sistema de almacenamiento de energía, la subestación elevadora, edificio de control, los caminos internos, y la línea de interconexión, las áreas de faenas y obras provisionales se localizan dentro del territorio del municipio de Juárez.

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

El **Proyecto** se localiza en el municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua, dentro de las Sierras y Llanuras del Norte en una zona situada aproximadamente a 19.54 kilómetros al norte de la cabecera municipal de Juárez (C.P. 32674). El acceso al sitio se realiza a través de la Carretera Estatal "Chihuahua-Miguel Ahumada", conectándose con la red de caminos rurales locales que facilitan el ingreso al predio.

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. Para pronta referencia, a continuación, se presentan las coordenadas del Área del **Proyecto (AP)**.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del **Proyecto**

Vértice	x	y
1	359133.407	3489599.638
2	359047.257	3489595.964
3	359039.429	3489779.307
4	358987.955	3489780.559
5	358997.01	3489593.073
6	358724.367	3489576.583
7	358714.479	3489811.945
8	358785.338	3489811.941
9	358783.584	3489960.932
10	358833.679	3489959.806
11	358833.327	3489955.612
12	358836.939	3489952.395
13	358837.312	3489841.328
14	358834.632	3489838.488
15	358834.537	3489834.346
16	358835.57	3489811.938

Vértice	x	y
17	358985.124	3489811.932
18	359042.106	3489810.244
19	359040.183	3489908.773
20	358960.699	3489909.184
21	358960.932	3489959.584
22	359039.199	3489959.206
23	359037.531	3490044.69
24	359105.152	3490061.652
1	359133.407	3489599.638

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.1. Localización general del **Proyecto**

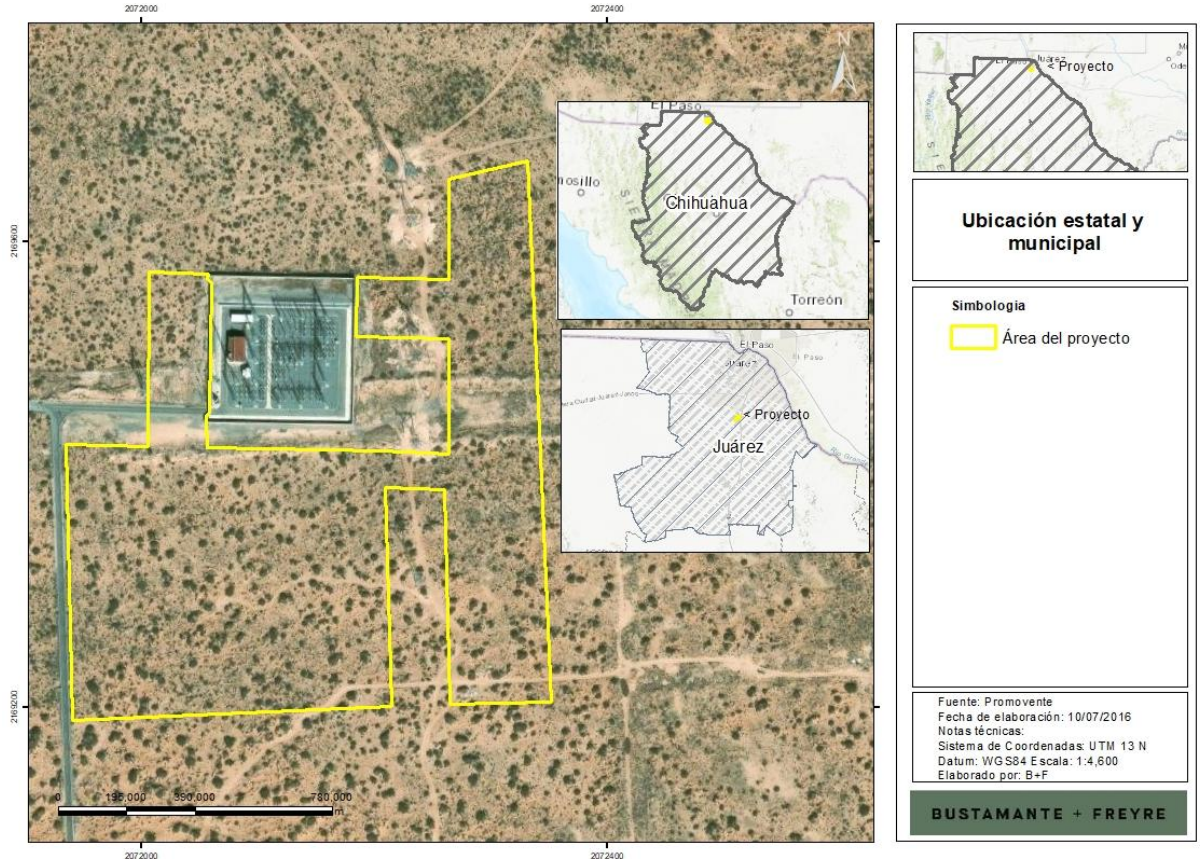


Figura I.2. Vías de acceso al sitio del **Proyecto**

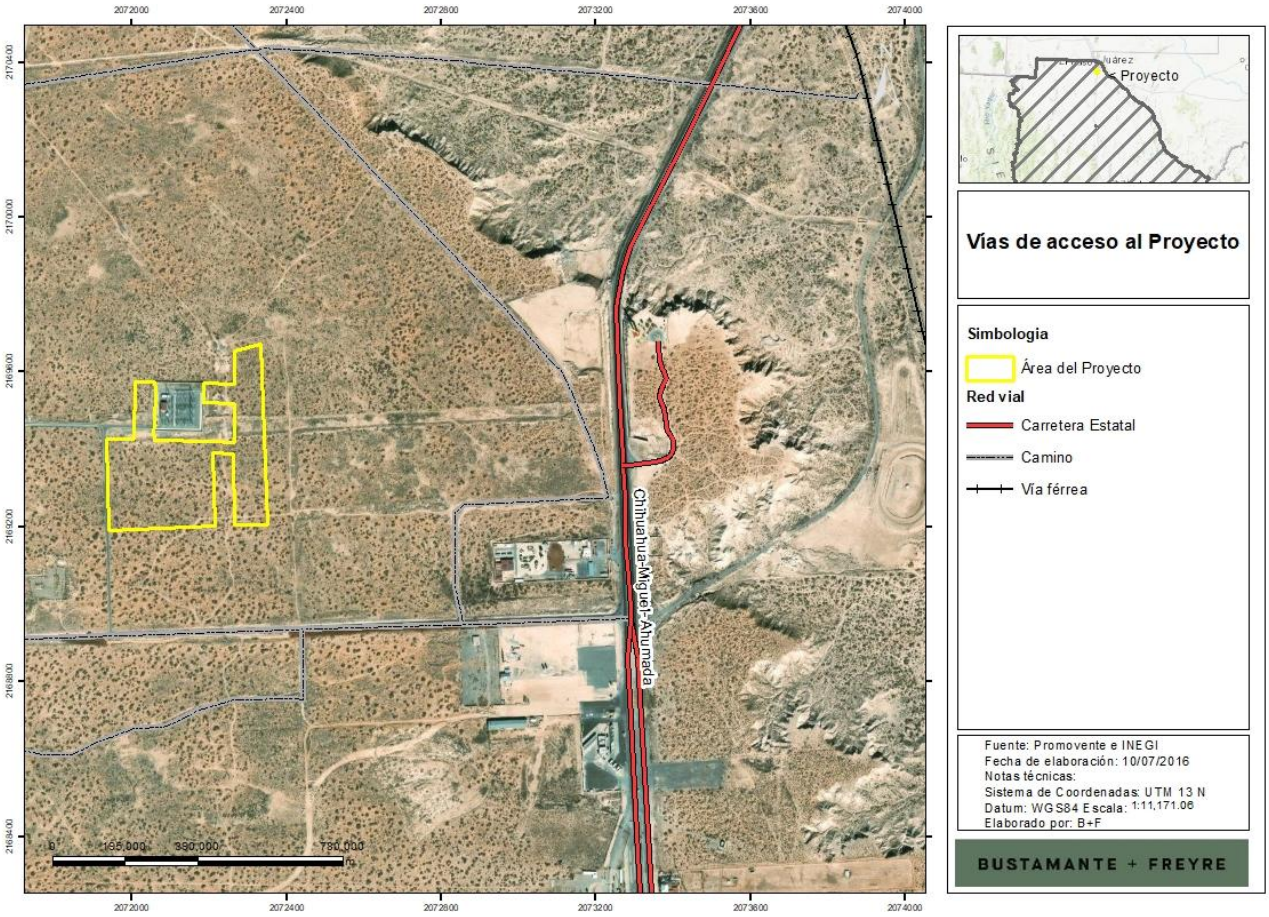


Tabla I.2. Información de ubicación del **Proyecto**

Concepto	Descripción
Nombre del Proyecto	"SAEE Border"
Entidad federativa	Chihuahua
Municipio	Juárez
Localidad próxima	Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado), C.P. 32674
Cabecera próxima	Juárez (19.54 km al norte)
Vía de acceso principal	Carretera Estatal Chihuahua – Miguel Ahumada
Datum y zona UTM	WGS84, Zona 13 Norte
Superficie total del Proyecto	11.099 ha

Concepto	Descripción
Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE Maniobras Border Solar, CFE Transmisión
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 880 MWh

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

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés), con una potencia máxima neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 220 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia máxima neta de descarga. En consecuencia, la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión será de hasta 880 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 1,159.87 MWh. Esta capacidad podrá ser superior a la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión, a fin de considerar las pérdidas internas y los consumos auxiliares del sistema, los márgenes operativos y de disponibilidad, así como la degradación de las baterías durante su vida útil. Este sobredimensionamiento no implicará una potencia máxima neta de inyección o retiro superior a 220 MW en el punto de interconexión.

El **Proyecto** empleará baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (LFP) o similar, integradas en contenedores prefabricados con sistemas de conversión de potencia integrados.

El **Proyecto** se desarrollará bajo la modalidad de **SAEE** No Asociado, es decir, como sistema de almacenamiento independiente que no forma parte de una central eléctrica ni de un centro de carga. El **SAEE** 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.

La infraestructura de interconexión asociada al **Proyecto** consistirá en una subestación elevadora y una línea de interconexión (“**LI**”) que conectará el **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“**CFE**”), punto en el cual se realizará la interconexión con la Red Nacional de Transmisión a un nivel de tensión de 230 kV.

La operación comercial del **Proyecto** quedará condicionada a la obtención del permiso de almacenamiento correspondiente, a los estudios y contrato de interconexión, y a los permisos, instrucciones operativas, reglas de mercado y condiciones técnicas del **SEN** que resulten aplicables, conforme al marco de la Ley del Sector Eléctrico (**LSE**), su Reglamento (**RLSE**) y las disposiciones que emita la Comisión Nacional de Energía (**CNE**).

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**.

- **Contenedores de baterías.** El almacenamiento de energía se realizará en contenedores prefabricados que alojan las celdas de batería agrupadas en módulos y racks, junto con sus sistemas auxiliares de gestión, control térmico y seguridad. Se utilizarán contenedores tipo estándar (del orden de 6.1 metros / 20 pies, o similar) instalados sobre losas o cimentaciones que los mantengan por encima del nivel de piso terminado para evitar afectaciones por encharcamiento. Se considera aproximadamente 168 contenedores de baterías, tomando como referencia el sistema Sungrow Power Titan 3 o similar, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 6,904 kWh. Las celdas serán de química LFP o similar, con grados de protección, rangos de temperatura de operación y certificaciones acordes a las normas IEC 62619, UL 1973, UL 9540 e IEC 62933 referidas en el capítulo de normativa. Las características y dimensiones definitivas se confirmarán con la ficha técnica del fabricante seleccionado durante la ingeniería de detalle.

- **Sistema de conversión de potencia.** El sistema de conversión de potencia (“**PCS**”) está conformado por inversores bidireccionales que convierten la energía entre corriente continua (lado de baterías) y corriente alterna (lado de red), permitiendo tanto la carga como la descarga del **SAEE**. El **Proyecto** considera aproximadamente 168 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1800 kVA, de fabricantes de primer nivel. En la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3 o similar), el **PCS** viene integrado en el contenedor de baterías.

  Los **PCS** incorporarán las funciones de control y de soporte a la red que resulten aplicables conforme al estudio de interconexión y a los requerimientos del operador del sistema, tales como control de potencia activa y reactiva, regulación de tensión y frecuencia, control de rampas, capacidad de permanencia ante huecos de tensión (ride-through) y limitación de corriente. Los **PCS** contarán además con protecciones propias frente a sobrecorrientes, sobre y baja tensión, y frecuencia fuera de rango.

- **Sistema de gestión de baterías.** Cada contenedor de baterías contará con un sistema de gestión de baterías (“**BMS**”) que supervisa y controla el estado de las celdas y módulos en distintos niveles (celda, módulo, rack y sistema). El **BMS** monitorea variables como voltaje, corriente, temperatura y estado de carga (“**SOC**”) y de salud (“**SOH**”), gestiona el balanceo de celdas y actúa como primera línea de protección, desconectando o aislando el sistema ante condiciones anómalas para prevenir fallas y eventos de sobrecalentamiento

- **Estaciones de transformación de media tensión.** Con la finalidad de acondicionar y elevar la tensión de salida del **PCS** al nivel de la red interna de media tensión, el **Proyecto** contará con estaciones de transformación de media tensión que integran, en una solución compacta, las unidades de **PCS**, el transformador elevador de media tensión, las celdas de media tensión y los sistemas de protección asociados. El **Proyecto** considera aproximadamente 42 estaciones de transformación. Se toma como referencia el equipo Sungrow MVS7400-LS (PowerTitan 3.0) o similar; para la instalación final podrá considerarse este equipo u otro equivalente.

- **Sistemas de control y monitoreo.** Es un sistema de gestión de energía (**EMS**) y un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (**SCADA**). El **EMS** optimiza el despacho, los límites de

operación, el estado de carga y la gestión de la degradación, mientras que el **SCADA** supervisa, registra, alarma y ejecuta el control de la planta. Desde estos sistemas se coordinará la operación del **SAEE** y se visualizarán en tiempo real las condiciones operativas de los equipos enlazados, principalmente **PCS**, **BMS**, transformadores, subestación y sistemas auxiliares. Registrarán, como mínimo, variables de potencia y energía cargada y descargada, estado de los equipos, parámetros eléctricos y alarmas, y permitirán la operación local y remota conforme a las instrucciones del operador del sistema.

- **Sistema de control térmico por refrigeración líquida.** Para mantener las baterías dentro de su rango óptimo de temperatura de operación y maximizar su vida útil y seguridad, la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3 o similar) incorpora un sistema de control térmico por refrigeración líquida en circuito cerrado, que opera de forma coordinada con el **BMS** para regular la temperatura de las celdas y homogeneizarla entre módulos. El fluido refrigerante es típicamente una mezcla de agua desmineralizada con glicol (etilenglicol o propilenglicol) en proporción ajustada a las condiciones climáticas del sitio, que aporta protección anticongelante y anticorrosiva. El sistema opera en circuito cerrado, por lo que, requiere un llenado inicial y una reposición eventual, sin implicar un consumo continuo de agua de proceso. El diseño definitivo considerará las unidades de refrigeración y circulación requeridas, así como mecanismos de monitoreo y detección de fugas, alarmas, paro o aislamiento del sistema y medidas de contención y atención de derrames**.**
- **Sistema de detección y supresión de incendios.** Un sistema de seguridad contra incendios diseñado conforme a las mejores prácticas internacionales (NFPA 855, UL 9540A y normativa nacional aplicable). Este sistema contempla, de manera enunciativa y no limitativa, la detección temprana multinivel, detectores de gases de venteo (off-gas), humo, calor y monóxido/hidrógeno dentro de los contenedores, un sistema de supresión de incendios (agente limpio, aerosol, agua o similar), coordinado con el **BMS**, un control de explosiones mediante ventilación de deflagración o sistemas de prevención (conforme a NFPA 68/69), la separación y distancias de seguridad entre contenedores y respecto a otras instalaciones, conforme a NFPA 855 y la integración de alarmas con el **SCADA** y, en su caso, coordinación con cuerpos de emergencia locales.
- **Red eléctrica de media tensión y sistema de conexiones eléctricas.** La instalación se divide eléctricamente en el tramo de corriente continua (entre las baterías y el **PCS**, en el interior de los contenedores) y el tramo de corriente alterna (desde la salida del **PCS** hacia la red de media tensión y la subestación). El diseño y dimensionado de los sistemas eléctricos cumplirá con la normatividad vigente; las secciones de los conductores se definirán en función de la corriente a transportar durante la ingeniería de detalle.
- **Sistema de puesta a tierra y protecciones eléctricas.** Está destinada a garantizar la seguridad de las personas y de los equipos ante la aparición de potenciales peligrosos y a asegurar un camino de retorno para las corrientes de falla. Se diseñará como una malla equipotencial integrada que vincule el **SAEE**, la subestación, el edificio de control, las cercas, las estructuras de línea y las pantallas de los cables de media tensión. Estará conformada, de manera enunciativa más no limitativa, por conductores de cobre, uniones soldadas o certificadas, electrodos y registros. El

diseño se sustentará en mediciones de resistividad del terreno y en la verificación de las tensiones de paso y de contacto conforme a IEEE 80 y a los criterios **CFE** aplicables.

- **Línea de interconexión (infraestructura de evacuación).** Se construirá una línea particular de interconexión para conectar el **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE.** La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV, considerando que el flujo de energía podrá ser bidireccional, es decir, desde el **SEN** hacia el **SAEE** durante la carga y desde el **SAEE** hacia el **SEN** durante la descarga. La línea tendrá una longitud aproximada de 126.1203 m, desde su salida de la subestación elevadora del **Proyecto** hasta el límite de la Subestación SE Maniobras Border Solar.
- **Subestación Elevadora.** Subestación con relación de transformación 230/34.5 kV, conformada por un transformador de potencia de 240 MVA, equipos de protección, control, medición y maniobra en alta y media tensión, así como obras civiles asociadas.
- **Edificio de Control.** Es una edificación diseñada y construida para albergar los tableros de control y protección, los servicios auxiliares y los equipos de comunicaciones de la subestación. Estas estructuras son diseñadas para resistir condiciones ambientales y proporcionar acceso seguro para el mantenimiento de la subestación.
- **Edificio de operación y mantenimiento.** Es una edificación que funcionará como basa para las actividades de administración, operación y mantenimiento (O&M) durante la vida útil del **Proyecto**. Consiste en una estructura modular o de mampostería y concreto, apta para resistir las condiciones ambientales y climatológicas del sitio y proporcionar accesos seguros para el personal. Dispondrá de los servicios básicos necesarios para su funcionamiento, conforme a la normatividad aplicable.

Asimismo, se tienen las siguientes áreas:

- **Área libre (futuras adecuaciones).** Ocupa una superficie de 4.850 ha del polígono y se considera que podrá ser utilizada para futuras adecuaciones del **Proyecto**, tales como el aumento de la capacidad instalada (ya sea para mantener la capacidad comprometida o, en su caso, incrementar la capacidad del sistema), la instalación de equipos o sistemas complementarios, áreas adicionales de maniobra, almacenamiento o servicios y, en general, otras mejoras que pudieran requerirse durante su operación. Cuando dichas adecuaciones impliquen modificaciones a las características, capacidades, superficie o impactos considerados en la presente evaluación, se realizarán los trámites o modificaciones a las autorizaciones y permisos que resulten aplicables
- **Caminos de acceso e internos.** Red de caminos de acceso e internos que permitirán el tránsito seguro de vehículos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Los caminos se construirán con un perfil tipo subbase, base y, en su caso, recubrimiento, con criterios de drenaje superficial y control de polvo adecuados. El ancho, trazo, capacidad portante y materiales se definirán conforme al diseño de detalle, la elevación de caminos y plataformas se coordinará con el estudio de inundabilidad de modo que no se obstruyan los escurrimientos naturales.
- **Obras complementarias.** Estas corresponden al cerco perimetral, sistema de drenaje pluvial, iluminación perimetral y sistema de videovigilancia (**CCTV**).

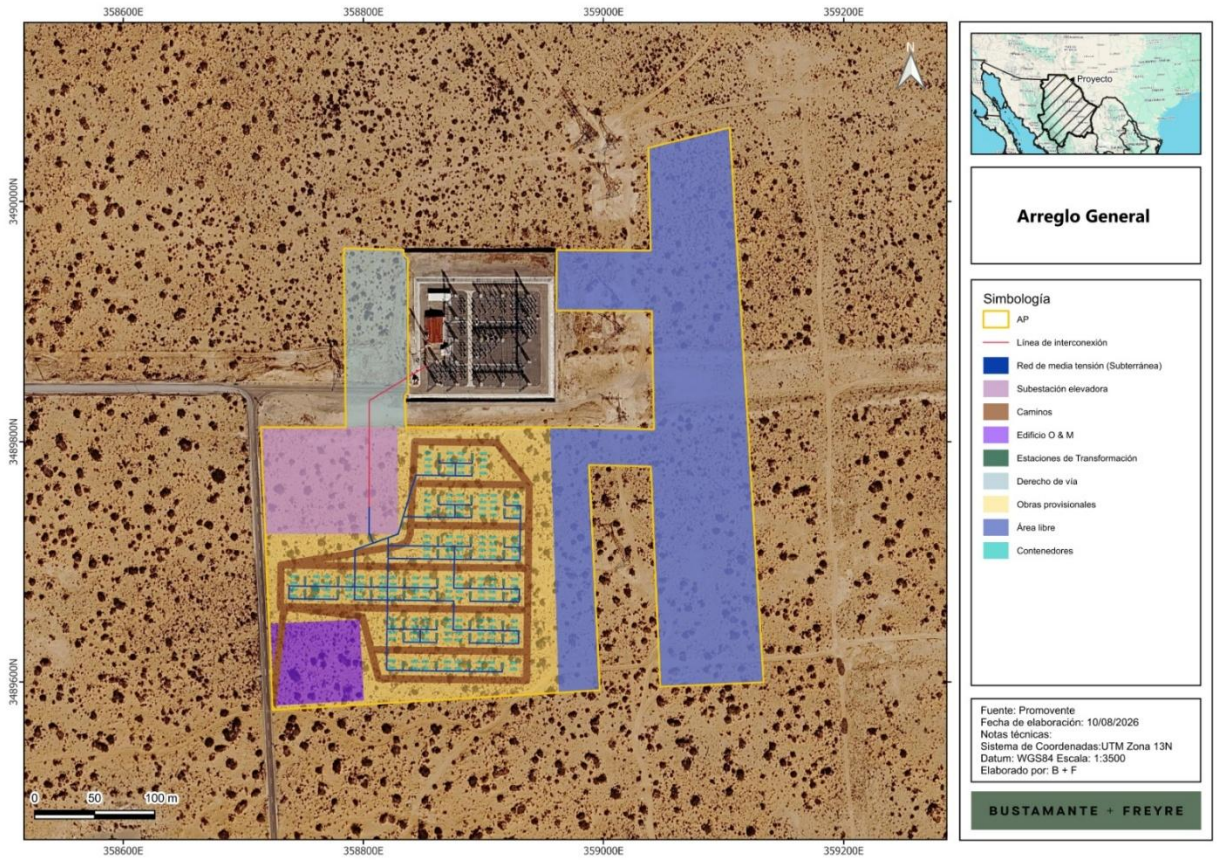
- **Obras provisionales.** Corresponden a:
  - **Área de faenas**. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se habilitarán áreas de faenas temporales para apoyar las obras, tanto del **SAEE** y la subestación como de la línea de interconexión. Estas áreas alojarán típicamente oficinas de obra, almacenes de equipos y materiales, patios de maniobras e instalaciones provisionales para el personal (comedor, sanitarios portátiles y similares). Su ubicación, superficie y periodo de ocupación se definirán conforme al programa de obra, procurando situarlas próximas al acceso principal y a la subestación.
  - **Almacén temporal de residuos**. El **Proyecto** contará con un almacén temporal de residuos para el acopio controlado de los residuos sólidos urbanos (“**RSU**”), de manejo especial (“**RME**”) y peligrosos (“**RP**”) generados durante las obras, en tanto se realiza su disposición final a través de prestadores autorizados. Dispondrá típicamente de piso impermeable, contención secundaria, techo, ventilación y señalización, conforme a la normatividad aplicable, y se ubicará cercano al patio de obra, con acceso de recolección, pero alejado de drenajes, zonas de inundación, contenedores del **SAEE** y fuentes de ignición. Ninguna batería o rack se almacenará en este sitio, salvo diseño específico y autorización del fabricante.
  - **Área de maniobras**. Durante la construcción se habilitará un área temporal de maniobras, la cual se destinará al ingreso, estacionamiento temporal, giro, descarga y posicionamiento de vehículos pesados, grúas, plataformas de transporte, contenedores del **SAEE**, estaciones de transformación, transformadores de potencia y estructuras metálicas. Se ubicará preferentemente próxima al acceso principal y al corredor interno que conecte la plataforma del **SAEE** con la subestación, fuera de las distancias de seguridad de los contenedores y de la zona operativa de la subestación energizada. Una vez concluida la construcción, el área podrá restaurarse o aprovecharse parcialmente como área permanente de estacionamiento y maniobra para la operación y el mantenimiento.

Tabla I.3. Superficies y componentes principales del **Proyecto**

Componente	Superficie (ha)
Contenedores **SAEE**	0.248
Estaciones de transformación	0.062
Subestación elevadora	0.993
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.773
Caminos de acceso e internos	0.877
Red de media tensión (subterránea)	0.173
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	2.647
Área libre para futuras adecuaciones	4.850
Superficie total del predio disponible	11.099

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

Figura I.3. 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)	Sin afectación	Sellamiento del suelo
Contenedores SAEE	0.007	Desprovisto de Vegetación	0.248			Si
	0.242	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Estaciones de transformación	0.001	Desprovisto de Vegetación	0.062			Si
	0.061	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Subestación elevadora	0.00007	Desprovisto de Vegetación	0.993			Si
	0.993	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.470			Si
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	Desprovisto de Vegetación	0.773			Si (únicamente en cimentación de torre)
	0.601	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Caminos de acceso e internos	0.007	Desprovisto de Vegetación	0.877			No
	0.871	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Red de media tensión (subterránea)	0.005	Desprovisto de Vegetación	0.178			No
	0.173	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	Desprovisto de Vegetación	2.647			No
	2.602	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Área libre	0.277	Desprovisto de Vegetación	4.850			No
	4.573	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Subtotal			11.099	0	0	
Total	11.099		11.099	0	0	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Es importante señalar que el **Proyecto** pretende desarrollarse en 2 fases, de acuerdo con lo siguiente:

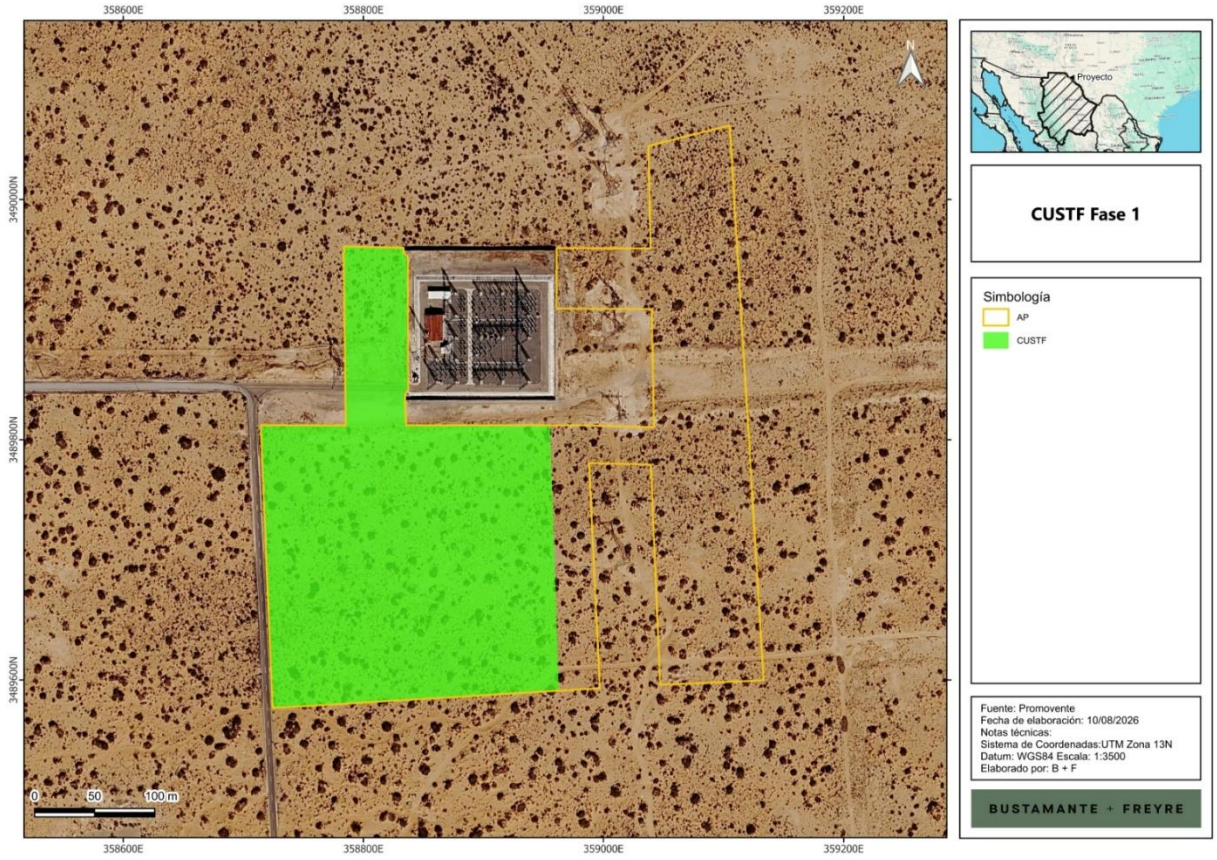
Primera Fase

Corresponde a la instalación de todos los componentes y obras principales del **Proyecto (**contenedores de **SAEE**, estaciones de transformación, subestación elevadora, edificio de operaciones, línea de interconexión y su derecho de vía, caminos de acceso e internos, red de media tensión subterránea) y sus obras provisionales. Lo anterior requerirá una superficie de 6.249 ha, de las cuales, 6.012 requerirán de **CUSTF**.

Tabla I.5. Superficies del **Proyecto** a desarrollarse en una primera fase

Obra y/o componente	Superficie por USV (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación
Contenedores SAEE	0.007	Desprovisto de Vegetación
	0.242	Vegetación de Desiertos Arenosos
Estaciones de transformación	0.001	Desprovisto de Vegetación
	0.061	Vegetación de Desiertos Arenosos
Subestación elevadora	0.00007	Desprovisto de Vegetación
	0.993	Vegetación de Desiertos Arenosos
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	Vegetación de Desiertos Arenosos
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	Desprovisto de Vegetación
	0.601	Vegetación de Desiertos Arenosos
Caminos de acceso e internos	0.007	Desprovisto de Vegetación
	0.871	Vegetación de Desiertos Arenosos
Red de media tensión (subterránea)	0.005	Desprovisto de Vegetación
	0.173	Vegetación de Desiertos Arenosos
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	Desprovisto de Vegetación
	2.602	Vegetación de Desiertos Arenosos
Subtotal	6.012	Vegetación de Desiertos Arenosos
	0.237	Desprovisto de Vegetación
Total	6.249	

Figura I.4. Superficies a intervenir en la primera fase de desarrollo del **Proyecto**



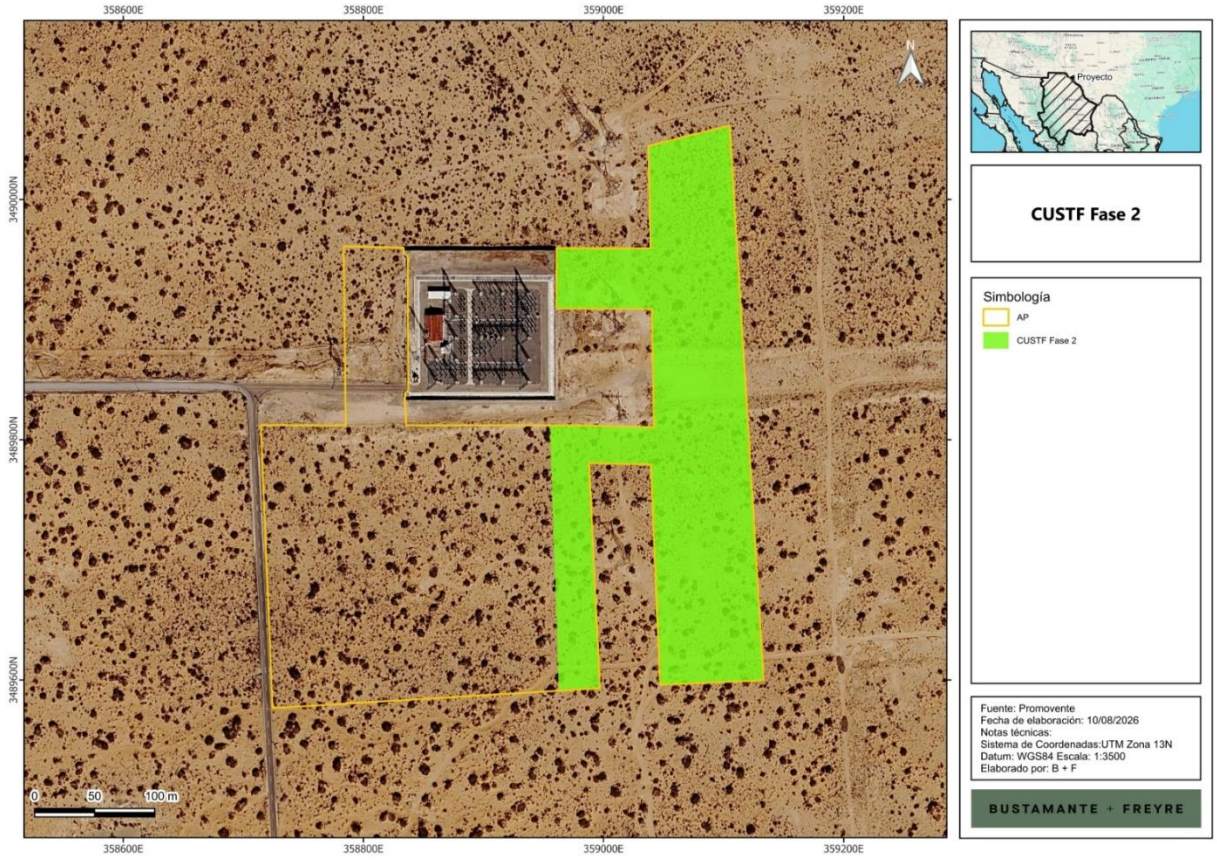
Segunda Fase

Corresponde al desarrollo del Área libre, y responderá a la necesidad de futuras adecuaciones del **Proyecto**, tal como se ha descrito anteriormente. Esta área cuenta con una superficie de 4.850 ha del polígono, de las cuales, 4.573 ha corresponden a vegetación de desiertos arenosos, por lo que requerirán **CUSTF.**

Tabla I.6. Superficies del **Proyecto** a desarrollarse en una segunda fase

Obra y/o componente	Superficie total (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación
Área libre	0.277	Desprovisto de Vegetación
	4.573	Vegetación de Desiertos Arenosos
Total	4.850	

Figura I.5. Superficies a intervenir en la segunda fase de desarrollo del **Proyecto**



I.6.1. Obras temporales previstas (Área de Faenas)

Durante la etapa de Preparación del sitio y construcción del **Proyecto** se contempla la habilitación de un Área de Faenas; en la Memoria Técnica de la MIA-R se presenta mayor detalle de estas obras (**Anexo I.3**). 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 restituidas conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas.

Tabla I.7. Obras temporales previstas (Área de Faenas)

Obra temporal	Descripción
Área de Faenas	Estas áreas alojarán típicamente oficinas de obra, almacenes de equipos y materiales, patios de maniobras e instalaciones provisionales para el personal (comedor, sanitarios portátiles y similares).

Obra temporal	Descripción
Almacén Temporal de Residuos	Para el acopio controlado de los residuos sólidos urbanos (“**RSU**”), de manejo especial (“**RME**”) y peligrosos (“**RP**”) generados durante las obras, en tanto se realiza su disposición final a través de prestadores autorizados.
Áreas de maniobras	Se destinará al ingreso, estacionamiento temporal, giro, descarga y posicionamiento de vehículos pesados, grúas, plataformas de transporte, contenedores del **SAEE**, estaciones de transformación, transformadores de potencia y estructuras metálicas.

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** 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 de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (**LGEEPA)** en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**):

Inciso K) Industria eléctrica:

> El **Proyecto** contempla la construcción y operación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica con energía neta de diseño en el POI de 880 MWh, lo cual encuadra plenamente en este supuesto.

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

> El **Proyecto** contempla la remoción de vegetación forestal en una primera fase por una superficie de **6.012 ha de Vegetación de desiertos arenosos** y, en una segunda fase, por una superficie de **4.573 ha.** Por tal motivo, de manera previa a la ejecución de las actividades que impliquen la remoción de vegetación forestal en cada fase, se tramitará ante la autoridad competente la autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) que corresponda, en términos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y el artículo 14 del Reglamento de la **LGEEPA** en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Por la naturaleza del **Proyecto**, su capacidad de almacenamiento, la presencia de vegetación forestal en el polígono y la interacción con elementos territoriales relevantes, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en su **Modalidad Regional (MIA-R)**, de conformidad con los artículos 11 y 12 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 **163.6 millones de dólares estadounidenses (USD**), 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 17.42 MXN/USD acorde al Banco de México en fecha 15 de julio 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.8. Resumen de los costos de inversión del **Proyecto**

Costo de inversión del Proyecto	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	Total
USD 163,600,000.00 (≈ MXN $2,849,912,000.00)	USD 818,000.00 (≈ MXN $14,249,560.00) — 0.5% del costo total de inversión	USD 164,418,000.00 (≈ MXN $2,864,161,560.00)

*Nota: El detalle del Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) y las medidas específicas de prevención, mitigación, compensación y restauración se desarrollan en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**.*

I.6.4. Duración estimada del Proyecto

El tiempo de desarrollo para el **Proyecto** será de 43 años, teniendo una vida útil de 40 años, de acuerdo con lo siguiente:

Tabla I.9. Duración estimada del **Proyecto** por etapa

Etapa	Duración
Preparación del sitio y construcción	2 años (24 meses)
Operación y mantenimiento	40 años
Cierre y abandono de sitio (desmantelamiento)	1 año (12 meses)
Total	43 años

La etapa de **Preparación del sitio y construcción** comprende actividades de trazo y delimitación de obras, instalación de áreas de faenas, despalme y limpieza, movimiento de tierras (cortes y rellenos), conformación de plataformas y caminos, control de erosión y sedimentación, excavaciones, construcción de losas y cimentaciones, obras de contención de aceite donde apliquen, montaje electromecánico de equipos y estructuras, tendido y conexionado de cableado, así como las pruebas, el precomisionamiento y la puesta en servicio.

La etapa de **Operación y mantenimiento** consiste ciclos de carga y descarga conforme a las instrucciones de operación que se definan por las condiciones del mercado y por el Centro Nacional de Control de

Energía (“**CENACE**”) de acuerdo con el estado de la red. La operación considera supervisión local y remota, control de los límites de estado de carga (**SOC**) y de salud (**SOH**) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas **EMS**, **SCADA** y el operador del sistema. Las actividades se centran en la operación del sistema y en el mantenimiento preventivo y correctivo descrito en el capítulo de mantenimiento correspondiente.

La etapa de **Cierre y abandono** se llevará a cabo el desmantelamiento de los equipos e instalaciones y la gestión de sus materiales y residuos conforme a la normatividad vigente. El plan conceptual de cierre contempla, de manera enunciativa: el diagnóstico del estado de salud (**SOH**) y la puesta en estado seguro de las baterías; su retiro, embalaje y transporte con trazabilidad, priorizando el reúso cuando sea técnicamente viable y el reciclaje o disposición a través de gestores autorizados; la gestión separada de baterías, electrónica de potencia, cables, aceites dieléctricos, gases aislantes, acero y concreto; y la restauración del sitio, procurando que no existan pasivos ambientales remanentes.

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.10. Resumen de características del **Proyecto**

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	Se obtendrá mediante plantas de generación portátiles (de combustión) y/o conexión provisional.	Se alimentarán desde la propia instalación.
Consumo de agua	~8,000 m³ totales	El sistema de almacenamiento cuenta con refrigeración líquida en circuito cerrado, por lo que no requiere un consumo continuo de agua de proceso
Emisiones de gases de efecto invernadero	174.391 t CO_2e/año (348.782 t CO_2e en 02 años)	6.431 t CO_2e/año (257.24 t CO_2e en 40 años)
Aprovechamiento de otros recursos naturales	Materiales pétreos para terracerías y rellenos (banco de material autorizado)	No aplica
Generación de residuos	Peligrosos: ~2.1 t totales	Peligrosos: ~1 t/año
	Manejo especial: ~34 t totales	Manejo especial: ~2 t
	Sólidos urbanos: ~31.26 t totales	Sólidos urbanos: ~1 t/año

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Descargas de agua residual	Sanitarios portátiles. Sin descargas a cuerpos receptores. No aplica georreferencia.	Aguas residuales sanitarias tratadas en fosa séptica o red municipal. Sin descarga directa a cuerpos de agua. No aplica georreferencia.
Consumo de combustibles	133.4 m³ de diésel + 3.5 m³ de gasolina totales	1.5 m³ de diésel + 1.2 m³ de gasolina por año
Personal requerido	Pico de ~280 trabajadores	8 trabajadores permanentes

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.11. Superficies generales del **Proyecto**

Concepto	Superficie existente	Superficie por afectar
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del **Proyecto**	----	11.099 ha
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Subestación Elevadora, **SAEE**, edificio O&M) – Primera Fase	—	6.249 ha
Superficies a intervenir en Segunda Fase (Área libre)	—	4.850 ha
Superficie total del **Proyecto**	11.099 ha	10.585 ha (sujeta a **CUSTF**)
Superficie de afectación en Primera Fase	6.249 ha	6.012 ha (sujeta a **CUSTF**) y 0.237 ha desprovisto de vegetación
Superficie de afectación en Segunda Fase	4.850 ha	4.573 ha (Sujeta a **CUSTF**) y 0.277 ha desprovisto de vegetación
Superficie por cada tipo de vegetación forestal:		
Tipo 1: Vegetación de desiertos arenosos	10.585 ha	10.585 ha
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	-----	0 ha (sin afectación a cuerpo de agua)

Concepto	Superficie existente	Superficie por afectar
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	No aplica	No aplica (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)

La superficie sujeta a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) asciende a 10.585 ha, las cuales serán afectadas en dos fases: Primera fase afectará un total de 6.012 ha y la Segunda fase afectará un total de 4.573 ha. Durante la primera fase, la superficie afectada se encuentra distribuida en: 0.248 ha en el área de contenedores, 0.062 ha en estaciones de transformación, 0.993 ha de la subestación elevadora, 0.470 ha del edificio O&M, 0.773 ha de derecho de vía de la Línea de Interconexión, 0.877 ha en caminos de acceso e internos, 0.178 ha de la red de media tensión y 2.647 ha de obras provisionales.

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.
- Ley del Sector Eléctrico (LSE) y su Reglamento (RLSE).
- Disposiciones Administrativas de Carácter General para la integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional, emitidas por la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Código de Red y requerimientos técnicos aplicables del CENACE y de la CFE.
- Reglas, manuales y disposiciones de interconexión al SEN aplicables, así como el modelo de contrato de interconexión vigente.
- Ley de Planeación y Transición Energética y su Reglamento.
- Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental — SEMARNAT, versión digital vigente.

- 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).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

“SAEE BORDER”

CAPÍTULO II:

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE

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. LEYES Y REGLAMENTOS 4
II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 4
II.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA) 6
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 Territorial del Municipio de Juárez (POETJ) 19
II.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO 23
II.3.1. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua (PEOTDU) 23
II.3.2. Plan de Desarrollo Urbano Sostenible del Centro de Población de la Cabecera Municipal de Juárez, Chihuahua 33
II.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN 34
II.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) 34
II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) 35
II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) 36
II.5.1. NOM en materia de Aire 36
II.5.2. NOM en materia de Ruido 38
II.5.3. NOM en materia de Residuos 38
II.5.4. NOM en materia de Flora y Fauna silvestre 41
II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales 42
II.5.6. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 42
II.6. REGIÓN Y/O COMUNIDADES INDÍGENAS 44
II.7. CONCLUSIONES 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación con la LGEEPA 5
Tabla II.2. Vinculación con el RLGEEPA 6
Tabla II.3. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto 12
Tabla II.4. Vinculación con estrategias del POEGT 12
Tabla II.5. Características de la UGA en que se ubica el Proyecto 21
Tabla II.6. Vinculación con los criterios de regulación ecológica. 22
Tabla II.7. Características de la UGT en la que se ubica el Proyecto 29
Tabla II.8. Vinculación del Proyecto con el PEOTDU 30
Tabla II.9. NOM en materia de aire aplicables al Proyecto 36
Tabla II.10. NOM en materia de ruido 38
Tabla II.11. NOM en materia de residuos 39
Tabla II.12. NOM en materia de flora y fauna 41
Tabla II.13. NOM en materia de aguas residuales 42
Tabla II.14. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo 42

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. UAB en la que incide el Proyecto 11
Figura II.2. Ubicación del Proyecto en relación con el POETJ 20
Figura II.3. Regionalización del Estado acorde con el PEOTDU 24
Figura II.4. UGT en la que incide el Proyecto 29
Figura II.5. Ubicación del Proyecto conforme al PDU del Centro de Población de Juárez. 34
Figura II.6. Ubicación del Proyecto con respecto de ANP 35
Figura II.7. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC. 36
Figura II.8. Comunidades Indígenas de acuerdo con la clasificación INPI 46

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 Chihuahua y el Municipio de Juárez, 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. Leyes y Reglamentos

II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la 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 **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 fracción II y VII, así como 30, de dicho ordenamiento, ya que éste pertenece a la industria eléctrica y requerirá de la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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**, pretende la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a Base de Baterías (SAEE) para la generación de energía. 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.
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, el documento que se somete a evaluación, cuenta con la descripción de los impactos ambientales a generar con las actividades del Proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación a adoptar para su desarrollo y los posibles escenarios para reflejar el estado de los componentes ambientales con la implementación del mismo, velando siempre por su mantenimiento y cuidado dentro de la región y ecosistema en el que se encuentra inmerso.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; (…) III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies; (…) X.- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.	Es de señalar que el **Proyecto** no prevé el aprovechamiento de flora ni fauna silvestre, sin embargo, establece una serie de programas, de los cuales se destacan: • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora. • Programa de Reforestación. Así mismo, mediante el Programa de Capacitación y Educación Ambiental, la promovente se cerciorará y capacitará a los trabajadores, así como los contratistas que participen en el desarrollo del **Proyecto** con la finalidad de que cumplan con los criterios establecidos dentro del presente artículo.
Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.	En la presente **MIA-R** se propone un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se detallan las acciones a realizar para el manejo y almacenamiento temporal de los residuos generados por las actividades del **Proyecto**; dicho programa cumple con las Normas Oficiales Mexicanas en la materia. De tal forma, se debe de establecer que el manejo y disposición de los residuos se realizará mediante un tercero autorizado por la Autoridad Municipal.

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 (RLGEEPA)

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 RLGEEPA

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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; II. 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, […].	En cumplimiento con lo dispuesto por estos artículos y tomando como base que el proyecto implica el desarrollo de obras para la construcción, desarrollo y mantenimiento de un SAEE y su infraestructura asociada, es que se somete a evaluación la presente MIA-R.
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 cumplimiento a los preceptos enunciados, a través de la elaboración y presentación de la presente MIA-R es que se da cumplimiento a su contenido, destacando que dicho estudio se ha elaborado con base en la guía oficial publicada por esa Secretaría.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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	
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; 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 VII. 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 **RLGEEPA,** 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico

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

Expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, 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. 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.

Por lo que, 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 Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el **POEGT** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

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.

-Regionalización ecológica

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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**.

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

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

Por su parte las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio a través de las **UAB** en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En función de ello se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada **UAB**, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la **UAB** y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias. El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada **UAB**, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados.

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 del Gobierno Federal 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.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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:

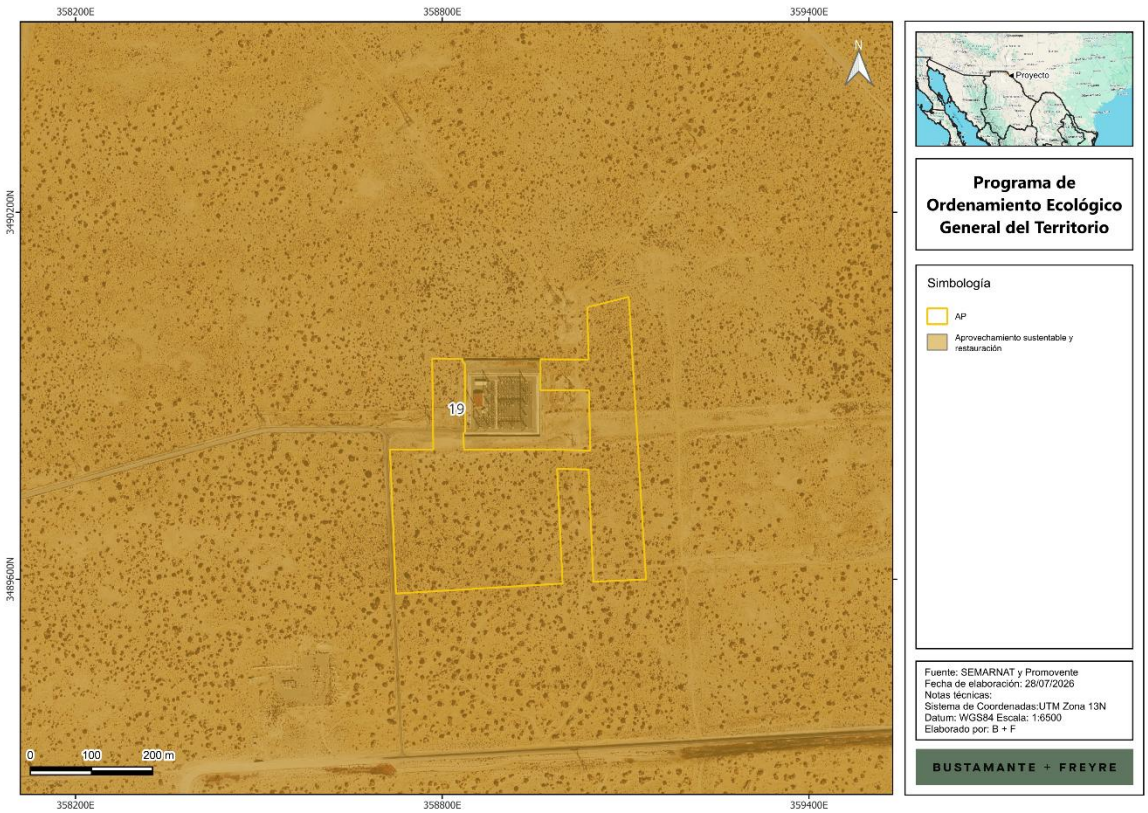
1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,

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

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

Vinculación: De conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en la Región Ecológica 15.24 número 19 denominada "Sierras Plegadas del Norte", tal y como se puede apreciar en la figura siguiente:

Figura II.1. UAB en la que incide el Proyecto



Las características de la **UAB** en comento se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.3. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto

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
15.24	19	Sierras Plegadas del Norte	Ganadería Minería	Desarrollo Social Industrial	Preservación de flora y fauna	SCT	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Muy Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área del Proyecto son "Aprovechamiento Sustentable y Restauración", las cuales son coincidentes con el desarrollo del **Proyecto**.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación, que, 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 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.	El Proyecto contempla ejecutar medidas específicas para la conservación del ecosistema, así como para la preservación de las especies de flora y fauna en el sitio a través de las siguientes acciones: • Realizar recorridos de prospección y liberación ambiental antes de cada frente de desmonte para identificar, marcar y registrar los individuos susceptibles de rescate. • Priorizar el rescate de especies enlistadas en categorías de protección, endémicas, de importancia ecológica, cultural o comercial, así como de individuos con viabilidad de trasplante. • Realizar la extracción manual con herramientas adecuadas, conservando la mayor cantidad posible de raíces y sustrato adherido; aplicar
2. Recuperación de especies en riesgo.	
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	poda sanitaria y tratamientos cicatrizantes cuando sean técnicamente necesarios. • Realizar monitoreo periódico de supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria, presencia de plagas, daños físicos y requerimientos de mantenimiento. • Mantener una bitácora de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo que incluya especie, número de identificación, coordenadas, condición fitosanitaria, tratamientos, fecha de rescate, fecha de trasplante y observaciones. • Mantener una bitácora de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo que incluya especie, número de identificación, coordenadas, condición fitosanitaria, tratamientos, fecha de rescate, fecha de trasplante y observaciones. • Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada. • Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada. • Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre. • Utilizar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio y preferentemente de procedencia local o regional. • Impartir inducción ambiental obligatoria al personal de nuevo ingreso antes de iniciar actividades. • Capacitar al personal en protección de flora y fauna, prohibición de captura o manipulación no autorizada, reporte de ejemplares y respeto a áreas de conservación.
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	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 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.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No es aplicable al **Proyecto**, ya que el objetivo de éste, no considera realizar el aprovechamiento de los suelos en materia agrícola o pecuaria, por tanto, no se requiere infraestructura hidroagrícola o tecnificación en materia agrícola.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	En línea con lo mencionado, se informa que el Proyecto requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (**CUSTF**), de manera que en su momento, tramitará la respectiva autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales bajo la cual se demuestre el cumplimiento a los criterios de excepcionalidad correspondientes.
8: Valoración de los servicios ambientales	El **Proyecto** coadyuva y se alinea a la presente estrategia en el sentido que del contenido del presente estudio se realiza la valoración correspondiente de los componentes ambientales existentes en el área del **Proyecto**, su área de influencia y su región ecológica, verificando entre otros aspectos, las especies de flora y fauna presentes en la zona, las variables climáticas, tipos de suelo, tipos de vegetación presentes, condiciones socioeconómicas. De manera que al realizar una proyección de la implementación del Proyecto con los servicios ambientales presentes se concluye que no se generará ningún tipo de desequilibrio ecológico irreversible y/o impactos negativos permanentes que comprometan los servicios ecológicos de la zona, sino que por el contrario el desarrollo del SAEE,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	conlleva diversos beneficios socioambientales como lo son: (i) reducción de emisiones; (ii) creación de empleos directos e indirectos; (iii) introducción de inversión económica e infraestructura en la región; y, (iv) aprovechamiento sustentable de los componentes ambientales a través de las medidas definidas específicamente para el Proyecto. Con base en ello es que el presente estudio realiza una caracterización exhaustiva de los servicios ambientales presentes, destacando que el desarrollo del Proyecto no afectará de manera negativa lo procesos ambientales contemplados en la zona.
C) Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas	En congruencia con las estrategias antes plasmadas, la protección de los ecosistemas presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las medidas de prevención y mitigación contempladas en la **MIA-R**. Dichas medidas consisten, entre otras, las siguientes: • Retirar y separar la capa superficial de suelo orgánico antes de excavaciones, nivelaciones o movimiento de tierras. • Mantener el suelo orgánico separado de residuos, escombros, materiales pétreos, concreto, hidrocarburos y suelos contaminados. • Utilizar materiales impermeables, bandejas de contención y kits antiderrames durante abastecimiento, mantenimiento o reparación de maquinaria. • Contener el derrame, retirar el material afectado, almacenar temporalmente el residuo y canalizarlo a manejo autorizado. • Reutilizar el suelo orgánico rescatado en áreas libres de infraestructura, o superficies temporales. • Capacitar a operadores, supervisores y personal de despalme en delimitación, rescate de suelo orgánico, control de erosión y prevención de contaminación. • Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Mantener kits antiderrames disponibles en maquinaria, vehículos, áreas de abastecimiento y almacenes; capacitar al personal en contención, recuperación, limpieza y notificación de incidentes. • Impartir inducción ambiental obligatoria al personal de nuevo ingreso antes de iniciar actividades. • Realizar capacitaciones de refuerzo al menos cada seis meses y cuando ocurran cambios operativos, modificaciones al **Proyecto** o incorporación de nuevos riesgos. • Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo. • Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre. Realizar recorridos de prospección y liberación ambiental antes de cada frente de desmonte para identificar, marcar y registrar los individuos susceptibles de rescate. • Priorizar el rescate de especies enlistadas en categorías de protección, endémicas, de importancia ecológica, cultural o comercial, así como de individuos con viabilidad de trasplante. De lo anterior se desprende que, a través de las medidas de prevención y mitigación, se realizará buscará proteger los ecosistemas con el menor de los impactos posibles.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Esta estrategia no es aplicable al **Proyecto**, ya que éste se trata del desarrollo de infraestructura para el almacenamiento de energía eléctrica y su infraestructura asociada, por lo que no se llevará a cabo el uso de agroquímicos.
D) 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 Conservación de Suelos;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	- Programa de Rescate y Reubicación de Flora; - Programa de Reforestación; - Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. 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 ello, garantizar que los impactos causados, sean temporales, puntuales y reversibles.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades del sector de hidrocarburos, minero, industria textil y/o turístico, por lo que no le resultan aplicables.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
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	El Proyecto no se relaciona con actividades de turismo, por lo que las presentes acciones no le resultan aplicables.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)..	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana	
C. Agua y Saneamiento.	
28: Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Los requerimientos de agua para el **Proyecto** son mínimos y serán suministrados mediante terceros autorizados por las autoridades competentes.
E. Desarrollo social.	
35: Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Al **Proyecto** no le aplica esta estrategia, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública.
37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Al **Proyecto** no le aplica esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública en materia de equidad e igualdad de género en comunidades rurales.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Esta estrategia está enfocada al quehacer de la administración pública en materia de desarrollo social y combate a la pobreza por lo que no le es aplicable al Proyecto en razón de su propia naturaleza.
39: Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza	
40: Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Al **Proyecto** no le aplica esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública.
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.	Al **Proyecto** no le aplica esta estrategia ya que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública, sin embargo, mediante el presente capítulo se demuestra la compatibilidad del **Proyecto** con los ordenamientos en materia dentro de los tres órdenes de gobierno.

Con base en lo anterior, se prevé para la región 15.24 (**UAB 19**) el grupo de estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos valorizando que los servicios ambientales que se encuentran presentes es congruente con el **Proyecto** debido a que las actividades a implementar con relación a sus distintas acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación se garantiza la continuidad de servicios ambientales y una prevención y protección a los componentes ambientales presentes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Aunado a lo anterior, existen estrategias que impulsan el desarrollo del Proyecto garantizando que se cumplirá con lo establecido en otros ordenamientos jurídicos enfocados a regular los usos del suelo en la región. Por lo anterior, el **Proyecto** presenta congruencia con lo ordenado en el **POEGT**.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Juárez (POETJ)

El **POETJ** se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua el 22 de agosto de 2015. El objetivo general de este Programa es elaborar el diagnóstico y zonificación para el plan municipal de ordenamiento ecológico y territorial del Municipio de Juárez, que integre el espacio en un marco de ordenamiento territorial y ecológico, estableciendo las políticas urbanas y ambientales para cada zona con la finalidad de lograr una mejor administración del territorio.

El Programa contiene los siguientes apartados: (1) introducción; (2) caracterización; (3) diagnóstico; (4) Pronóstico, y; (5) modelo de ordenamiento territorial.

El modelo de ordenamiento territorial se estructura a partir de la regionalización y del cruce de la información obtenida con base en la caracterización y diagnóstico, lo cual derivó en la delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (**UGA**).

Las políticas ambientales previstas para este Programa son las siguientes: (a) Aprovechamiento sustentable; (b) Preservación; (c) Conservación, y; (d) Restauración.

a) Aprovechamiento sustentable. Se asigna a aquellas áreas que por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

b) Preservación. Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas En estas áreas 1uedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.

c) Conservación. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.

d) Restauración. Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejen de ser productivas por su deterioro o al 64 restablecimiento de su funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro.

Centro de población

Es importante señalar que, de acuerdo con el artículo 20 bis 4 II de la LGEEPA, el modelo de ordenamiento ecológico local se debe realizar a partir de los límites del centro de población hasta los límites del municipio en cuestión; en el caso de Juárez y por consenso de los participantes en los talleres para la realización del Programa de Ordenamiento Ecológico se delimitaron polígonos dentro del centro de población proponiéndose criterios de regulación ecológica para cada polígono. Lo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

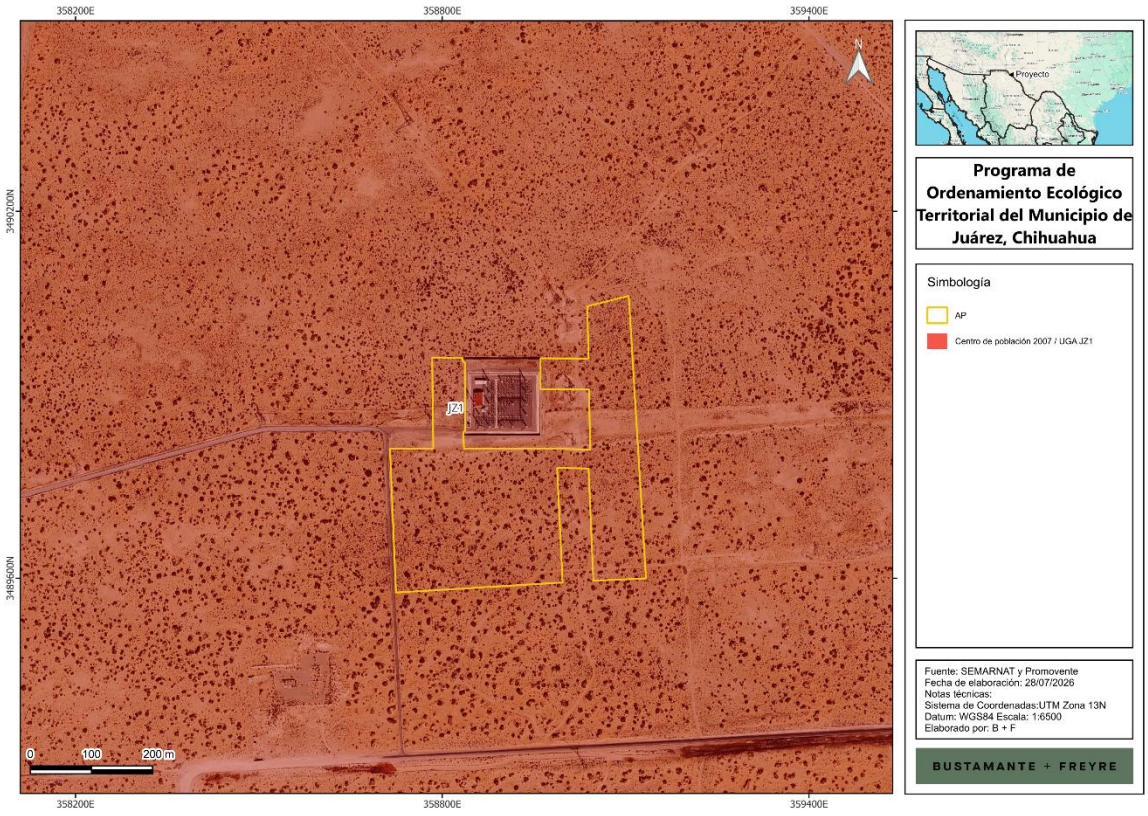
anterior obedece a que en 2008 se amplió el límite del centro de población de Ciudad Juárez 15,000 hectáreas.

El **POETJ** está integrado por 57 **UGA**, que suman un total de 242,080 ha, distribuidas de la siguiente manera:

- 12,604 ha destinadas al centro de población;
- 102,794 ha están destinadas al aprovechamiento sustentable;
- 98,133 ha dedicadas a la conservación;
- 28,504 ha propuestas para la preservación (protección) de ecosistemas, y;
- 45 ha deben ser sujetas a una restauración en sus ecosistemas.

El polígono del **Proyecto** se ubica en la **UGA JZ1**, tal como se observa en la siguiente figura:

Figura II.2. Ubicación del Proyecto en relación con el POETJ



La **UGA JZ1** tiene la **política ambiental** denominada **Centro de Población 2007**. Conforme a lo establecido en el **POETJ**, el **Proyecto** presenta compatibilidad para su desarrollo ya que no

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

contraviene el uso propuesto y no aplican usos incompatibles, tal como se observa en la siguiente tabla obtenida del propio **POETJ**:

Tabla II.5. Características de la UGA en que se ubica el Proyecto

UGA	Política ambiental	Lineamiento ecológico	Uso propuesto	Uso alternativo	Uso condicionado	Uso incompatible	Sup. has
JZ1	Centro de Población 2007	Atender recomendaciones ecológicas propuestas. Lograr que todos los asentamientos humanos urbanos nuevos tengan infraestructura que permitan ahorro de energía, uso eficiente del agua y la minimización de riesgos por fenómenos naturales	Desarrollo urbano sustentable con criterios ecológicos	NA	NA	NA	12,604

De la información de la tabla se desprende la compatibilidad del **Proyecto** con los usos de suelo previstos para el **POETJ** ya que no existe prohibición para el desarrollo de actividades de almacenamiento de energía eléctrica, como es el caso del **Proyecto**. Conforme al lineamiento ecológico, el **Proyecto** coadyuva a su consecución ya que con el desarrollo del mismo se permitirá que los asentamientos humanos cercanos al área del **Proyecto** cuenten con energía eléctrica que pueda ser suministrada a través del Servicio Eléctrico Nacional (**SEN**).

l **Proyecto** contempla la instalación de un **SAEE** no asociado a base de baterías diseñado para integrarse a la infraestructura energética local y optimizar la gestión de la demanda eléctrica en la región. Dicho Sistema contribuye directamente al lineamiento del **POETJ** que busca que los asentamientos humanos urbanos nuevos cuenten con infraestructura que permita el ahorro de energía en virtud de que el **Proyecto** posibilita la estabilización de la red, la reducción de pérdidas por variaciones de carga, el mejor aprovechamiento de generación renovable intermitente y la programación de consumos en horarios de menor costo y menor intensidad energética. En consecuencia, el desarrollo del **Proyecto** resulta coherente y compatible con el lineamiento citado, el cual refiere que la eficiencia energética, así el **Proyecto** aporta beneficios técnicos y operativos que favorecen la reducción del consumo y el suministro en la zona urbana donde pretende ubicarse.

Criterios de regulación ecológica

Estos criterios orientan el desarrollo de las actividades económicos y de conservación dentro de las **UGA** en las que aplican.

El **POETJ** prevé criterios de regulación ecológica para las siguientes actividades: Agrícola, pecuaria, desarrollo urbano, productivo – industrial, minería, recreación y ecoturismo, conservación y otros.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los criterios de regulación ecológica aplicables la **UGA JZ1** en la que incide el **Proyecto**, son los de desarrollo urbano Du1, Du2, Du3 y Du4, así como el L4 de la categoría denominada “otros”, como se aprecia en la siguiente tabla que incluye la vinculación con el **Proyecto**:

Tabla II.6. Vinculación con los criterios de regulación ecológica.

Clave	Criterio	Vinculación
Desarrollo urbano		
Du1	Los nuevos fraccionamientos urbanos deberán tener: · Drenaje pluvial y doméstico separado. · Drenaje pluvial dirigido a zonas de infiltración al acuífero, previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes.	El Proyecto no se refiere a un desarrollo urbano, sin embargo, incorporará obras de drenaje pluvial (cunetas, alcantarillas, vados y obras similares) para evacuar de manera controlada el agua de escurrimiento. El diseño separará el drenaje pluvial limpio del drenaje potencialmente contaminado proveniente de las áreas con aceite (transformadores y estaciones de transformación), el área de residuos y las zonas de mantenimiento; las fosas de contención y demás sistemas no descargarán al drenaje pluvial sin tratamiento o verificación.
	· Techos verdes.	No se contempla la instalación de techos verdes en virtud de la naturaleza del Proyecto.
	· Calentamiento de agua a través de energía solar u otras fuentes de energía renovable.	El Proyecto no requiere calentamiento de agua.
	· Planta de tratamiento secundario de aguas servidas.	Las aguas residuales serán principalmente de tipo sanitario, generadas por el personal. Durante la construcción se manejarán mediante sanitarios portátiles con disposición a través de prestadores autorizados; durante la operación, mediante el sistema sanitario que se defina para el sitio.
	· Instalaciones de energía solar y/o eólica para el alumbrado de pasillos y estacionamientos.	
	· Sitios apropiados para contener temporalmente la basura orgánica e inorgánica que genere el fraccionamiento.	El Proyecto contará con un almacén temporal de residuos para el acopio controlado de los residuos sólidos urbanos (“RSU”), de manejo especial (“RME”) y peligrosos (“RP”) generados durante las obras, en tanto se realiza su disposición final a través de prestadores autorizados.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Criterio	Vinculación
Du2	Los rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas servidas, subestaciones eléctricas deberán instalarse dentro de la UGA del centro de población. Además los rellenos sanitarios deberán ubicarse en los sitios que reúnan las características contempladas en la NOM 083- SEMARNAT-2003.	El Proyecto no se refiere a rellenos sanitarios ni planta de tratamiento de aguas servidas. Por otra parte, la infraestructura de interconexión asociada al Proyecto consistirá en una subestación elevadora y una línea de interconexión ("LI") que conectará el SAEE con la Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la CFE, punto en el cual se realizará la interconexión con la Red Nacional de Transmisión.
Du3	Los fraccionamientos urbanos y centros de población nuevos deberán ubicarse fuera de humedales, cauces de ríos y arroyos, vegetación de galería y terrenos de ríos y lagos rellenados.	El Proyecto cumple con este criterio ya que se ubica fuera de humedales, cauces de ríos y arroyos, vegetación de galería y terrenos de ríos y lagos rellenados.
Du4	Los asentamientos urbanos deberán fomentarse solo dentro del centro de población.	El Proyecto no se refiere a un asentamiento urbano por lo que este criterio no le es aplicable.
Otros		
L4	Los lodos que se generan como desecho de las plantas de tratamiento de aguas residuales deberán ser procesados y dispuestos, conforme a las disposiciones de las autoridades competentes.	El Proyecto no generará lodos pues no se contempla una planta de tratamiento de aguas residuales.

Con base en el análisis presentado, se concluye que el **Proyecto** es compatible con el **POETJ**: cumple el lineamiento que exige que los asentamientos humanos urbanos nuevos cuenten con infraestructura que permita el ahorro de energía, se ajusta a la política ambiental establecida para la **UGA** en la que incide, respeta el uso de suelo previsto en el programa y satisface los criterios de regulación ecológica relativa al centro de población; adicionalmente, el **Proyecto** aporta beneficios operativos que favorecen la eficiencia energética y el manejo eficiente del suministro, por lo que se considera compatible con el **POETJ**.

II.3. Planes o Programas de Desarrollo Urbano

II.3.1. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua (PEOTDU)

El **PEOTDU** expedido mediante publicación en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua el 18 de octubre de 2025, tiene como objetivo general contribuir a disminuir las desigualdades sociales y territoriales de a través del reconocimiento de las diferencias territoriales que se expresan en la entidad mediante un estudio normativo programático para asegurar que el desarrollo del estado sea sostenible y brinde prosperidad y bienestar.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Este Programa está organizado en ocho apartados: (1) introducción; (2) metodología; (3) antecedentes; (4) diagnóstico ciudadano; (5) diagnóstico territorial; (6) pronóstico y escenarios futuros; (7) modelo de ordenamiento territorial y urbano; y (8) instrumentos, acciones y corresponsabilidad.

El contenido del **PEODTU,** se basa en el marco jurídico aplicable en la materia, tomando en cuenta las guías metodológicas establecidas por la Secretaría de Desarrollo Territorial y Urbano (**SEDATU**) y por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado (**SEDUE**).

Para efectos de la caracterización y diagnóstico del territorio, se mantuvo la regionalización definida desde el Plan de 1998 (Plan previo al que hoy se encuentra bajo estudio), la cual consiste en la división del Estado en seis zonas, las cuales han sido la referencia territorial para la elaboración de planes y proyectos de inversión y atención en materia de infraestructura, servicios sociales y potenciación de otras actividades económicas, de acuerdo con su vocación territorial y las capacidades de comunicación y de dotación de insumos para el desarrollo económico y social en la entidad.

Esta división se puede apreciar en la siguiente:

Figura II.3. Regionalización del Estado acorde con el **PEOTDU**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Así las cosas, el **PEOTDU,** ha establecido el siguiente contenido y metodología, la cual fue la base para su integración:

- **Diagnóstico**: permite conocer indicadores acerca de la problemática del municipio en relación con los asentamientos humanos y su ocupación territorial, así como la caracterización del medio natural no urbanizado.
- **Objetivos y Políticas:** se definen los propósitos que se pretenden alcanzar con la ejecución del **PEODTU**, así como las directrices de políticas públicas relacionadas con el crecimiento, mejoramiento yconservación de las distintas zonas y áreas territoriales que integran el municipio. Para ello, también se realizanconsultas y talleres de participación con las autoridades locales y la comunidad.
- **Estrategias:** define el modelo de desarrollo urbano-territorial y las estrategias, ya sea de crecimiento, mejoramiento o conservación del territorio municipal y sus localidades, tomando en cuenta elementos tales como la movilidad, los asentamientos urbanos y comunidades, el equipamiento urbano, la conservación del medio natural, la infraestructura y los servicios, entre otros.
- **Zonificación Primaria y Secundaria:** la zonificación constituye el elemento vertebrador del ordenamiento, considerando la vocación del territorio, los recursos a preservar, las actividades y la infraestructuraal servicio de las ciudades y comunidades, definiendo los espacios ocupados por asentamientos humanos y su futuro crecimiento.

  La zonificación define dos escalas:

  - **Primaria:** que establece las zonas urbanas, las de crecimiento y las no urbanizables;
  - **Secundaria:** considera la propuesta de zonas estratégicas, en donde se podrán establecer usos de suelo para asentamientos, equipamientos o infraestructuras, y espacios de valor ambiental.
- **Equipamiento Urbano:** refiere a los elementos que se proponen como proyectos estratégicos para mejorar o detonar el desarrollo a escala regional, municipal y vecinal, en estricta congruencia con el modelo de desarrollo adoptado, los objetivos y las estrategias previamente definidas.
- **Programas y Proyectos:** hace alusión al componente del programa donde se precisan acciones, obras o servicios que deban llevarse a cabo de acuerdo con los objetivos y estrategias planteados en el corto, mediano y largo plazos. Incluye la definición del suelo estratégico, así como las acciones, obras e inversiones concretas que deban realizarse, y establece a los responsables de su ejecución.

El **PEODTU** describe la aptitud territorial del estado de Chihuahua con visión de futuro, la cual resulta del proceso de síntesis entre el cruce de información cartográfica y el análisis de datos derivados del

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

diagnóstico territorial-ambiental, urbano, sociodemográfico, de infraestructura y equipamientos, entre otros.

De igual manera, se cuentan con cuatro vertientes como plataforma de las políticas y estrategias de un nuevo **PEODTU,** a saber:

1. Sostenibilidad ambiental como soporte para la evolución hacia un nuevo modelo de desarrollo en el estado;

    a) Plan de resiliencia orientado a enfrentar las repercusiones del cambio climático y sus efectos sobre las actividades productivas, garantizando la continuidad de los sistemas económicos, sociales y ambientales.

    b) Fortalecimiento a servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, promoviendo la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a largo plazo.

    c) Impulso de la redistribución territorial de la población que garantice el acceso universal a los satisfactores elementales de calidad de vida, reduciendo desigualdades y fortaleciendo la cohesión social.

2. Modelo de crecimiento económico diversificado y alternativo;

    El **PEODTU** propone un modelo de crecimiento económico diversificado, sostenible y resiliente, que se ajuste a la disponibilidad real de recursos y a las dinámicas de integración global. Busca potenciar sectores estratégicos como la manufactura, la industria, el turismo, la innovación tecnológica, entre otras, aprovechando de manera óptima las ventajas competitivas del estado en términos de localización geográfica, infraestructura de comunicaciones y logística, y disponibilidad de recursos hídricos bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.

3. Atención prioritaria en los déficits sociales;

    Tanto en comunidades rurales, pueblos indígenas y asentamientos urbanos, deberá enfocarse en los siguientes aspectos fundamentales:

    a) Acceso a agua potable y saneamiento.

    b) Equipamientos de salud y educación.

    c) Asistencia a grupos vulnerables.

    d) Regulación en la tenencia de la tierra.

    e) Garantía de derechos básicos: asegurar el acceso a la vivienda, el transporte público y otros elementos que reduzcan la segregación espacial y social.

4. Esquema de gobernabilidad y colaboración institucional;

    Deberán coadyuvar de manera efectiva los tres órdenes de gobierno, el sector privado, el académico y la sociedad civil. Dicho esquema se sustentará en un marco armónico

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

legislativo, que garantice la participación amplia y representativa de todos los actores sociales, económicos y académicos en la toma de decisiones estratégicas.

El objetivo principal es asegurar, a largo plazo, un desarrollo ordenado del territorio, urbano y ambiental, organizado con base en la vocación productiva y funcional de las diferentes regiones del estado; este modelo busca:

- Fortalecer la gobernanza territorial, mediante mecanismos de coordinación y corresponsabilidad entre instituciones públicas y privadas.
- Impulsar la planeación integral que garantice el uso racional y sostenible de los recursos naturales.
- Promover el equilibrio, orientando el crecimiento urbano y económico en función de la capacidad de carga y la vocación productiva de cada región del Estado.
- Garantizar la transparencia y rendición de cuentas en la implementación de políticas y proyectos estratégicos.

Atendiendo la aptitud territorial del estado de Chihuahua, se tiene que esta fue definida por el **PEODTU** a partir de la síntesis del cruce de información cartográfica y del análisis de datos provenientes del diagnóstico territorial-ambiental, urbano, sociodemográfico, de infraestructura y equipamientos, entre otros factores relevantes.

Lo anterior, constituye la base para establecer la imagen objetivo del desarrollo estatal, a través de políticas, estrategias y acciones, que conforman el núcleo del Programa.

Como resultado de este proceso, se han conformado las **UGT**, concebidas como espacios de planeación y gestión diferenciada que permiten ordenar el territorio de manera más eficiente y sostenible. El Estado de Chihuahua cuenta con un total de **96 UGT**, distribuidas en función de sus características territoriales, socioeconómicas y ambientales. A estas **UGT** se les asigna una política territorial general con lineamientos y estrategias específicas con el objetivo de regular el uso y la ocupación del suelo en la entidad.

Políticas de Gestión Territorial

Tienen por objetivo delinear las principales acciones y metas para garantizar el cumplimiento de los objetivos en cada una de las unidades, pues las políticas van a dar el objetivo general de la ocupación del suelo y el desarrollo del territorio.

- **Política de consolidación:** Busca la consolidación de centros urbanos.
- **Política de crecimiento de centros de población:** Se orienta a que los centros de población cuenten con una mejor oferta de suelo e infraestructura para actividades productivas, vivienda, equipamientos sociales y un medio ambiente sano.
- **Política de mejoramiento de centros de población:** Se propone impulsar estrategia y acciones orientadas a atender los déficits en infraestructura y servicios públicos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Política de conservación de centros de población:** Busca mantener y mejorar los asentamientos que dieron origen a las ciudades, a través del rescate y preservación urbano arquitectónico. También tiene por objeto la permanencia de la población en esos centros urbanos, evitando el desplazamiento.
- **Política de aprovechamiento sustentable:** Tiene por objeto reorientar las actividades productivas y el sistema urbano estatal hacia un modelo de desarrollo sustentable para equilibrar el desarrollo económico con la preservación ambiental.
- **Política de protección ecológica:** Su propósito es implementar estrategias y acciones orientadas a identificar, delimitar y conservar zonas, regiones, cuencas y demás sitios con servicios ecosistémicos, los cuales representan valores fundamentales para alcanzar un desarrollo verdaderamente sustentable.
- **Política de preservación ecológica:** Esta política se orienta a la preservación de los ecosistemas y unidades ambientales territoriales, mediante la identificación de su estado actual a través de estudios técnicos especializados. Dichos estudios deberán incorporar medidas normativas específicas que garanticen la protección y conservación de sus valores ambientales.
- **Política de restauración ecológica:** Esta política busca establecer medidas para contener y revertir los efectos derivados del consumo excesivo de los recursos ambientales, así como los impactos críticos acumulados por fenómenos asociados al cambio climático.

Estrategia de ordenamiento territorial

Esta estrategia se define a partir de la identificación de las vocaciones propias de cada región y del papel estratégico que cada una puede desempeñar en el futuro. Es decir, busca reconocer la aportación que cada región puede realizar al desarrollo sustentable, ordenado, funcional y equilibrado del estado de Chihuahua.

Para el caso del Proyecto, la estrategia que le aplica es la denominada Región Juárez: Esta región se caracteriza principalmente por ser el sitio principal de la relación binacional por el flujo de bienes, servicios y personas entre ambos países, así como por ser uno de los más grandes enclaves de industria manufacturera en México. También es el centro urbano con mayor población de la entidad.

En este sentido, es una región que debe consolidar su papel para impulsar aún más la relación global del estado para que siga siendo el principal motor de la economía en sectores de la actividad secundaria y terciaria (industria, comercio y servicios); asimismo, debe mejorar y consolidar sus equipamientos en componentes de gran demanda para el bienestar social, como lo son la vivienda y su entorno comunitario, la atención a la salud, la educación, la asistencia social y servicios fundamentales como el transporte y los servicios públicos.

Esta región, cuya ciudad principal es Ciudad Juárez, debe impulsar equipamientos especializados para fortalecer las capacidades del capital humano acorde a la demanda de conocimiento en temas clave para aprovechar la demanda en proceso de relocalización de nuevas industrias especializadas, entre otras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El Proyecto se ubica en la **UGT 50** denominada **Juárez**, como se puede se puede observar en la siguiente figura:

Figura II.4. UGT en la que incide el Proyecto



En la siguiente tabla se presenta la caracterización y políticas aplicables a la **UGT 50 Juárez**, de acuerdo con lo que se señala en la Tabla de Unidades de Gestión Territorial del **PEOTDU**:

Tabla II.7. Características de la UGT en la que se ubica el Proyecto

UGT	Nombre	Suelo (cobertura)	Caracterización	Políticas
50	Juárez	• El 61% es vegetación de desiertos arenosos; • El 17% es matorral desértico micrófilo; • El 11% son asentamientos humanos, y; • El 3% es agricultura de riego anual y semipermanente.	UGT principal centro de vinculación binacional y núcleo regional, nodo de comunicaciones con ejes carreteros, ferroviarios y aéreos del estado y del sur del país con Estados Unidos; cuña de industria manufacturera, comercio, servicios, recibe gente de todo el país y Sudamérica (flujo migratorio nacional y extranjero), baja calidad de vida. Posibilidad de crecimiento y diversificación de su modelo económico; potencial energético en el sector solar.	• Consolidación; • Centros de Población; • Mejoramiento de centros de población; • Aprovechamiento sustentable, y; • Restauración ecológica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En la siguiente tabla se presenta la vinculación con las políticas aplicables a la **UGT 50** en la que incide el **Proyecto**, con lo cual se verifica la compatibilidad con el **PEOTDU**.

Tabla II.8. Vinculación del Proyecto con el PEOTDU

Política	Vinculación
Política de Consolidación	
Esta política consiste en consolidar centros urbanos y regiones estratégicas que se identifican como áreas de oportunidad para fortalecer la estructura territorial y funcional del estado. Dichas áreas se reconocen bajo tres criterios principales: 1. Ecosistemas con potencial para favorecer un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. 2. Capacidad para brindar una mayor cobertura de servicios que garanticen el bienestar de la población. 3. Potencial para constituirse en sitios o corredores de soporte al desarrollo económico. Asimismo, dentro de esta política se incluyen zonas y regiones de valor ambiental, debido a la relevancia de sus recursos ecosistémicos, funciones de abastecimiento, riqueza cultural y oferta de servicios turísticos, entre otros.	Aunque el Proyecto no se refiere a la realización de acciones directas para centros urbanos, contribuye con la política de consolidación del centro urbano ya que constituye una infraestructura de soporte que fortalece la confiabilidad del suministro eléctrico, mejora la gestión de la demanda, facilita la integración de energías renovables y contribuye a la estabilidad, eficiencia y sostenibilidad del entorno urbano.
Política de Crecimiento de Centros de Población	
De acuerdo con el papel que desempeñan los centros de población en el sistema urbano estatal y global, así como con sus dinámicas sociales, económicas y urbanas, y en función de los recursos disponibles, se establecen centros con posibilidades de crecimiento orientados a favorecer una mejor oferta de suelo e infraestructura para actividades productivas, vivienda, equipamientos sociales, espacios de recreación, cultura y un medio ambiente sano. Para esta política, es indispensable considerar —y al mismo tiempo reconocer— las limitaciones y problemáticas que ha generado el modelo urbano-territorial extensivo de las últimas décadas. En este sentido, se plantea la necesidad de proponer modelos de crecimiento diferenciado: · Por un lado, en las ciudades metropolitanas o ciudades-región (de cobertura estatal e internacional), el crecimiento deberá atender a su papel estratégico en la red urbana y a la demanda de servicios de alta especialización.	A través del desarrollo del Proyecto se contribuye al bienestar de la población en virtud de que en la región contarán con mayor capacidad de entrega de electricidad favoreciendo la llegada de mayor inversión. El Proyecto contribuye con la mejora de la infraestructura de la zona de acuerdo con la demanda de energía para el desarrollo de actividades productivas y vivienda, a través de un sistema que permite almacenar la energía cuando existe un excedente y gestionar la carga y la descarga de sus baterías cuando resulta necesario.
Política de Mejoramiento de Centros de Población	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Política	Vinculación
Esta política tiene un impacto relevante y positivo en la calidad de vida de la población, ya que, además de fomentar el arraigo y la diversificación de las actividades económicas, impulsa la implementación de estrategias y acciones orientadas a atender los déficits en infraestructura y servicios públicos. Su aplicación se enfoca en asentamientos precarios, zonas en situación de riesgo, colonias periféricas y, de igual forma, en centros históricos que requieren intervenciones específicas. El mejoramiento urbano incluye la consolidación de la calidad de la vivienda y su entorno, garantizando la provisión de transporte público eficiente y accesible, así como la dotación de equipamientos básicos en materia educativa, de salud y recreación. Finalmente, esta política contempla la rehabilitación y fortalecimiento de poblados con valor histórico y cultural, con el doble propósito de fortalecer la identidad y el arraigo comunitario y, al mismo tiempo, aprovechar su potencial como detonadores de oportunidades económicas, particularmente en el ámbito de los servicios turísticos y culturales.	El Proyecto coadyuva con el mejoramiento de la calidad de vida de la población de la región al incorporar a la infraestructura equipamiento que permita satisfacer la demanda de energía eléctrica mediante la gestión de ésta al almacenarla cuando exista excedente y descargarla cuando resulte necesario.
Política de Aprovechamiento Sustentable	
Esta política, de vital importancia dentro del presente instrumento de planeación, constituye una de las cuatro grandes vertientes que sustentan el modelo de desarrollo urbano-territorial propuesto. Su fundamento principal radica en la necesidad de reorientar las actividades productivas y el sistema urbano estatal hacia un modelo de desarrollo sustentable, que no se base en el consumo desmedido de los recursos naturales, particularmente el agua, el suelo y la vegetación. En este sentido, las estrategias y acciones contempladas en esta política deberán plantearse como esfuerzos integrales para: · Reconocer y aprovechar las oportunidades territoriales, infraestructurales y del sistema urbano consolidado, identificando zonas, corredores y cuencas con dinámicas funcionales favorables que representen áreas estratégicas de oportunidad para el desarrollo.	Como ya se ha mencionado la consolidación de este Proyecto coadyuva con la mejora de la infraestructura eléctrica de la región al proporcionar un sistema de almacenamiento de energía que permita suministrar este recurso de acuerdo con la demanda de la región, propiciando el uso de energías renovables y evitando el uso de combustibles fósiles.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Política	Vinculación
· Impulsar actividades económicas alternativas, capitalizando las ventajas competitivas del estado y sus regiones, tales como su localización estratégica en un entorno nacional e internacional, sus vías de comunicación, equipamientos instalados de alto valor (educación superior, comercio, negocios, salud, deporte, cultura) y sus sitios y regiones de gran interés turístico. · Gestionar y fortalecer los recursos ecosistémicos, promoviendo un uso racional y responsable de los mismos mediante la tecnificación de la agricultura, la diversificación productiva y la generación de energías limpias, entre otras acciones. De esta manera, esta política se configura como un eje transversal para equilibrar el desarrollo económico con la preservación ambiental, garantizando un modelo territorial sostenible, competitivo e inclusivo.	
Política de Restauración Ecológica	
Esta política adquiere en la actualidad una relevancia prioritaria, ya que busca establecer medidas para contener y revertir los efectos derivados del consumo excesivo de los recursos ambientales, así como los impactos críticos acumulados por fenómenos asociados al cambio climático. Estos efectos se expresan de manera particular en esta región desértica a través de prolongados periodos de sequía, sobreexplotación de acuíferos, erosión y pérdida de nutrientes del suelo por prácticas agrícolas inadecuadas, deforestación de bosques, emisiones contaminantes a la atmósfera y exceso de residuos urbanos, entre otros. En consecuencia, la política debe integrar estrategias y acciones orientadas a remediar los impactos negativos y restaurar los recursos en proceso de degradación o en riesgo de desaparecer. Esto requiere de un esfuerzo coordinado y multisectorial que involucre al sector público, privado, social y académico, con el fin de estudiar, diseñar e implementar un plan integral de resiliencia y restauración de ecosistemas y recursos naturales, como base para garantizar la sostenibilidad del territorio.	El Proyecto coadyuva al cumplimiento de la política ambiental referida, en tanto permite un uso más eficiente de la energía, favorece la integración de fuentes renovables y contribuye a disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero, ayudando así a contener y revertir los efectos derivados del consumo excesivo de los recursos ambientales y de los impactos acumulados asociados al cambio climático.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Como se desprende de la lectura de las políticas y estrategia aplicable a la **UGT 50 Juárez**, aplicables al **Proyecto**, existe compatibilidad de éste con el **PEOTDU** ya que su desarrollo contribuye a la consolidación y mejoramiento de los centros de población cercanos al Proyecto y no contraviene las disposiciones del Programa.

Cabe destacar que la compatibilidad del **Proyecto** se suma a los proyectos estratégicos previstos en el **POETDU**, ya que dentro del catálogo previsto para este tema, se prevé implementar el Modelo de Ordenamiento Territorial Energético, que incluye:

· Ampliar y mejorar la infraestructura de energía;

· Promover el desarrollo de fuentes de energía alternativa;

· Nuevas tecnologías de consumo energético, y;

· Incentivos para la autoproducción de energía eléctrica.

Como se desprende de la lectura, el sistema **BESS** coadyuva en la consecución del proyecto estratégico energético para el Estado de Chihuahua, que busca el desarrollo y consolidación de su política energética a través del desarrollo de infraestructura eléctrica que responda a la demanda de la región de cara a la oportunidad de la relocalización de industrias de diversa índole que requieren, como parte de sus insumos operativos esenciales, disponibilidad de energía eléctrica como uno de los principales factores para invertir en el país.

Bajo el esquema expuesto se ha verificado la compatibilidad del **Proyecto** con el **PEOTDU** ya que refuerza la función urbana al mejorar servicios, incrementa la confiabilidad energética y apoya objetivos de sostenibilidad y resiliencia.

II.3.2. Plan de Desarrollo Urbano Sostenible del Centro de Población de la Cabecera Municipal de Juárez, Chihuahua

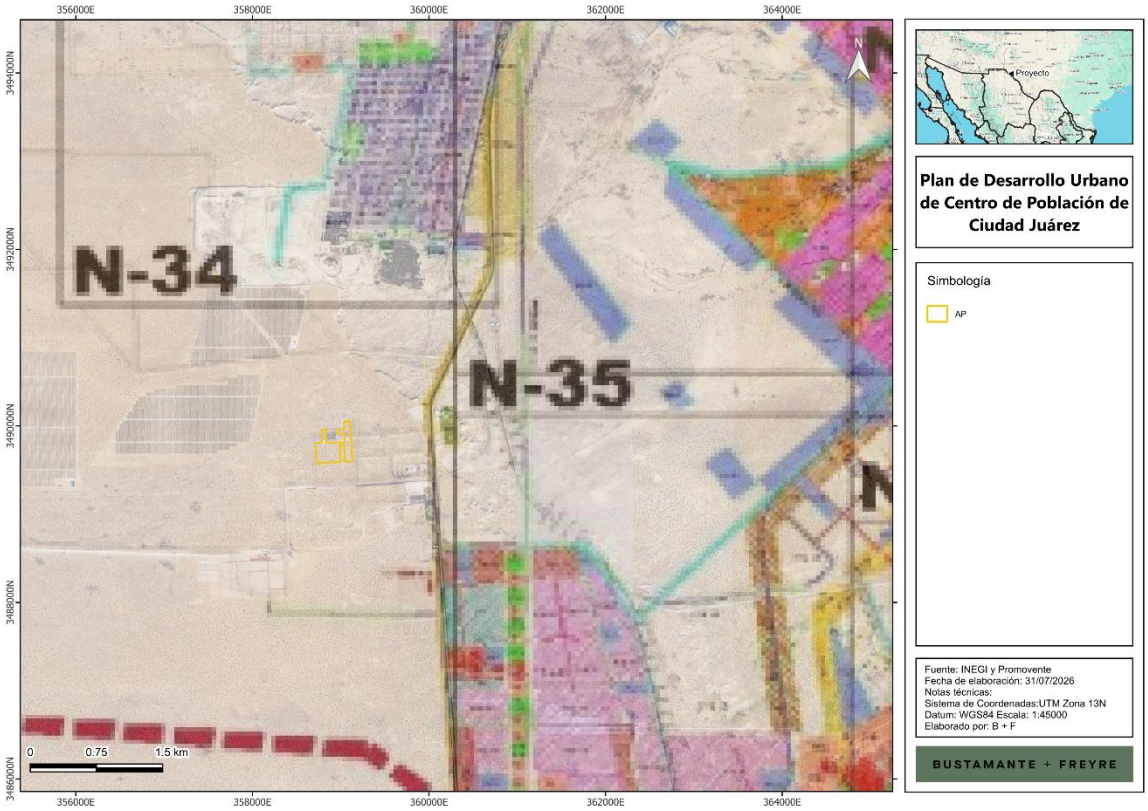
El Plan Municipal de Desarrollo Urbano Sostenible del Centro de Población de la Cabecera Municipal de Juárez, fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua el 14 de agosto de 2024.

Este Plan tiene por objetivo fortalecer un modelo de ciudad consolidada y sostenible, donde prevalezca el ejercicio pleno de los derechos humanos y urbanos y que mejore la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes.

En este sentido, dicho Plan define zonificación exclusiva del centro de población de Ciudad Juárez. En esta línea de ideas, se identificó que la poligonal del Proyecto se ubica fuera de la zonificación definida para tales efectos, tal y como se puede apreciar a continuación:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.5. Ubicación del Proyecto conforme al PDU del Centro de Población de Juárez.



El **Proyecto** no se ubica dentro de ninguna de las cartas de zonificación secundaria por lo que este Plan de Desarrollo Urbano no es aplicable al mismo. En función de lo anterior, se desprende que las directrices contenidas en instrumento de planeación no resultan aplicables al **Proyecto**.

No obstante, previo al desarrollo de cualquier actividad, la promovente acudirá con la Autoridad Municipal correspondiente con la finalidad de obtener todos los permisos, licencias y/o vistos buenos para las actividades de construcción y operación del **Proyecto**.

II.4. Decretos y Programas de Conservación

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

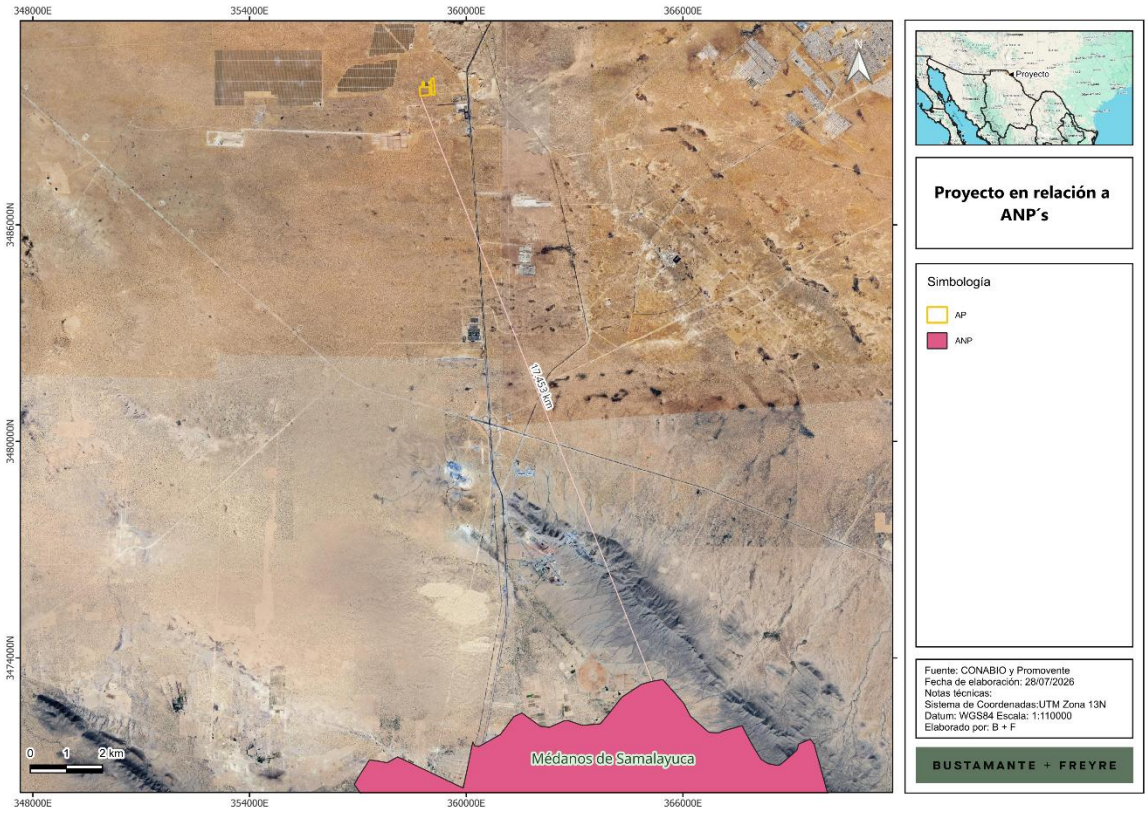
De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las **ANP** se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los estados y la 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal.

En este caso, el **Proyecto** no se encuentra dentro de alguna **ANP** de los tres niveles de gobierno. El **ANP** más cercana se denomina "Médanos de Samalayuca" y se ubica a 17.4 km de distancia del **Proyecto**, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura II.6. Ubicación del Proyecto con respecto de ANP



II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

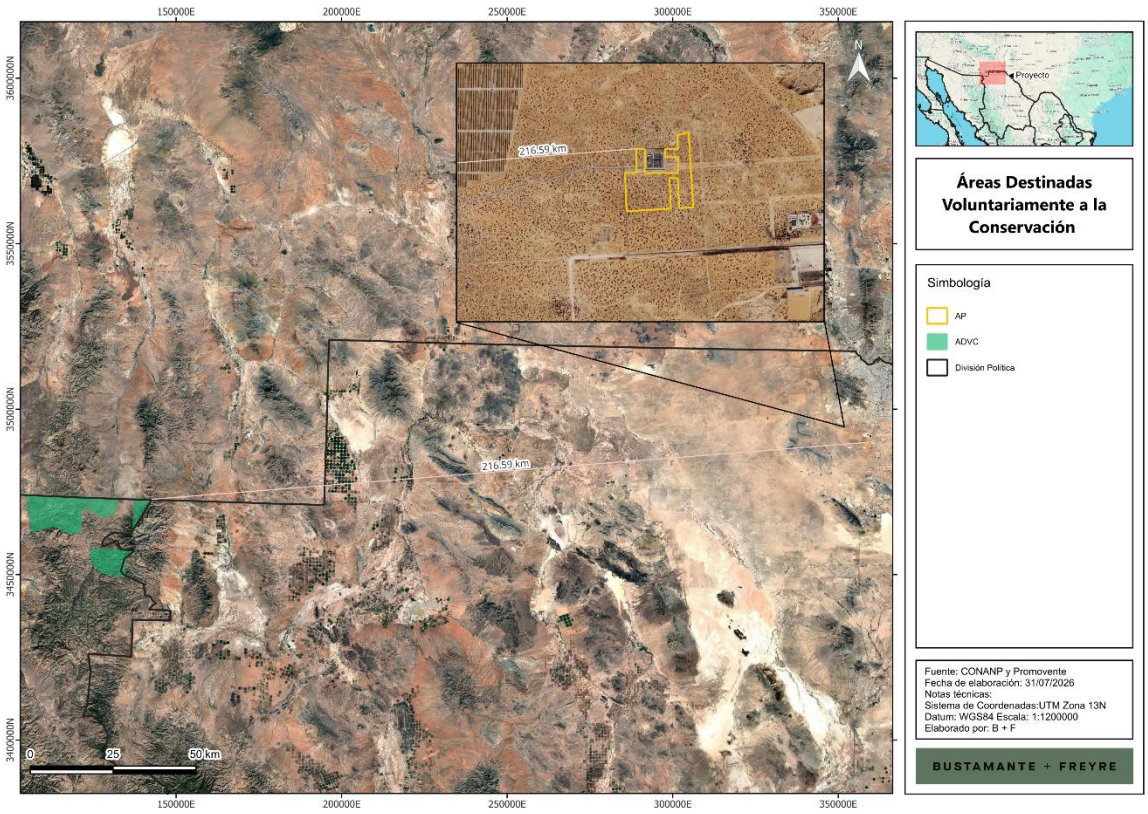
Las **ADVC** certificadas son herramientas que ayudan a los propietarios a administrar y a hacer un manejo sustentable de sus tierras, al tiempo que favorecen la conservación de los ecosistemas naturales y mantienen la biodiversidad local. La certificación puede ser utilizada para la obtención de estímulos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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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**, siendo que la más cercana se ubica a 216.5 km, como se puede apreciar a continuación.

Figura II.7. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC.



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.9. 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	Para estar en cumplimiento con estas NOM se implementará el **Programa de Mantenimiento de**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.”	**Maquinaria, Vehículos y Equipos** que incluye las siguientes acciones: • Implementar mantenimiento preventivo conforme a manuales del fabricante, horas de operación, kilometraje y condiciones de uso. • Realizar inspecciones preoperativas y retirar de operación equipos que presenten fugas activas o daños relevantes. • Verificar presión, desgaste y alineación de neumáticos; realizar afinación, calibración y mantenimiento de sistemas de combustión cuando corresponda. • Suspender la operación de equipos con emisiones visibles anormales, ruidos excesivos, vibraciones relevantes o fallas mecánicas. • Mantener registros actualizados de inspecciones, mantenimientos, reparaciones, fallas, residuos e incidentes ambientales. • Analizar fallas recurrentes, identificar causas y ajustar los programas de mantenimiento o sustituir equipos cuando sea necesario. Además, se exigirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo, así como contar con las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que el uso de los vehículos se encuentra dentro de los límites máximos permitidos. Asimismo, se elaborará y tendrá en regla los registros en donde se reporten las actividades de mantenimiento de equipos. El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las diferentes NOM señaladas, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de desmantelamiento, de manera que se exigirá a los
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	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	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-077-SEMARNAT-1995, “Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del 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.10. 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.”	Los vehículos y maquinaria en circulación empleados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de desmantelamiento, observarán los límites de esta norma, asegurado mediante el **Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos**; asimismo, se establecerán horarios para las actividades generadoras de ruido, reduciendo su efecto en la zona. Así las cosas, se establecen las siguientes medidas: • Realizar inspecciones preoperativas para detectar fugas, fallas, emisiones visibles, ruido anormal o daños mecánicos. • Suspender la operación de equipos con emisiones visibles anormales, ruidos excesivos, vibraciones relevantes o fallas mecánicas. En este tenor, el **Proyecto** durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con el límite de ruido establecido.
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**:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.11. 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 no mezclar residuos generados de ningún tipo (peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos), además, se implementará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contendrá, entre otras, las siguientes medidas: • Aplicar buenas prácticas de compra, almacenamiento, dosificación y uso de materiales para prevenir la generación de residuos y promover la reducción, reutilización y reciclaje. • Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio. • Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas. • Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final. • Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE. Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final.
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."	
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** conforme a esta norma dentro del **Programa de Manejo Integral de Residuos.** Este Programa, tendrá, entre otras, las siguientes medidas:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	• Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio. • Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas. • Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final. • Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE. Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final.
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, clasificando los residuos conforme a esta norma y, cuando se actualice el supuesto, se sujetarán a plan de manejo, privilegiando su valorización, reúso y reciclaje a través de terceros autorizados; lo anterior, conforme al **Programa de Manejo Integral de Residuos.** Este Programa, tendrá, entre otras, las siguientes medidas: • Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio. • Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas. • Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	• Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE. Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final.

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.12. 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."	En caso de que en el **Proyecto** se identifiquen especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** la **Promovente** implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo, tal como lo señala el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna,** el cual establece, entre otras medidas, las siguientes: • Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo. • Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada. • Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada. • Mantener acompañamiento de la brigada de fauna durante desmonte, despalme y actividades de mayor riesgo. • Atender ejemplares lesionados mediante personal especializado y, cuando

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	corresponda, coordinar su canalización a una instancia autorizada. Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre.

II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales

Tabla II.13. 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". **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"	El **Proyecto**, no prevé la descarga de aguas residuales a bienes de agua, todos los rellenos sanitarios y/o aguas residuales generadas por el **Proyecto** serán dispuestos ante terceros autorizados por las autoridades competentes para su manejo y disposición final. En apoyo a estas NOM, el **Proyecto** ha establecido las siguientes medidas: • Mantener kits antiderrames disponibles en maquinaria, vehículos, áreas de abastecimiento y almacenes; capacitar al personal en contención, recuperación, limpieza y notificación de incidentes. • Instalar sanitarios portátiles en número suficiente, realizar limpieza y mantenimiento periódicos, y contratar a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales.

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

Tabla II.14. 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 a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas: • Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos. • Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones. • Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales. Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental.
NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. **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.	La **promovente** y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en sus operaciones en sus equipos y procesos, lo anterior, a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**. En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas: • Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos. • Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones. • Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental.
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** a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**. En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas: • Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos. • Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones. • Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales. Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental

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

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, el 7 junio 1989, adoptó el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (Convenio 169), el cual fue ratificado por México el 24 de enero de 1991.

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 estructura social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario.

Por otra parte, en el ámbito nacional, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 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 2° 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”.*

De igual forma, el mismo artículo constitucional señala que las comunidades integrantes de un pueblo son:

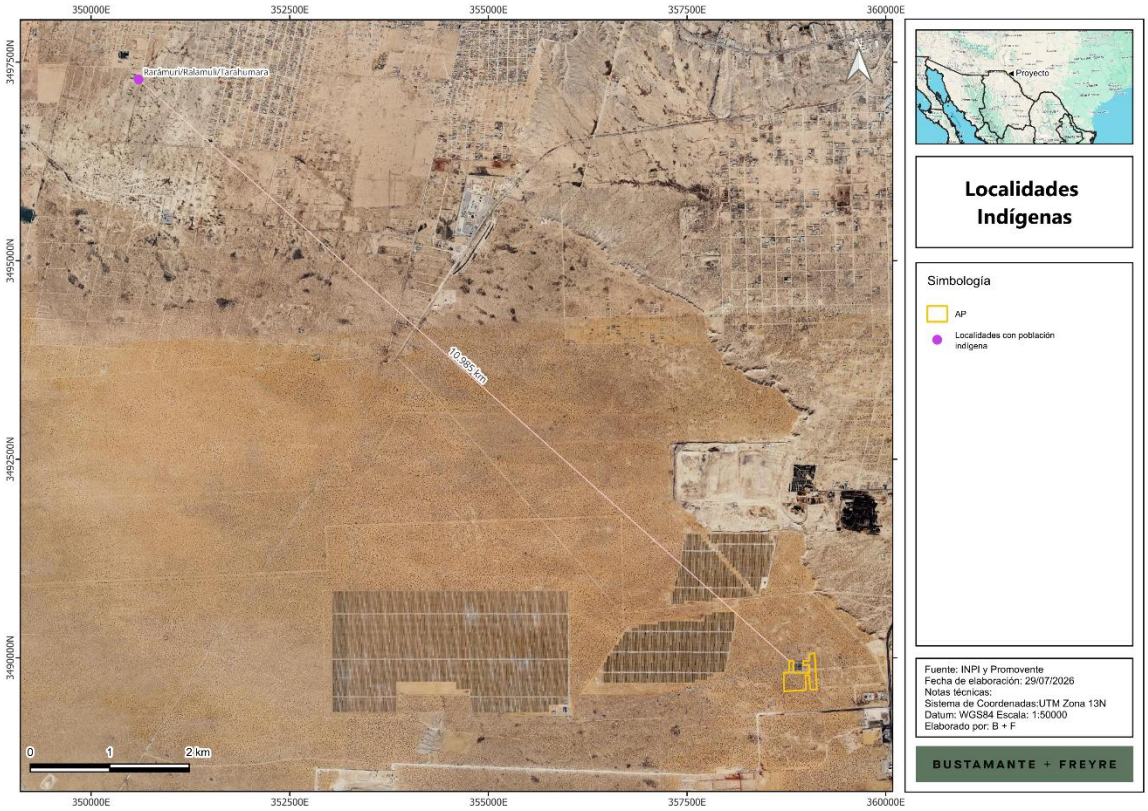
> “*(…) aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo a sus usos y costumbres”.*

En ese orden de ideas, se consultó el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas.

Del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la **CDI**, se aprecia que el sitio del **Proyecto** no incide en alguna región o comunidad indígena ya que la localidad con población indígena Rarámuri/Ralamuli/Tarahumara se ubica a 10.9 km del mismo, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.8. Comunidades Indígenas de acuerdo con la clasificación INPI



En función de lo anterior se observa que no existe la necesidad de llevar a cabo las consultas señaladas para este tema.

II.7. Conclusiones

Del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye que el **Proyecto "SAEE BORDER"** 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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; Reforestación; 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO

“SAEE BORDER”

CAPÍTULO III

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Índice

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 4
III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas 4
III.1.1. Criterios para delimitación de la RE 4
III.1.2. Justificación 5
III.1.3. Superficie de la Región Ecológica 6
III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación en la RE 7
III.3. Especies potenciales de flora y fauna 8
III.3.1. Flora 9
III.3.2. Fauna 9
III.4. Resumen y metodología de los muestreos 10
III.5. Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 12
III.5.1. Flora 12
III.5.2. Fauna 12
III.6. Índices de diversidad biológica 12
III.6.1. Flora 12
III.6.2. Fauna 14
III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 16
III.8. Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación 25
III.9. Diagnóstico 27
III.10. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas 27
III.11. Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI 28
III.11.1. Incidencia en uso de suelo y vegetación 28
III.11.2. Incidencia en áreas de importancia ambiental 29
III.11.3. Incidencia en escurrimientos y cuerpos de agua 30
III.12. Anexos 31

Índice de tablas

Tabla III.1. Superficies de la RE, AI y AP 6
Tabla III.2. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 9
Tabla III.3. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 9
Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en la RE, AI y AP 10
Tabla III.5. Índices de diversidad de flora 12
Tabla III.6. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo 13
Tabla III.7. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo 13
Tabla III.8. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo 13
Tabla III.9. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo 14
Tabla III.10. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 14
Tabla III.11. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 14
Tabla III.12. Índices de diversidad de fauna. 15
Tabla III.13. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto. 17
Tabla III.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI en la RE y AI. 25
Tabla III.15. Superficie por uso de suelo obtenido para el AP con base en INEGI Serie VII. 26
Tabla III.16. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo. 26
Tabla III.17. Incidencia del Proyecto en usos de suelo y vegetación determinado en campo 28

Tabla III.18. Incidencia de la RE en áreas de importancia ambiental 29
Tabla III.19. Incidencia del AI en áreas de importancia ambiental 29
Tabla III.20. Incidencia del AP en áreas de importancia ambiental 30

Índice de figuras

Figura III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la RE 5
Figura III.2. Región Ecológica delimitada para el Proyecto 7
Figura III.3. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI. 25
Figura III.4. Uso de suelo y vegetación observado en campo. 27

CAPÍTULO 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 ambiental**[1], y considerando lo dispuesto en 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**. Asimismo, 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” (SAR)** 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

La delimitación de la **RE** se generó mediante la combinación de distintos criterios espaciales. Como unidad principal, se consideró el uso de suelo y la vegetación presentes en la región, con base en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI)**.

Los criterios utilizados fueron los siguientes:

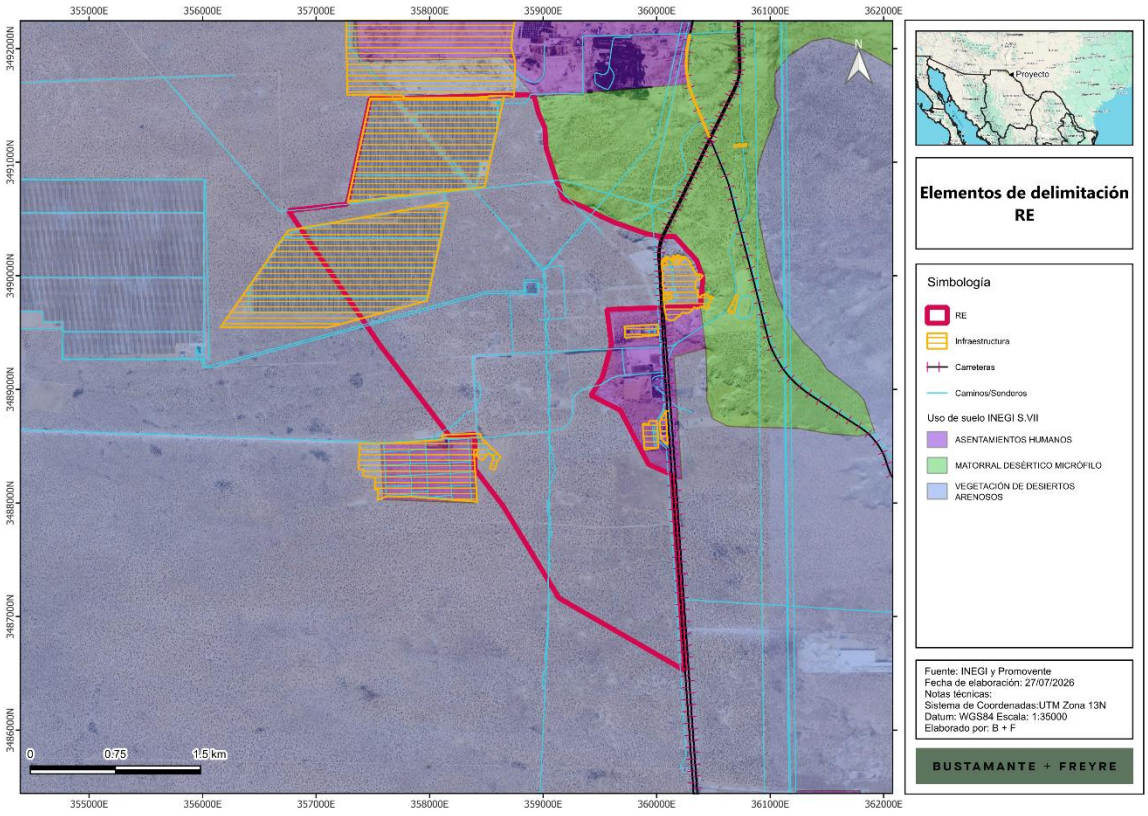
- **Cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI**, a escala 1:250 000, a partir de la cual se identificaron los polígonos de matorral desértico micrófilo, vegetación de desiertos arenosos y asentamientos humanos que enmarcan el **Proyecto**.
- **Trazos de carreteras, caminos y senderos existentes**, los cuales permiten definir la accesibilidad al sitio y el vínculo funcional de la **RE** con la infraestructura regional.
- **Infraestructura asociada al Proyecto y obras cercanas**, incluyendo la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE**, el derecho de vía existente y los caminos de acceso. Esta información se incorporó para establecer el contorno de la RE en torno a las áreas con mayor concentración de posibles impactos directos e indirectos.

[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.

- **Imagen satelital de alta resolución de Google Earth**, correspondiente a mayo de 2024, por ser la imagen más reciente disponible. Esta se utilizó para verificar la continuidad de la vegetación, la presencia de áreas previamente desmontadas y la configuración actual de caminos, construcciones e infraestructura.
- **Límites funcionales del territorio**, conformados por las principales carreteras y caminos de acceso que atraviesan la zona, debido a que estructuran la conectividad del **Proyecto** con la región y marcan cambios en el patrón de ocupación del territorio.

En la **Figura III**.1 se muestran los criterios utilizados para la delimitación de la **RE**

Figura III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la **RE**



III.1.2. Justificación

En el área de estudio predominan las unidades de matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos, así como zonas puntuales de asentamientos humanos vinculados con la infraestructura existente. Debido a que se trata de una planicie desértica relativamente homogénea, la delimitación de la **RE** requirió incorporar elementos físicos y antrópicos adicionales que permitieran definir un polígono espacialmente acotado, con menor heterogeneidad y congruente con las características, magnitud y tipo de **Proyecto**.

La incorporación de infraestructura existente, caminos, carreteras, derechos de vía y áreas previamente intervenidas permitió reconocer los elementos que condicionan la conectividad regional y que pueden concentrar o delimitar los impactos directos e indirectos asociados al **Proyecto**.

Por otra parte, hacia los sectores donde se mantiene continua la cobertura de matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos, sin presencia de infraestructura relevante, la **RE** se acotó de manera que incluyera únicamente el entorno donde resulta razonable prever efectos del **Proyecto** sobre los componentes suelo, vegetación y fauna.

De esta manera, mediante la sobreposición de la imagen satelital reciente, la cartografía de uso de suelo y vegetación, y la información vectorial de infraestructura, carreteras y caminos, se obtuvo un polígono de **RE** que engloba el Área del Proyecto (**AP**) y su Área de Influencia (**AI**) inmediata. Dicho polígono representa adecuadamente el ámbito espacial de análisis para la evaluación de impactos ambientales.

III.1.3. Superficie de la Región Ecológica

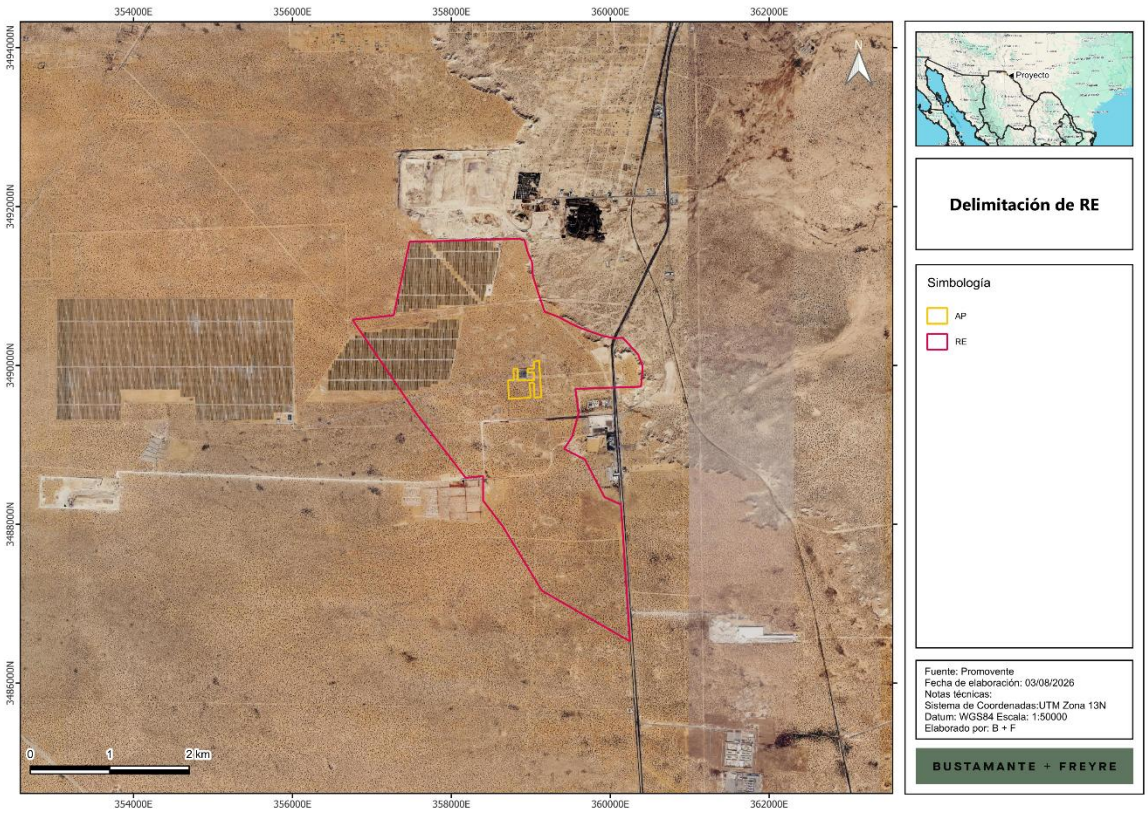
La **RE** delimitada presenta una superficie de 879.955 ha (**Tabla III.1**); asimismo, se presentan las superficies del **AP** y el **AI**.

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

Nombre	m²	ha
Área del Proyecto (**AP**)	110,992.193	11.099
Área de Influencia (**AI**)	363,432.749	36.343
Región Ecológica (**RE**)	8,799,549.965	879.955

En la **Figura III.2** 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.

Figura III.2. Región Ecológica delimitada para el **Proyecto**



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

En el presente apartado, se describen 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: Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**; asimismo, se incluyen notas de las observaciones realizadas durante los trabajos de campo en dichas áreas, particularmente para el **AP**.

- **Vegetación de desiertos arenosos (VD)**

Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos perennes, cuyas raíces perforantes se anclan en la arena no consolidada y forman colonias por reproducción vegetativa.

Se agrupan por "manchones" en desiertos sumamente áridos. Algunas de las especies que se pueden encontrar son: *Larrea tridentata* (Gobernadora, Hediondilla), *Prosopis* spp. (Mezquites), *Yucca* spp., *Atriplex* spp. (Saladillos), *Opuntia* spp. (Chollas, Nopales), *Ephedra trifurca* (Hitamo), *Ambrosia dumosa* (Hierba del burro), etcétera.

Estas especies proceden de las áreas circunvecinas, generalmente con matorral desértico micrófilo, mezquital u otros tipos de vegetación.

Este tipo de vegetación cubre amplias regiones, principalmente en las zonas áridas de Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California, como sucede en buena parte del noroeste del país.

En el **Anexo III.3 Flora / Reportes fotográficos** se presentan las evidencias fotográficas de las condiciones de uso de suelo y vegetación presente en el **AP, AI** y **RE**.

- **Desprovisto de vegetación**

El **INEGI** considera estas superficies bajo la categoría de “Otro rasgo”, la cual refiere a la inclusión de información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni las áreas manejadas, pero que inciden sobre ellas, considerando las siguientes:

- Agua
- Urbano construido
- Área desprovista de vegetación
- Sin vegetación aparente

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 cual 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:
    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. Asimismo, se confirmaron los registros que además de coincidir con la localidad, estuvieran dentro del mismo tipo de vegetación (vegetación de desiertos arenosos) que la presente en la **RE, AI** y **AP.**

III.3.1. Flora

Con relación a la flora, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III.2. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial

Característica	Registro potencial
Número de especies, familias y géneros	156 especies, pertenecientes a 45 familias y 114 géneros
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	1 en la categoría de Protección Especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	1 especie listada en Apéndice I y 11 especies listadas en Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	24 en la categoría de preocupación menor (LC) y 132 especies no evaluadas
Distribución de las especies	5 especies identificadas como exóticas y 3 especies como exóticas invasoras
Endemismo	10 especies endémicas

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo II.2**.

III.3.2. Fauna

Con relación a la fauna, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III.3. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial

Característica	Registro potencial
Número de especies, familias y órdenes	83 especies, 46 familias y 16 órdenes (4 anfibios, 23 aves, 28 mamíferos y 28 reptiles)
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	7 especies listadas como amenazadas (A), 1 en peligro de extinción (P), 8 en protección especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	9 especies listadas en el Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	78 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 8 no evaluadas
Distribución de las especies	1 especie identificada como exótica y 4 como exóticas invasoras
Endemismo	1 especie endémica
Categoría de residencia para aves	3 especies migratorias, 1 especie migratoria de invierno – migratoria de verano, 7 residentes y 10 residentes – migratorias de invierno

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo II.2**.

III.4. Resumen y metodología de los muestreos

En la **Tabla III.4** se resume la metodología de los muestreos de flora y fauna realizados en la **RE**, **AI** y **AP**.

Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en la **RE**, **AI** y **AP**

Componente	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	Aleatorio	Parcela circular	RE 5 AI 5 AP 5 Total 15	diurno	Inicio de lluvias; verano	07 a 09 de julio de 2026	Perenne	Terrestre
Fauna	Sistemático	**Área de estudio y diseño de muestreo** El estudio se realizó en Juárez, Chihuahua, evaluando tres sitios: **AP**, **AI** y **RE**. En el **AP** se estableció 1 transecto, en el **AI** 2 transectos y en la **RE** 4 transectos, sumando un total de 7 transectos. El trabajo de campo constó de 3 días consecutivos por sitio, acumulando un esfuerzo de 21 recorridos georreferenciados mediante GPS. **Muestreo por grupo faunístico** **Aves:** Registradas mediante transectos lineales y puntos de conteo (auditivo y visual) entre las 07:00 y las 12:40 h. Se emplearon binoculares, guías especializadas y la plataforma eBird para validar la taxonomía y distribución. **Mamíferos:** Evaluados mediante cuatro	Transectos RE 4 AI 2 AP 1 Total 7	Diurno (06:00-18:00 horas)	Inicio de lluvias; verano	07 a 09 de julio de 2026	No Aplica	Terrestre

Componente	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
		métodos: *Observación directa e indicios* (huellas, excretas, etc.) en los transectos. *Fototrampeo* *Pequeños mamíferos:* trampas Sherman **Herpetofauna:** Registrada mediante búsqueda visual libre en microhábitats (hojarasca, troncos, rocas) en horario diurno (08:00 a 14:00 h), con posterior liberación de los ejemplares. **Análisis de datos** A partir de la abundancia (N) y riqueza de especies (S), se determinaron la diversidad alfa, los índices de Margalef, Shannon-Wiener, Simpson y la equitatividad de Pielou, además de 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.

III.5.1. Flora

No se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas.

III.5.2. Fauna

Dentro de los trabajos de campo, únicamente se registró una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Uta stansburiana*, en la categoría de Amenazada (A). Esta especie se registro en la **RE, AI** y **AP.**

III.6. Índices de diversidad biológica

III.6.1. Flora

La **Tabla III.5** presenta los índices de diversidad florística calculados a partir de los registros de especies obtenidos durante los trabajos de campo. Por su parte, las

Tabla III.6 a **Tabla III.11** muestran el Índice de Valor de Importancia por estrato de las especies registradas en la **RE, AI** y **AP**.

Tabla III.5. Índices de diversidad de flora

Componente	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
Flora	Arbustivo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.096	0.952	1.071	La diversidad en el estrato arbustivo en el AP, AI y la RE es baja
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbustivo en todas las áreas de estudio es media.
			0.36-0.70 medio	0.563	0.592	0.665	
			0.71-1.0 alto				
	Herbáceo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	0.637	0.786	1.645	La diversidad en el estrato arbustivo en el AP, AI y la RE es baja
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.918	0.716	0.749	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.6. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Neltuma glandulosa	Mezquite	1180.00	54.128	1.000	41.667	1334.552	65.384	53.726
Atriplex canescens	Cenizo	630.00	28.899	0.800	33.333	336.775	16.500	26.244
Yucca elata	Cortadillo	10.00	0.459	0.200	8.333	5.027	0.246	3.013
Larrea tridentata	Gobernadora	320.00	14.679	0.200	8.333	361.912	17.731	13.581
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	40.00	1.835	0.200	8.333	2.827	0.139	3.436
		2180.00	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**2041.09**	**100.00**	**100.00**

Tabla III.7. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	116.67	32.000	0.400	16.667	6.930	51.997	33.555
Bouteloua barbata	Navajita	91.67	25.143	0.600	25.000	2.000	15.006	21.716
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	2.08	0.571	0.200	8.333	0.802	6.016	4.974
Sphaeralcea incana	Malva gris	14.58	4.000	0.200	8.333	0.716	5.372	5.902
Sphaeralcea hastulata	Malva	10.42	2.857	0.200	8.333	0.184	1.381	4.191
Lepidium alyssoides	Hierba de la pimienta	10.42	2.857	0.200	8.333	0.511	3.837	5.009
Laennecia coulteri	Hierba de caballo de Coulter	18.75	5.143	0.200	8.333	0.331	2.486	5.321
Atriplex confertifolia	Chamizo salado	6.25	1.714	0.200	8.333	0.196	1.473	3.840
Nama hispida	Campanitas de arena	93.75	25.714	0.200	8.333	1.657	12.431	15.493
		364.58	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**13.327**	**100.00**	**100.00**

Tabla III.8. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Atriplex canescens	Cenizo	1270.00	50.800	1.000	35.714	229.814	11.184	32.566
Neltuma glandulosa	Mezquite	1015.00	40.600	1.000	35.714	1746.145	84.973	53.763
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	195.00	7.800	0.400	14.286	75.045	3.652	8.579
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	5.00	0.200	0.200	7.143	0.982	0.048	2.464
Krascheninnikovia lanata	Salvia blanca	15.00	0.600	0.200	7.143	2.945	0.143	2.629
		2500.00	**100.00**	**2.800**	**100.00**	**2054.93**	**100.00**	**100.00**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.9. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua barbata	Navajita	435.00	54.375	1.000	41.667	4.920	28.746	41.596
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	345.00	43.125	1.000	41.667	11.949	69.820	51.537
Salsola kali	Rodadora	20.00	2.500	0.400	16.667	0.245	1.434	6.867
		800.00	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**17.115**	**100.00**	**100.00**

Tabla III.10. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Atriplex canescens	Cenizo	1140.00	46.531	1.000	33.333	223.839	12.179	30.681
Neltuma glandulosa	Mezquite	945.00	38.571	1.000	33.333	1454.718	79.152	50.352
Salsola kali	Rodadora	5.00	0.204	0.200	6.667	0.039	0.002	2.291
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	20.00	0.816	0.200	6.667	2.513	0.137	2.540
Bouteloua barbata	Navajita	25.00	1.020	0.200	6.667	0.785	0.043	2.577
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	5.00	0.204	0.200	6.667	0.157	0.009	2.293
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	310.00	12.653	0.200	6.667	155.823	8.478	9.266
		2450.00	**100.00**	**3.000**	**100.00**	**1837.88**	**100.00**	**100.00**

Tabla III.11. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	140.00	33.333	0.800	66.667	4.398	47.059	49.020
Bouteloua barbata	Navajita	280.00	66.667	0.400	33.333	4.948	52.941	50.980
		420.00	**100.00**	**1.200**	**100.00**	**9.346**	**100.00**	**100.00**

Las bases de datos de flora, los cálculos de diversidad de flora, las especies encontradas en las tres áreas de estudio y coordenadas de los sitios de muestreo se encuentran en el **Anexo III.3 Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.**

III.6.2. Fauna

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La

Tabla III.12 presenta los índices de diversidad de fauna calculados a partir de los registros de especies obtenidos durante los trabajos de campo.

Tabla III.12. Índices de diversidad de fauna.

Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			AP	AI	RE	
Herpetofauna	Número total de individuos (N)	Media	25	8	20	Los reptiles fueron el grupo con mayor abundancia, con 53 individuos registrados y dos especies presentes en las tres áreas evaluadas. El AI presentó una distribución equitativa entre ambas especies, mientras que la RE y, especialmente, el AP mostraron dominancia de *Uta stansburiana*.
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	2	2	2	
	Índice de Margalef	Media	0.311	0.481	0.334	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0.853	0.5	0.625	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	0.279	0.693	0.562	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0.402	1	0.811	
Aves	Número total de individuos (N)	Media	0	1	6	La avifauna presentó la menor riqueza y abundancia de los grupos evaluados, con dos especies y siete individuos registrados, concentrados principalmente en la RE. La comunidad mostró dominancia de *Callipepla gambelii* y ausencia de registros en el AP durante el periodo de muestreo
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	0	1	2	
	Índice de Margalef	Media	0	0	0.558	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0	1	0.722	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	0	0	0.451	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0	0	0.65	
Mamíferos	Número total de individuos (N)	Media	16	3	11	Los mamíferos presentaron la mayor riqueza específica, con cinco especies registradas, así como los valores más altos de diversidad en la RE. Aunque el AP concentró la mayor abundancia de individuos, su composición estuvo influida por el predominio de *Lepus californicus*.
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	3	3	4	
	Índice de Margalef	Media	0.721	1.82	1.251	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0.539	0.333	0.322	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	0.778	1.099	1.241	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0.708	1	0.895	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

En la **Tabla III**.13 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.**

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.13. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el **Proyecto**.

Medio	Componente	Descripción
Abiótico	Clima	La **RE,** el **AI** y el **AP** se presenta una sola unidad climática, que corresponde al clima desértico muy seco templado (BWkw(x')), El clima desértico muy seco templado tiene una temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una amplitud térmica marcada entre el mes más frío y el más cálido. La precipitación total anual es muy baja, insuficiente para compensar la evapotranspiración potencial, lo que genera condiciones de aridez extrema. El régimen de lluvia es predominantemente de verano, pero con el distintivo de que las lluvias son escasas a lo largo de todo el año, presentándose en forma de chubascos aislados de corta duración. La temporada invernal es fría y muy seca; los veranos son cálidos a calurosos, secos, con alta radiación solar y gran variación diaria de temperatura. Estas condiciones favorecen la presencia de vegetación xerófila escasa (matorral desértico, pastizales áridos) y suelos someros, con fuerte susceptibilidad a la erosión eólica[2,3].
	Temperatura	La temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 17.7 °C, con una temperatura mínima de 9.6°C y una máxima de 25.8 °C. Las temperaturas más altas se dan en los meses de junio a agosto en las cuales se tiene una normal de hasta 27.37°C con una máxima de 28°C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de 7.7 °C y 6.7°C, respectivamente.
	Precipitación	La precipitación total anual es de 237.5 mm. De acuerdo con el comportamiento de la precipitación normal se observa que los meses más lluviosos son de julio a septiembre, con precipitaciones de hasta 46.4 mm en agosto, mientras que los meses de menor precipitación son de marzo a mayo
	Fenómenos meteorológicos	Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (**CENAPRED**), los niveles de riesgo o peligro por fenómenos meteorológicos son los siguientes: • El nivel de riesgo por heladas en la **RE**, **AI** y **AP** es alto • El riesgo por ciclones tropicales en la **RE**, **AI** y **AP** es muy bajo • La **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es medio • La **RE, AI** y **AP** se ubican en una zona con un nivel de peligro alto para sequías.
	Vulnerabilidad al cambio climático	De acuerdo con la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad baja a inundaciones y muy-baja por deslaves.

[2] García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México.

[3] INEGI. Diccionario de Datos Climáticos : Vectorial : Escalas 1 : 250 000 y 1 : 1 000 000. 2001

Medio	Componente	Descripción
	Provincias fisiográficas	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la provincia Sierras y Llanuras del Norte, así como en la subprovincia Sierras Plegadas del Norte.
	Sistema de topoformas	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en sistemas de topoformas de llanura desértica y llanura desértica de piso rocoso o cementado. Lo anterior refiere a que la **RE, AI** y **AP** se encuentran en una región caracterizada por relieve plano, aridez, cobertura vegetal escasa y suelos poco desarrollados.
	Gradiente altitudinal	la **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 1260 a 1270 msnm.
	Pendiente	La topografía en la **RE**, el **AI** y el AP se caracteriza por pendientes dominantes cercanas a 0°, lo que refleja una morfología prácticamente plana asociada a llanuras desérticas. En el conjunto del área de estudio predomina la clase de pendiente mínima, con variaciones locales suaves, por lo que, no se identifican gradientes topográficos relevantes que condicionen de manera marcada la distribución de la vegetación o el escurrimiento superficial.
	Fallas y fracturas	Dentro de la **RE, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas
	Regionalización sísmica	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la zona B, la cual es una zona de media intensidad sísmica, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad
	Intensidad sísmica	De acuerdo con el mapa global de intensidad que representa la actividad sísmica en el país, la **RE, AI** y **AP** no inciden en áreas con clasificación de intensidad.
	Deslizamientos	Según la información del **CENAPRED** (2012), publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, la **RE**, **AI** y **AP** pertenecen a una región con peligro por deslizamiento potencial de laderas, sin embargo, es una clasificación regional que, en el caso particular de la RE, AI y AP podría considerarse con potencial muy bajo, dado que se trata de una zona predominantemente llana
	Hundimientos	Por otro lado, el **CENAPRED** también cuenta con la ubicación de los municipios susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, la mayor parte de la **RE**, **AI** y la totalidad del **AP** se encuentran fuera de zonas con peligro por hundimientos
	Inundaciones	De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** la **RE, AI** y **AP** se ubican en zonas de peligro bajo por inundaciones
	Suelos	En la **RE** los tipos de suelo presentes son arenosol, technosol y solonchack; mientras que el **AI** y **AP** inciden únicamente en arenosol 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).

Medio	Componente	Descripción
		• **Solonchack** Este grupo integra suelos con alta concentración de sales solubles en alguna época del año. Los Solonchaks se localizan principalmente en zonas áridas y semiáridas, así como en regiones costeras o depresiones cerradas, donde la evaporación supera ampliamente a la precipitación. En consecuencia, suelen presentar vegetación escasa, fuerte limitación para el desarrollo radicular y restricciones importantes para el uso agrícola sin manejo de sales y drenaje. Material parental: materiales salinos o con aporte salino, frecuentemente en cuencas cerradas, planicies aluviales o depósitos costeros. Medio ambiente: climas áridos y semiáridos, con alta evaporación, drenaje deficiente o acumulación de sales por ascenso capilar; relieve generalmente plano o ligeramente deprimido. Desarrollo del perfil: por lo común, presentan poca diferenciación de horizontes y acumulación de sales en la parte superficial o subsuperficial. • **Arenosol** Este grupo integra suelos de textura predominantemente arenosa, desarrollados sobre arenas residuales o materiales arenosos depositados recientemente. Los Arenosols presentan baja retención de agua y nutrientes, escaso desarrollo del perfil y alta susceptibilidad a la erosión eólica, por lo que su aptitud para usos productivos depende fuertemente del agua disponible y del manejo del suelo. Material parental: arenas no consolidadas, en ocasiones calcáreas, provenientes de sedimentos arenosos o de arenas in situ derivadas de la meteorización de rocas ricas en cuarzo. Medio ambiente: desde zonas áridas hasta húmedas, aunque son muy comunes en superficies arenosas, dunas, planicies arenosas y llanuras extensas; la vegetación puede ir de desértica a herbácea o de bosque ligero. Desarrollo del perfil: en zonas secas muestran desarrollo edáfico muy pobre o nulo; en ambientes más húmedos pueden presentar horizontes de alteración o eluviación, pero generalmente insuficientes para definir un desarrollo fuerte. • **Technosol** Este grupo integra suelos cuya génesis y propiedades están dominadas por materiales técnicos o de origen humano. Los Technosols incluyen suelos con presencia significativa de artefactos, rellenos, escombros, materiales construidos o superficies selladas, y por ello suelen mostrar un comportamiento muy heterogéneo y condicionado por la actividad antrópica.

Medio	Componente	Descripción
		Material parental: materiales expuestos, depositados o transformados por actividad humana, como rellenos, residuos, escombros, capas constructivas o materiales tecnificados. Medio ambiente: principalmente zonas urbanas, industriales o de infraestructura, en áreas pequeñas, pero de distribución compleja, donde el suelo natural ha sido reemplazado o profundamente modificado. Desarrollo del perfil: el perfil es muy variable y frecuentemente artificial, con escasa o nula pedogénesis natural y fuerte influencia de materiales antrópicos. De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), la **RE** se ubica en áreas con procesos erosivos eólicos y, en una pequeña porción, con procesos erosivos antrópicos. El **AI** y **AP** se encuentran totalmente en áreas con procesos erosivos eólicos Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana – Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[4]), se observa que, al noreste de la **RE** existe una pequeña superficie con degradación física por pérdida de la función productiva. Sin embargo, en la mayor parte de la **RE,** así como del **AI** y el **AP** no se detectan polígonos con degradación del suelo
	Geología	La **RE, AI** y **AP** se encuentra en zonas con unidad litoestratigráfica de tipo “suelo”, la cual corresponde al depósito edáfico formado por la meteorización del material parental y la acumulación de materia orgánica, que presenta horizontes diferenciados y características físicas y químicas propias (textura, estructura, contenido de carbono orgánico, sales, carbonatos, etc.). Es el cuerpo natural que recubre la superficie rocosa o la regolita y que permite el desarrollo de la vegetación, clasificado en diferentes unidades y subunidades (Arenosol, Solonchak, Regosol, Feozem, etc.) de acuerdo con el sistema de clasificación de suelos adoptado por **INEGI**
	Hidrología superficial	La **RE**, el **AI** y el **AP** se localizan dentro de la región hidrológica RH-24 Bravo-Conchos. En lo que respecta a las cuencas hidrológicas, la **RE** se encuentra comprendida en las cuencas Río Bravo-Ciudad Juárez y Río Santa María, mientras que el **AI** y el **AP** se ubican únicamente en la **cuenca Río Bravo-Ciudad Juárez.** A nivel de subcuenca, la **RE** se emplaza en las subcuencas Río Bravo y Palmar del Berrendo-El Traque; por su parte, el **AI** y el **AP** se localizan exclusivamente en la subcuenca **Río Bravo**. De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso

[4] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

<table>
<tr><th>Medio</th><th>Componente</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td></td><td>de Riesgo Compartido, la RE se sitúa en las microcuencas Samalayuca y Juárez, mientras que el AI y el AP corresponden únicamente a la microcuenca Juárez.

Dentro del AI y del AP no se registran corrientes, escurrimientos ni cuerpos de agua superficiales, lo que indica una ausencia de hidrografía permanente o bien definida en el AI y AP. En consecuencia, la interacción directa del Proyecto con cuerpos de agua superficiales es nula, aunque deberá considerarse que, durante lluvias intensas, los escurrimientos regionales pueden incrementar de forma temporal el transporte de agua y sedimentos en las zonas aledañas.

De acuerdo con la cartografía de Inventario de Humedales de la Comisión Nacional del Agua, se observa que no se tiene incidencia en humedales los más próximos se encuentran al suroeste fuera de la RE, a una distancia aproximada de 83.936 km</td></tr>
<tr><td>Hidrología subterránea</td><td>Según el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, la RE, AI y AP inciden sobre dos acuíferos: Valle de Juárez y Conejos-Médanos.
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 lo siguiente para los acuíferos de interés:
<table>
<tr><th>Clave</th><th>Acuífero</th><th>R (hm³/año)</th><th>DNC (hm³/año)</th><th>VEAS (hm³/año)</th><th>DMA (hm³/año)</th><th>Déficit (hm³/año)</th><th>Incidencia</th></tr>
<tr><td>0833</td><td>Valle de Juárez</td><td>125.9</td><td>0.0</td><td>199.233</td><td>0.0</td><td>-73.333</td><td>RE, AI, AP</td></tr>
<tr><td>0823</td><td>Conejos-Médanos</td><td>18.8</td><td>0.0</td><td>109.223</td><td>0.0</td><td>-90.423</td><td>RE, AI, AP</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Aire</td><td>La RE, AI y AI se ubican en el municipio de Juárez, el cual presenta las siguientes emisiones, en donde destacan las emisiones de CO.
<table>
<tr><th>Municipio</th><th>PM10</th><th>PM2.5</th><th>SO2</th><th>CO</th><th>NOX</th><th>COV</th><th>NH3</th></tr>
<tr><td>Juárez</td><td>3,934.12</td><td>3,078.39</td><td>4,607.71</td><td>89,434.44</td><td>31,146.39</td><td>28,923.40</td><td>1,513.71</td></tr>
</table>
Las emisiones de CO provienen principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte) así como fuentes de fijas, mientras que los COV provienen principalmente de fuentes naturales; todas estas fuentes con probable presencia en la RE y en el AI</td></tr>
<tr><td>Biótico</td><td>Flora</td><td>Área del Proyecto (AP)
El AP cuenta con una riqueza específica de 07 especies en dos estratos vegetativos, en esta área no hay presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El índice de Shannon más alto se encuentra en el estrato arbustivo con un valor de 1.096, mientras que la equidad de Pielou es más alto en el estrato herbáceo con un valor de 0.918.
Área de Influencia (AI)</td></tr>
</table>

Medio	Componente	Descripción
		La riqueza específica en esta área de la **RE, AI** y **AP** se identificó únicamente la presencia de vegetación de desiertos arenosos. Asimismo, de acuerdo con los recorridos en campo, dentro del **AP** también se identificaron superficies desprovistas de vegetación. Los resultados completos sobre la evaluación de este componente, incluyendo trabajos de campo, análisis estadísticos, y evidencia fotográfica se presenta en los **anexos III.2 Listado potencial de especies, III.3 Flora y III.5 Caracterización ambiental**.
	Fauna	El **AP** registró una riqueza de cinco especies —tres mamíferos y dos reptiles— y la mayor abundancia total, con 41 individuos. No se registraron aves en esta zona durante el periodo de muestreo. La comunidad estuvo dominada por *Uta stansburiana* (23 individuos) y *Lepus californicus* (11 individuos); la primera se encuentra indicada en la categoría Amenazada (A) de la NOM-059, por lo que el AP requiere medidas preventivas específicas para evitar afectaciones a sus individuos y a los microhábitats que utiliza. El **AI** presentó una riqueza de seis especies —un ave, tres mamíferos y dos reptiles— y la menor abundancia total, con 12 individuos. Aunque tuvo menos registros, las comunidades de mamíferos y reptiles mostraron una distribución equitativa de las abundancias, sin una especie claramente dominante. En esta área también se registró *Uta stansburiana*, especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La **RE** presentó la mayor riqueza faunística, con ocho especies —dos aves, cuatro mamíferos y dos reptiles— y 37 individuos registrados. Esta zona concentró la mayor riqueza de aves y mamíferos, además de mostrar la mayor diversidad de mamíferos, lo que evidencia una composición faunística más heterogénea que la observada en el **AP** y el **AI**. La **RE** también registró *Uta stansburiana* (15 individuos), especie catalogada como Amenazada conforme a la NOM-059, así como las dos especies de aves documentadas en el estudio. En conjunto, se registraron **nueve especies**: dos aves, cinco mamíferos y dos reptiles. La única especie señalada en categoría de riesgo en los datos analizados fue *Uta stansburiana*, presente en las tres áreas evaluadas. Los resultados completos sobre la evaluación de este componente, incluyendo trabajos de campo, análisis estadísticos, y evidencia fotográfica se presenta en los **anexos III.2 Listado potencial de especies, III.4 Faunay III.5 Caracterización ambiental**.

Medio	Componente	Descripción
Socioeconómico	Contexto regional	De acuerdo con la **CONAPO**, para la región de interés a nivel estatal se tiene que Chihuahua presenta un grado de marginación medio[5], sin embargo, a nivel municipal Juárez presenta un índice de marginación muy bajo[6]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Juárez (59.1%) tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.
	Contexto municipal	**Demografía** El municipio de Juárez tiene una población total de 1,512,450 habitantes, lo que representa el 40.4% de la población estatal con una densidad de 426.3 hab/km². **Etnicidad** El 0.56% de la población del municipio de Juárez de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el chinanteco y náhuatl. Por otro lado, existe un 1.95% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 0.65% es población hablante de lengua indígena que no habla español **Vivienda, bienes y servicios** El municipio de Juárez presenta un total de 449,452 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 39.2% del total estatal, del cual el 0.8% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.4 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por cuarto Con respecto a la disponibilidad de servicios en Juárez, la mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica. En cuanto a la disponibilidad de bienes, la mayor parte de la población cuenta con bienes como refrigerador lavadora y automóvil o camioneta. Con respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (**TIC**), la mayor parte de la población cuenta con teléfono móvil e internet **Características económicas** La Población Económicamente Activa (**PEA**) del municipio de Juárez es del 64.7% (población de 12 años y más), de la cual el 41.5% son mujeres y el 58.5% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.6% se encuentra ocupada, En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 35%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar **Escolaridad**

[5] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IME_2010-2020.html

[6] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IMM_2010-2020.html

Medio	Componente	Descripción
		El municipio de Juárez tiene una tasa de alfabetización del 99% para habitantes de 15 a 24 años y del 98.2% para habitantes de 25 años y más. La mayor parte de la población de 15 años y más (51.6%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 25.7% presenta un nivel medio superior y el 20.5% un nivel superior, mientras que, el 1.9% de la población no tiene escolaridad. **Servicios de salud** La mayor parte de la población del municipio de Juárez (87.4%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 3.9% de la población de Juárez presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más. **Migración** En el tema de migración se tiene que el 3.4% de la población de 5 años y más del municipio de Juárez tenían lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, la mayoría por razones de trabajo y familiar La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental**
Paisaje	Calidad del paisaje	El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 10 puntos, por lo que, se cataloga en la clase C, áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental**
	CAV y fragilidad	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 fue de **24 puntos**, lo que indica que el área presenta una **capacidad de absorción visual moderada** y, en consecuencia, una **fragilidad paisajística moderada**. Esto significa que el paisaje tiene una **aptitud moderada para absorber visualmente las modificaciones** que pudieran generarse en el sitio sin alterar de manera significativa su carácter visual. La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental**

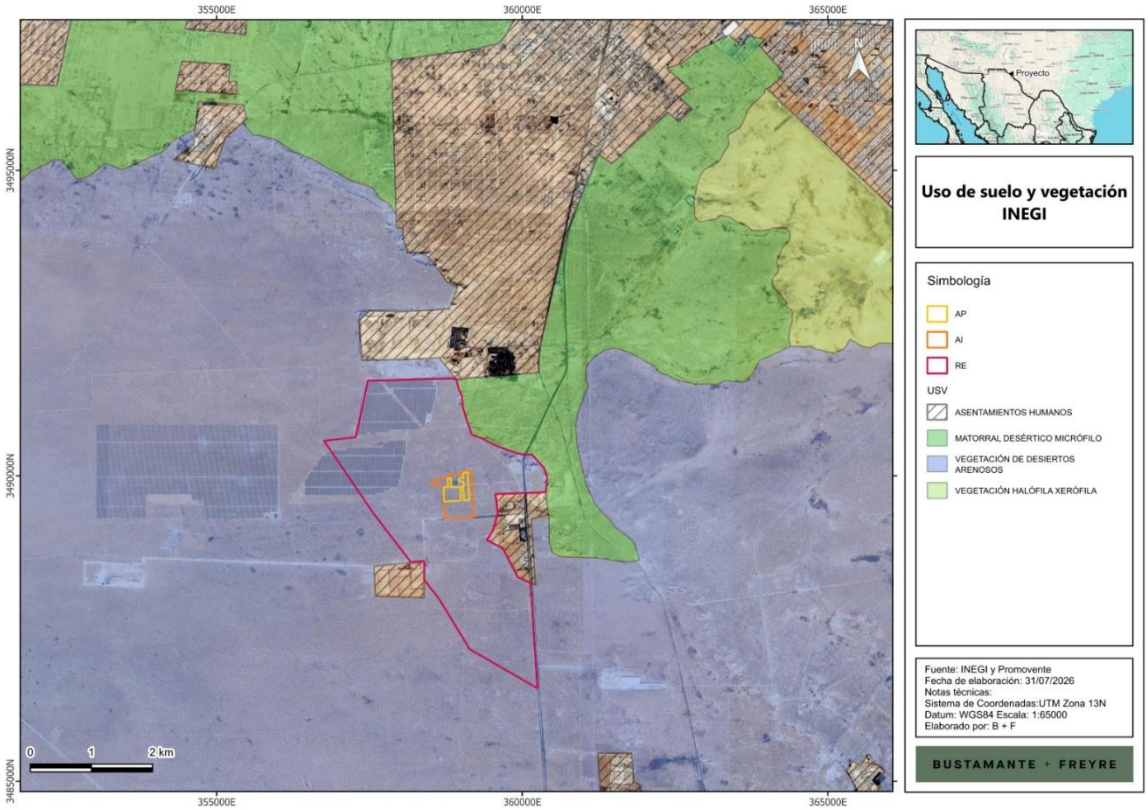
III.8. Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, la **RE** y **AI** tienen incidencia en un solo tipo de vegetación: vegetación de desiertos arenosos. La ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) en cada área se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla III.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI.

Clave	Tipo	Superficie (ha)			Porcentaje		
		RE	AI	AP	RE	AI	AP
VD	VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	879.955	36.343	11.099	100.00	100.00	100.00
	Total	**879.955**	**36.343**	**11.099**	**100**	**100**	**100**

Figura III.3. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI.



En el **AP**, la cartografía del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, del **INEGI** identifica exclusivamente la unidad de vegetación de desiertos arenosos. Sin embargo, debido a la escala de representación de dicha cartografía, pueden presentarse discrepancias

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

puntuales entre la clasificación cartográfica y las condiciones actuales de uso del suelo y vegetación observables a escala de **Proyecto**.

Por ello, la información de **INEGI** se verificó y ajustó a nivel del **AP** mediante los recorridos de campo y los sitios de muestreo establecidos. Las correcciones se realizaron únicamente en los polígonos donde se identificaron condiciones de uso del suelo o tipos de vegetación diferentes a los registrados en la cartografía base, con el fin de que la delimitación final refleje las condiciones ambientales efectivamente observadas en el sitio.

Por lo tanto, la superficie obtenida de acuerdo con la cartografía del **INEGI** y con la reclasificación basada en campo se muestra en las siguientes tablas.

Tabla III.15. Superficie por uso de suelo obtenido para el AP con base en INEGI Serie VII.

Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	AP	
	ha	%
Vegetación de Desiertos Arenosos	11.099	100%
Total	11.099	100%

Tabla III.16. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo.

USV	AP	
	ha	%
Desprovisto de Vegetación	0.514	4.631%
Vegetación de Desiertos Arenosos	10.585	95.369%
Total	11.099	100%

En las siguientes figuras se muestra la distribución del uso de suelo y vegetación en el **AP** conforme a la reclasificación de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.4. Uso de suelo y vegetación observado en campo.



III.9. Diagnóstico

Con base en la información expuesta en este capítulo y sus anexos se observa que se tiene una **RE, AP** y **AI** con vegetación forestal, pero con áreas impactadas por el desarrollo de infraestructura eléctrica, así como por la apertura de caminos de terracería. En este sentido todos los procesos que dependen de la presencia de cobertura vegetal o condiciones de naturalidad de un sitio presentan cierto grado de perturbación. En cuanto a la flora, debido al tipo de vegetación presente, ésta se caracteriza por presentar poca diversidad y una estructura homogénea. En el caso de fauna la riqueza de especies es baja y solo una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, se identifican otras actividades que generan presión sobre los componentes ambientales, mismas que se abordan en el siguiente apartado.

III.10. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

Se detectaron las siguientes problemáticas en la **RE**, las cuales generan presión sobre los componentes ambientales:

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

- **Presencia de especie exótica invasora.** En el **AI** y **AP** se registró *Salsola kali* (rodadora), clasificada como especie exótica invasora. Aunque presenta una importancia estructural baja en los muestreos, su presencia evidencia una vía potencial de colonización de áreas perturbadas, particularmente en superficies removidas, derechos de vía y zonas de tránsito.
- **Presión por infraestructura y accesibilidad.** La presencia de carreteras, vías de comunicación, caminos y áreas de infraestructura facilita el acceso al sitio, pero también puede incrementar la circulación de vehículos, apertura de brechas secundarias, depósito accidental de residuos, dispersión de especies exóticas y afectación puntual de la vegetación fuera de las áreas autorizadas

III.11. Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI

III.11.1. Incidencia en uso de suelo y vegetación

En la **Tabla III.17** se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del **Proyecto.** En el **AP** principalmente se presenta el tipo de vegetación “vegetación de desiertos arenosos”, la cual se distribuye en el 95.369% de la superficie total, mientras que existen superficies desprovistas de vegetación en un 4.631%, equivalente a 0.514 ha. De la superficie total del **AP** se afectarán 11.099 ha, de las cuales 10.585 ha son de vegetación de desiertos arenosos y 0.514 ha corresponde a superficies desprovistas de vegetación.

Tabla III.17. Incidencia del **Proyecto** en usos de suelo y vegetación determinado en campo

Uso de suelo y vegetación	Obra y/o componente	Área	%	Área por afectar
Desprovisto de Vegetación	Contenedores SAEE	0.007	0.059%	0.007
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.242	2.176%	0.242
Desprovisto de Vegetación	Estaciones de transformación	0.001	0.012%	0.001
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.061	0.547%	0.061
Desprovisto de Vegetación	Subestación elevadora	0.00007	0.001%	0.000
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.993	8.950%	0.993
Vegetación de Desiertos Arenosos	Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	4.233%	0.470
Desprovisto de Vegetación	Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	1.555%	0.173
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.601	5.412%	0.601
Desprovisto de Vegetación	Caminos de acceso e internos	0.007	0.059%	0.007
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.871	7.844%	0.871
Desprovisto de Vegetación	Red de media tensión (subterránea)	0.005	0.042%	0.005
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.173	1.561%	0.173
Desprovisto de Vegetación	Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	0.409%	0.045
Vegetación de Desiertos Arenosos		2.602	23.441%	2.602
Desprovisto de Vegetación	Área libre	0.277	2.494%	0.277
Vegetación de Desiertos Arenosos		4.573	41.205%	4.573
Desprovisto de Vegetación	**Total por USV**	0.514	4.631%	0.514

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Uso de suelo y vegetación	Obra y/o componente	Área	%	Área por afectar
Vegetación de Desiertos Arenosos		10.585	95.369%	10.585
Total		11.099	100.000%	11.099

III.11.2. Incidencia en áreas de importancia ambiental

Con respecto a la incidencia en áreas de importancia para la conservación se menciona que la **RE, AI** y **AP** y no presentan incidencia en estas (**Tabla III**.18 a

Tabla III.20).

Tabla III.18. Incidencia de la **RE** 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	Ninguno	0	0
ADVC	Ninguno	0	0
Sitio RAMSAR	Ninguno	0	0
Humedales	Ninguno	0	0
Manglar	Ninguno	0	0
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	Ninguno	0	0
Regiones Terrestres Prioritarias	Ninguno	0	0
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Ninguno	0	0
Regiones Marinas Prioritarias	Ninguno	0	0
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Ninguno	0	0
Ecosistemas relevantes	No aplica		

Tabla III.19. Incidencia del **AI** 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	Ninguno	0	0
ADVC	Ninguno	0	0
Sitio RAMSAR	Ninguno	0	0
Humedales	Ninguno	0	0
Manglar	Ninguno	0	0
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	Ninguno	0	0
Regiones Terrestres Prioritarias	Ninguno	0	0
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Ninguno	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Regiones Marinas Prioritarias	Ninguno	0	0
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Ninguno	0	0
Ecosistemas relevantes	No aplica		

Tabla III.20. 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	Ninguno	0	0
ADVC	Ninguno	0	0
Sitio RAMSAR	Ninguno	0	0
Humedales	Ninguno	0	0
Manglar	Ninguno	0	0
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	Ninguno	0	0
Regiones Terrestres Prioritarias	Ninguno	0	0
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Ninguno	0	0
Regiones Marinas Prioritarias	Ninguno	0	0
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Ninguno	0	0
Ecosistemas relevantes	No aplica		

III.11.3. Incidencia en escurrimientos y cuerpos de agua

Con el propósito de evaluar la interacción de la **RE**, el **AI** y el **AP** con la hidrografía superficial de la región, se realizó la consulta y compilación de la información disponible en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas **(SIATL)**, complementada con la interpretación de la cartografía e imagen satelital del sitio. De acuerdo con la revisión realizada, en el entorno de la **RE** se identifican dos escurrimientos de tipo intermitente localizados hacia el noreste del polígono, los cuales forman parte de la red de drenaje superficial regional y corresponden a cauces que únicamente presentan flujo en eventos de precipitación o avenidas extraordinarias. Estos escurrimientos siguen una dirección general asociada al relieve local, en un contexto de superficie predominantemente árida y con escasa densidad de drenaje. Esta condición sugiere que el patrón hidrológico del sitio está dominado por escurrimientos efímeros e intermitentes, propios de ambientes desérticos, en los que la presencia de cauces activos es limitada y la circulación superficial del agua ocurre de manera temporal y dispersa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por otra parte, dentro del **AI** y del **AP** no se registran corrientes, escurrimientos ni cuerpos de agua superficiales, lo que indica una ausencia de hidrografía permanente o bien definida en el **AI** y **AP**. En consecuencia, la interacción directa del **Proyecto** con cuerpos de agua superficiales es nula, aunque deberá considerarse que, durante lluvias intensas, los escurrimientos regionales pueden incrementar de forma temporal el transporte de agua y sedimentos en las zonas aledañas.

III.12. 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** RE AI
Análisis estadístico que demuestre la representatividad de los muestreos realizados, incluyendo los métodos utilizados y memorias de cálculo.	**Flora** **Anexo III.2** Listado potencial de especies **Anexo III.3** Curvas de acumulación flora **Anexo III.3** Memorias de cálculo de diversidad de flora **Fauna** **Anexo III.2** Listado potencial de especies **Anexo III.4** Curvas de acumulación fauna **Anexo III.4** Memorias de cálculo de diversidad de fauna
Mapas georreferenciados en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV con los resultados de los muestreos y mapas de distribución existentes.	**Flora** **Anexo III.3** Cartografía **Fauna** **Anexo III.4** Memorias de Cálculo de Diversidad Fauna.
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.	**Flora** **Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora. **Anexo III.3** Cartografía **Fauna** **Anexo III.4** Memorias de Cálculo de Diversidad 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-	**Flora** **Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Descripción	Anexos
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.	**Fauna** **Anexo III.4** Memorias de Cálculo de Diversidad Fauna.
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** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora. **Fauna** **Anexo III.4** Memorias de Cálculo de Diversidad Fauna.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

“SAEE BORDER”

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 3
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 9
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. Identificación de impactos 9
IV.3.1. Actividades relevantes 9
IV.3.2. Indicadores de los factores ambientales 9
IV.3.3. Identificación de las interacciones 9
IV.3.4. Descripción de las interacciones 11
IV.3.5. Identificación de los impactos ambiéntales 16
IV.4. Caracterización y valoración de los impactos 18
IV.5. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 19
IV.6. 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 35
IV.6.1. Impactos Significativos 35
IV.6.2. Impactos Acumulativos 37
IV.6.3. Impactos Sinérgicos 41
IV.6.4. Impactos Residuales 44
IV.7. 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 46
IV. 8. Estrategias donde se implementar las medidas de prevención y mitigación 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Análisis de impactos ambientales ACUMULATIVOS dentro de la Región Ecológica. 12
Tabla IV.2. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto 11
Tabla IV.3. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto 16
Tabla IV.4. Resumen de impactos y medidas ambientales 19
Tabla IV.5. Significancia de los Impactos Ambientales 35
Tabla IV.6. Valoración del carácter acumulativo de los impactos ambientales identificados 39
Tabla IV.7. Valoración del carácter sinérgico de los impactos ambientales identificados 41
Tabla IV.8. Valoración del aspecto residual de los impactos ambientales identificados 44
Tabla IV.9. Resumen de las medidas específicas propuestas en los programas ambientales del Proyecto 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales 5
Figura IV.2. Obras y actividades que se desarrollan en la RE y AI 9
Figura IV.3. Ambientes encontrados en la RE, AI y AP 10
Figura IV.4. Área de Influencia delimitado para el Proyecto. 47

CAPÍTULO 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, VI, 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:*
>
> *(…)*
>
> *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.*
>
> *(…)”*

De acuerdo con lo anterior, el presente capítulo integra la información correspondiente a las fracciones V a VIII del artículo 13 del citado Reglamento. Asimismo, 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” (**SAR**) señalado por el **REIA**.

Conforme a la definición de la **SEMARNAT** (2018)[1], el impacto ambiental se entiende como la “*modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*”. Si bien fenómenos como huracanes o sismos pueden generar impactos ambientales, la Evaluación de Impacto Ambiental (**EIA**) se centra en aquellos impactos que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades en etapa de proyecto (impactos potenciales), es decir, que aún no han sido iniciadas, lo que confiere a este instrumento su carácter preventivo.

En el mismo sentido, la **SEMARNAT** establece que la **EIA** es un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como regular las obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos sobre el entorno. De este modo, la **EIA** se integra como un mecanismo clave para orientar el desarrollo hacia opciones compatibles con la preservación del medio ambiente y los recursos naturales.

De acuerdo con la International Association for Impact Assessment (**IAIA**) (2026)[2], la evaluación de impacto como un proceso sistemático que se utiliza para identificar las consecuencias futuras de las acciones propuestas, apoyando a los tomadores de decisiones en la anticipación y gestión de los posibles efectos ambientales, sociales y económicos. Al comparar lo que ocurriría con y sin un

[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/

proyecto, la evaluación de impacto permite una valoración cuidadosa de los riesgos y beneficios antes de asumir compromisos, promoviendo decisiones más informadas y responsables.

Asimismo, la **IAIA**, señala que el concepto de “ambiente” en la Evaluación de Impactos ha evolucionado desde un enfoque inicial centrado únicamente en los componentes biofísicos hacia una definición más amplia, que incorpora también los elementos fisicoquímicos, biológicos, visuales (paisajísticos), culturales y socioeconómicos del ambiente en su conjunto. En este marco, la definición de **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, pues:

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; y
2. Es un procedimiento legal e institucional vinculado al proceso de toma de decisiones sobre una intervención planificada.

Los objetivos de la **EIA** pueden sintetizarse de la siguiente manera:

A. Proporcionar información para la toma de decisiones respecto a las consecuencias biofísicas, sociales, económicas e institucionales de acciones propuestas.

B. Promover la transparencia y la participación pública en la toma de decisiones.

C. 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.

D. Contribuir al desarrollo ambientalmente sano y sostenible.

Los diversos constituyentes del medio ambiente dentro de los cuales se desarrolla la vida en el planeta se conocen y estudian como componentes y factores ambientales. Bajo la denominación de factores ambientales se agrupan aquellos elementos del entorno que son susceptibles de ser modificados por las actividades humanas, generando cambios que pueden traducirse en problemas graves —por lo general difíciles de valorar en el corto plazo, pues se manifiestan a medio o largo plazo— o bien en afectaciones menores, que resultan relativamente soportables (Conesa, 2009).

De acuerdo con Conesa (2009), los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes se integran en los siguientes componentes ambientales:

- Aire, clima, agua y 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.

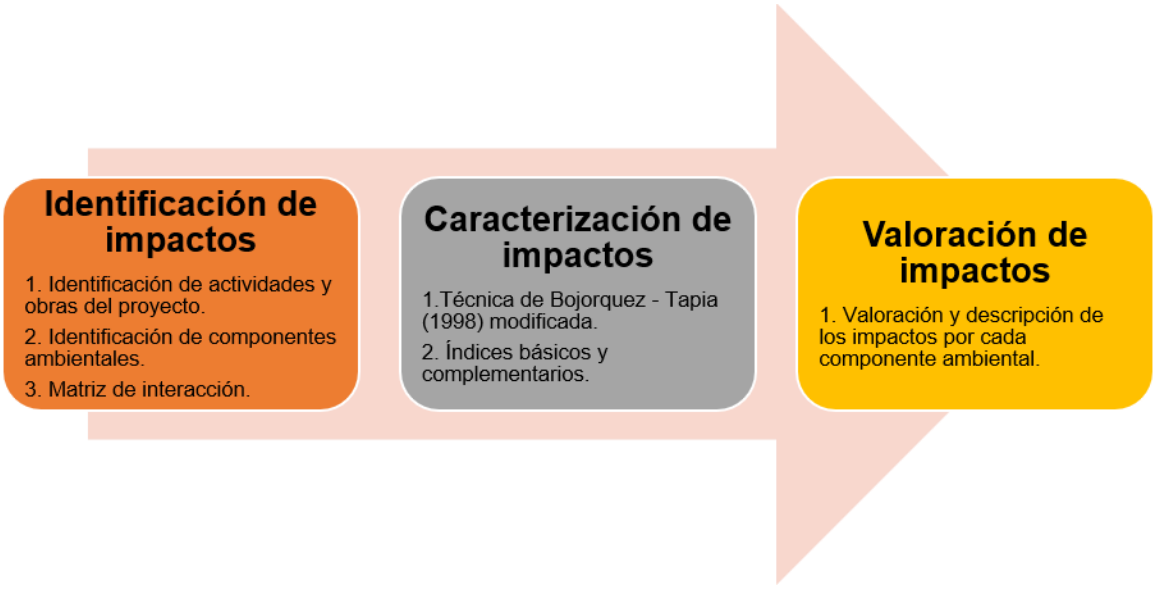
En el contexto de la **EIA,** se considera que existe un impacto ambiental cuando una acción derivada de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de sus componentes. Esta alteración se estima y el impacto se evalúa como la diferencia entre 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 evolución que presenta en presencia de ésta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

En consecuencia, la **EIA** se concibe como 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 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 constituyen elementos clave al momento de aplicarse a las acciones humanas que se desea analizar, con el propósito de asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales. La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial de este proceso, 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 la intervención.

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 IV.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 el **Anexo IV.1** se presenta la descripción de la metodología para la identificación de los 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 **RE, AI** y **AP** presentan un solo tipo de vegetación el cual corresponde a vegetación de desiertos arenosos. Asimismo, en las tres zonas se identifican superficies impactadas por la instalación de infraestructura para la generación de energía eléctrica, o bien, por la presencia de caminos y senderos, generando superficies desprovistas de vegetación (**Figura IV**.2 y **Figura IV.3**).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.2. Obras y actividades que se desarrollan en la **RE** y **AI**



Figura IV.3. Ambientes encontrados en la **RE**, **AI** y **AP**

REGIÓN ECOLÓGICA






ÁREA DE INFLUENCIA





ÁREA DEL PROYECTO





Tabla IV.1. Análisis de impactos ambientales **ACUMULATIVOS** 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
Parque fotovoltaico	Suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo Pérdida de permeabilidad en el suelo Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Hidrología subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea Disminución en la infiltración	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Aire	Modificación del nivel sonoro Afectación de la calidad del aire	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	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	Local	Moderada	Directo
	Paisaje	Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	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
SE Border CFE	Suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo Pérdida de permeabilidad en el suelo Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Hidrología subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea Disminución en la infiltración	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Aire	Modificación del nivel sonoro Afectación de la calidad del aire	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	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	Local	Moderada	Directo
	Paisaje	Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo
Vialidades y caminos rurales	Suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo Pérdida de permeabilidad en el suelo	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto

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
		Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.					
	Hidrología subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea Disminución en la infiltración	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Mínimo	Indirecto
	Aire	Modificación del nivel sonoro Afectación de la calidad del aire	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo
	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

IV.3. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

IV.3. Identificación de impactos

IV.3.1. 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 llevarán a cabo para su desarrollo, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (positivos o negativos), las cuales son 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 el **Anexo IV.02** se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas.

IV.3.2. Indicadores de los factores ambientales

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se procedió a identificar los factores ambientales que podrían verse afectados. Para ello, se determinaron las variables y procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos susceptibles de experimentar alguna alteración.

La identificación de impactos se realizó a partir del análisis de la situación ambiental previa, tomando como referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenidos, y contrastándolos con las transformaciones esperadas del ambiente. Con este enfoque se prevén los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos que podrían generarse sobre los distintos 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 **AP** y **AI**, el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones. La tabla de factores ambientales e indicadores se presenta en el **Anexo IV.02.**

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 con 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.

[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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En la siguiente tabla, así como en el **Anexo IV.02** se muestran las interacciones entre actividades e indicadores de los factores ambientales del **Proyecto**.

IV.3.4. Descripción de las interacciones

Descripción de las interacciones entre las actividades del **Proyecto** y los componentes ambientales.

Tabla IV.2. Descripción de las interacciones en todas las etapas del **Proyecto**

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones
SUELO	**Características biológicas, físicas y químicas (calidad)**	Preparación del sitio y 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, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la vegetación presente en el área, así como por las actividades de nivelaciones, excavaciones, rellenos, compactación, y las cimentaciones y sellamiento. Esto último solo en las obras puntuales como la subestación y la torre de la línea de interconexión.
		Operación y mantenimiento	• En el mantenimiento, podrían verse afectadas las características del suelo, si se llegara a tener algún derrame de grasas o aceites en el suelo o una gestión inadecuada de residuos.
		Desmantelamiento y abandono	• Durante 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 la infraestructura o en caso de disposición incorrecta de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Por otro lado, durante esta etapa se realizará la restitución del sitio y se efectuará el movimiento de tierras para el retiro de la infraestructura que sella el suelo, realizando actividades de restauración de este.
	Procesos erosivos y pérdida del suelo	Preparación del sitio y construcción	• En esta etapa 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 la superficie donde habrá remoción de vegetación forestal.
		Operación y	• Para la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, se pudieran tener una pérdida de suelo al considerar

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones
		mantenimiento	algún mantenimiento que requiera movimiento de tierras o en caso de que llegara a contaminarse con algún residuo como gasolina, grasas o aceites, o incremento en la erosión si se tuviera el caso del paso de la maquinaria que le de mantenimiento a los equipos del **Proyecto**.
		Desmantelamiento y abandono	• En el cierre del **Proyecto**, se dará nuevamente movimiento de tierras por el retiro de las instalaciones del **Proyecto.** Asimismo, se tiene el retiro de la infraestructura que sella el suelo pudiendo incrementar temporalmente la erosión en el sitio en lo que se llevan a cabo las actividades de restauración del sitio.
AIRE	**Calidad del aire**	Preparación del sitio y 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 construcción. • Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurrirá durante las excavaciones, compactaciones, rellenos y traslado de residuos.
		Operación y mantenimiento	• En la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, la calidad del aire podría verse afectada 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 de equipos y maquinaria que podrían llegar a utilizarse en actividades de mantenimiento mayor.
		Desmantelamiento 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. • 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 y construcción	• El nivel de ruido habitual en el área del **Proyecto** y su **AI** se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones
		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 mayor a la infraestructura del **Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo, para dicho propósito.
		Desmantelamiento 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 SUBTERRÁNEA	**Calidad de agua subterránea**	Preparación del sitio y construcción	• En el caso de la calidad del agua, la afectación puede darse por la posible infiltración de aceites, residuos y aguas residuales en caso de haber un mal manejo de dichos residuos
		Operación y mantenimiento	• En caso de haber mantenimiento a los diversos componentes y equipos del **Proyecto**, pudiera darse un mal manejo de residuos, aceites y aguas residuales que afecten la calidad del agua subterránea por su eventual infiltración.
		Desmantelamiento y abandono	• La afectación puede darse por la posible contaminación del agua subterránea en caso de haber un mal manejo de residuos y aguas residuales, así como por derrames de aceites de la maquinaria que laboren en las actividades de desmantelamiento del **Proyecto**.
	Infiltración	Preparación del sitio y construcción	• En el caso de la infiltración, la afectación puede darse por la remoción de la vegetación forestal, el movimiento de tierras y, de manera permanente, en las superficies en las que se establezcan cimentaciones.
		Desmantelamiento y abandono	• En las zonas donde se haga el retiro de las cimentaciones, o que tuvieran sellamiento del suelo, y una vez que se lleve a cabo la restitución del sitio, la infiltración del área sufrirá un impacto positivo.
FLORA	**Riqueza y abundancia de**	Preparación del sitio y construcción	• La riqueza y abundancia de las especies de flora, así como la cobertura vegetal forestal, se verá directamente afectada por las actividades de desmonte y despalme, al implicar la remoción directa de los individuos.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones
	poblaciones de especies **Cobertura vegetal y los servicios ambientales que brinda al ecosistema**	Desmantelamiento y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en todo el sitio del **Proyecto**.
FAUNA	**Riqueza y abundancia de poblaciones de especies**	Preparación del sitio y construcción	• Se considera la afectación a la fauna que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** por daño accidental durante las acciones de remoción de vegetación del **Proyecto** y la instalación de la infraestructura del **Proyecto**. Asimismo, es probable que la pérdida de la fauna se podría presentar en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores. • 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.
		Operación y mantenimiento	• Se considera la posibilidad de hallar especies de fauna dentro del **AP** que podría vere afectada por el tránsito de vehículos, maquinaria y equipos de mantenimiento, o bien, por el personal presente en las instalaciones. • Se ha considerado la afectación a la riqueza y abundancia de la fauna, principalmente por la alteración de la conectividad por la presencia del vallado.
		Desmantelamiento y abandono	• Se considera la afectación a la fauna que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** por daño accidental durante las acciones de desmantelamiento. Asimismo, es probable que la pérdida de la fauna se podría presentar en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones
			• 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.
	Hábitat (considerando todos los servicios ambientales que brinda a la fauna)	Preparación del sitio y construcción	• En el caso del hábitat, la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de vegetación, disminuyendo la disponibilidad de diversos servicios ambientales como el alimento y el refugio para algunas especies de fauna. Asimismo, se disminuirán las áreas de desplazamiento y dispersión de especies y las zonas de protección.
		Desmantelamiento 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 flora y fauna presente en la región.
PAISAJE	**Calidad paisajística**	Preparación del sitio y construcción	• Alteración de la configuración escénica del área del **Proyecto** por el retiro de la vegetación forestal, así como 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.
		Desmantelamiento 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	**Fuentes de empleo**	Preparación del sitio y 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.
		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

La etapa indicada corresponde al periodo en el que puede generarse cada impacto; sin embargo, su duración, permanencia y carácter residual se analizan en el apartado IV.6. del presente documento.

Tabla IV.3. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el **Proyecto**

Indicador Ambiental	Indicador ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
					PSyC	OyM	DyA
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas (calidad)	**SUE1.** Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**SUE1**	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas del suelo,** derivada de la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles en vehículos, maquinaria y equipo, así como por la eventual disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos. Asimismo, se prevé la alteración de sus propiedades físicas —textura, estructura y porosidad— con la consecuente reducción de su permeabilidad, como resultado de las excavaciones, el trazo y la nivelación, así como de las cimentaciones y el sellado de la superficie del suelo asociado al desplante de la infraestructura del Proyecto.	**x**	**x**	**x**
	Procesos Erosivos y perdida de suelo	**SUE2.** Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**SUE2**	**Incremento de los procesos erosivos y pérdida de suelo** ocasionados por las actividades de preparación del sitio y construcción, que requieren la nivelación del terreno donde se instalará la infraestructura del Proyecto. Estas acciones modifican el relieve del sitio y favorecen procesos de erosión en los que la capa superficial del suelo puede desgastarse, desplazarse y ser transportada a otras áreas por la acción del agua de lluvia, el viento y la gravedad, generando la degradación del recurso edáfico.	**x**	**x**	**x**
Aire	Calidad del aire	**AIR1**. Afectación de la calidad del aire.	**AIR1**	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI) asociados al uso de vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la emisión de material particulado (polvos) derivado de las actividades de movimiento de tierras, preparación del sitio y tránsito sobre caminos sin pavimentar.	**x**	**x**	**x**
	Nivel de ruido	**AIR2.** Modificación del nivel sonoro	**AIR2**	**Incremento de los niveles de ruido d**ebido al empleo de maquinaria y equipos utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento del Proyecto.	**x**	**x**	**x**
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1**. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del	**HSUB1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por la posible generación, manejo inadecuado e infiltración de residuos líquidos y sustancias	**x**	**x**	**x**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicador Ambiental	Indicador ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
					PSyC	OyM	DyA
		agua subterránea.		contaminantes durante todas las etapas del Proyecto.			
	Infiltración	**HSUB2.** Disminución de la infiltración.	**HSUB2**	**Disminución de la infiltración** de agua al subsuelo por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las áreas de sellamiento y compactación de suelo asociadas al desplante de la infraestructura.	**x**		
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	**FLO1.** Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	**FLO1**	**Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre** derivada principalmente de las actividades de desmonte y despalme, las cuales generan la remoción directa de la cobertura vegetal y la consecuente disminución de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área intervenida.	**x**		
	Cobertura vegetal y los servicios ambientales que brinda al ecosistema	**FLO2.** Disminución de la cobertura vegetal forestal	**FLO2**	**Disminución de la cobertura vegetal forestal** derivada de su remoción directa, lo que implica, a su vez, la pérdida de los principales servicios ambientales que dicha cobertura proporciona, tales como la captura de CO_2, la generación de oxígeno, la captación e infiltración de agua, la protección de la biodiversidad, la retención de suelo, el refugio y alimento para la fauna silvestre, el funcionamiento de corredores biológicos, la conectividad ecológica, los flujos de dispersión de especies y la diversidad genética (banco de semillas), entre otros. Asimismo, la remoción de la cobertura vegetal incrementa la fragmentación del ecosistema, intensifica el efecto de borde, favorece la liberación del carbono almacenado en la biomasa forestal —contribuyendo al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera— y puede propiciar una mayor presencia y establecimiento de especies exóticas.	**x**		
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	**FAU1.** Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	**FAU1**	**Afectación a la abundancia y riqueza de fauna silvestre** en el AP y AI, derivada de las limitaciones al desplazamiento de los individuos por la presencia y operación de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por el daño o muerte accidental ocasionados por dichas actividades durante todas las etapas del Proyecto y por la pérdida de hábitat asociada a la remoción de la cobertura vegetal.	**x**	**x**	**x**

Indicador Ambiental	Indicador ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
					PSyC	OyM	DyA
	Hábitat (Considerando todos los servicos ambientales que brinda a la fauna)	**FAU2.** Afectación al hábitat de las especies de fauna	**FAU2**	**Afectación al hábitat de las especies de fauna,** derivada de la remoción de la vegetación forestal, que ocasiona la pérdida de sitios de alimentación, refugio y descanso, así como la reducción de la conectividad entre sus áreas de desplazamiento. Esta pérdida de hábitat se manifiesta en la ocupación de espacios dentro del AP que la fauna utiliza para movilizarse, en el posible incremento de especies exóticas y en la alteración del comportamiento de las especies nativas.	x	x	
	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	**FAU3.** Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	**FAU3**	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas,** en caso de mortandad o daño accidental o intencional de ejemplares listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por acciones del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o por la presencia y operación de la infraestructura del Proyecto, así como por la alteración de los patrones de desplazamiento de la fauna silvestre nativa.	x	x	x
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1.** Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	**PAI1**	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y el AI,** derivada de la generación de polvos y de la presencia de maquinaria durante la etapa de construcción, así como de la posible acumulación de residuos ante un manejo inadecuado en las distintas etapas del Proyecto. Asimismo, la principal alteración paisajística se producirá por la introducción y permanencia de la infraestructura del Proyecto en el entorno.	x		
Social	Fuentes de empleo	**SOC1.** Generación de 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

*Impacto positivo

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron **13 impactos ambientales**, de los cuales **12 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.4. 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, asignando valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación. La valoración de impactos ambientales se presenta en el **Anexo IV.2.**

IV.5. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

A continuación, se presenta el resumen de los impactos ambientales considerando las obras y actividades que los podrían originar y estableciendo las medidas ambientales, incluyendo su tipo, prevención, mitigación, compensación y restauración.

Tabla IV.4. 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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Preparación del sitio y construcción	Trazo y delimitación, Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión	Suelo Características biológicas, físicas y químicas (calidad)	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 1 Ligera A 2 Media C 0 No existe M 3 Alta	Directo	P1	Programa de Conservación de Suelos y Programa de Manejo Integral de Residuos Objetivo: prevenir contaminación, compactación y pérdida de calidad del suelo. Delimitar áreas autorizadas; rescatar y separar suelo orgánico; mantener acopios libres de residuos; restringir tránsito; usar superficies impermeables, charolas de contención y kits antiderrames. Aplicación: antes de cada frente, durante la obra y de inmediato ante incidentes. Plazo: PS y C; rehabilitación al liberar áreas.	Áreas delimitadas 100%; superficie con rescate de suelo/superficie despalmada x100; acopios sin contaminación o erosión visible/acopios inspeccionados x100; cero derrames sin atención; bitácoras, fotografías, coordenadas y manifiestos.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Conformación de plataformas	Suelo Procesos Erosivos y perdida de suelo	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga	Indirecto	M1	Programa de Conservación de Suelos. Objetivo: reducir	Frentes sin afectación fuera de límites/frentes inspeccionados x100; acopios en condiciones adecuadas/acopios inspeccionados x100;

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	(cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión			S 2 Moderada A 1 Poca C 3 Alta M 2 Media			erosión, arrastre y pérdida de suelo orgánico. Limitar ocupación; conservar suelo superficial; proteger acopios; controlar tránsito y escurrimientos; reutilizar suelo orgánico en áreas libres de infraestructura. Aplicación: previa al despalme, durante obra y rehabilitación. Plazo: PS, C y DA.	superficie rehabilitada; registros de erosión, inspecciones y fotografías.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Delimitación perimetral; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión; Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio	Aire Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 1 Corta S 0 Nula A 1 Poca C 0 No existe M 3 Alta	Directo	P2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir emisiones fugitivas y de combustión. Mantener maquinaria; realizar inspecciones preoperativas; retirar equipos con emisiones visibles anormales; controlar velocidad y tránsito; aplicar humectación de caminos cuando se requiera. Aplicación: diaria durante actividades generadoras de polvo. Plazo: PS y C; según necesidad en O&M.	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; inspecciones realizadas/programadas x100; equipos retirados por emisiones; bitácoras de mantenimiento, registros de humectación y fotografías.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Delimitación perimetral; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión; Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio	Aire Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 1 Puntual D 1 Corta S 1 Ligera A 1 Poca C 0 No existe M 3 Alta	Directo	M2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir ruido de maquinaria y vehículos. Aplicar mantenimiento preventivo; restringir equipos con ruido anormal; establecer horarios en la etapa de preparación del sitio y construcción; controlar velocidad de trabajo durante la etapa de preparación del sitio y construcción y maniobras; usar protección auditiva cuando corresponda. Aplicación: diaria durante operación de equipos. Plazo: PS y C; O&M cuando aplique.	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; reportes de ruido anormal; inspecciones de equipo; registros de horarios en preparación del sitio y construcción, mantenimiento y capacitación.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE;	Hidrología subterránea Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 2 Mediana S 1 Ligera A 2 Media C 1 Mínima M 3 Alta	Indirecto	P3	Programa de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Suelos y Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos. Objetivo: prevenir infiltración de hidrocarburos, aceites, aguas residuales y	Contenedores y almacenes conformes/inspeccionados x100; derrames atendidos/documentados x100; trazabilidad de RP y aguas residuales 100%; manifiestos, tarjetas de servicio y reportes de incidente.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión						sustancias químicas. Segregar residuos; proteger suelo durante mantenimiento; instalar sanitarios; usar kits antiderrames; contener y retirar materiales contaminados. Aplicación: durante actividades con sustancias o equipos. Plazo: todas las etapas y respuesta inmediata ante incidentes.	
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión	Hidrología subterránea Infiltración	HSUB2. Disminución de la infiltración.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 2 Media C 3 Alta M 2 Media	Directo	M3	Programa de Conservación de Suelos. Objetivo: reducir compactación y conservar infiltración. Restringir tránsito; minimizar superficies despalmadas; conservar suelo orgánico; mantener drenajes; rehabilitar áreas temporales. Aplicación: antes y durante movimiento de tierras y rehabilitación. Plazo: PSyC, DA.	Frentes sin tránsito fuera de áreas autorizadas/frentes inspeccionados x100; superficie rehabilitada; inspecciones de compactación, escurrimientos y drenajes; planos, fotografías y bitácoras.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme	Flora Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 3 Alta E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 2 Media	Directo	M4	Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Objetivo: reducir la pérdida de individuos y conservar especies prioritarias. Delimitar	Superficie liberada ambientalmente/superficie intervenida x100; ejemplares con trazabilidad completa/rescatados x100; supervivencia y condición fitosanitaria; bitácoras,

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
				C 2 Moderada M 2 Media			áreas; realizar prospección, marcaje, rescate, traslado, acopio, reubicación y mantenimiento. Aplicación: antes del desmonte, durante liberación de frentes y seguimiento. Plazo: PS y C; OyM conforme al programa y avances.	coordenadas, fotografías e informes.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme	Flora Cobertura vegetal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	Carácter negativo Tipo acumulativo I 3 Alta E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 2 Media C 2 Moderada M 2 Media	Directo	C1	Programa de Reforestación, Rescate y Reubicación de Flora y Conservación de Suelos. Objetivo: compensar la pérdida de cobertura forestal. Limitar desmonte a polígonos autorizados; rescatar flora; conservar suelo orgánico; favorecer revegetación en áreas libres y establecer reforestación 1:1 con especies nativas. Aplicación: previa al desmontepara Programa de Rescate y Reubicación de Flora y de Conservación de Suelos. Reforestación podrá llevarse a cabo durante Operación y Mantenimiento	Superficie reforestada/superficie afectada x100; supervivencia de plantación >=80%; superficie con suelo orgánico reutilizado; planos, coordenadas, fotografías y registros de mantenimiento.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							Plazo: PSy; OyM, DA	
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Delimitación perimetral; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión	Fauna Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	Carácter Tipo I E D S A C M negativo acumulativo 1 Mínima 2 Local 3 Larga 1 Ligera 3 Media 2 Moderada 2 Media	Directo / Indirecto	M5	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Objetivo: minimizar perturbación y mortalidad durante obra. Delimitar frentes; realizar ahuyentamiento y búsqueda activa; rescatar individuos que no se desplacen; reubicar en sitios compatibles y mantener acompañamiento ambiental. Aplicación: dentro de las 24 h previas a cada frente y durante actividades de riesgo. Plazo: PS y C; atención por evento en O&M y DA.	Frentes liberados/frentes intervenidos x100; superficie con ahuyentamiento/superficie intervenida x100; eventos atendidos y documentados; coordenadas, bitácoras, fotografías e informes.
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme	Fauna Hábitat (Considerando todos los servicos ambientales que brinda a la fauna)	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	Carácter Tipo I E D S A C M negativo acumulativo 3 Alta 1 Puntual 3 Larga 2 Moderada 3 Alta 2 Moderada 2 Media	Directo	C2	Programas de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Reforestación y Conservación de Suelos. Objetivo: compensar y reducir la pérdida de hábitat. Restringir obras a áreas autorizadas; proteger áreas de restricción; conservar	Áreas de restricción protegidas; frentes sin afectación fuera de límites; superficie reforestada/superficie afectada x100; registros de fauna; fotografías, planos y reportes.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							cobertura remanente y suelo orgánico; realizar reforestación compensatoria y evitar residuos, derrames o circulación fuera de caminos. Aplicación: previa y durante desmonte y construcción; seguimiento de reforestación. Plazo: PS, C, O&M y DA según aplique.	
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Delimitación perimetral; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión	Fauna Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderado E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 2 Media C 3 Alta M 2 Media	Directo / Indirecto	M6	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Objetivo: priorizar protección de especies en riesgo, endémicas o de movilidad limitada. Realizar búsqueda y ahuyentamiento; aplicar rescate especializado; reubicar en sitios compatibles; atender lesionados y documentar eventos. Aplicación: previa al desmonte, durante obra y por evento. Plazo: PS y C; atención inmediata en O&M y DA si se detectan ejemplares.	Especies prioritarias atendidas y registradas; individuos liberados en condición adecuada/individuos capturados x100; coordenadas, evidencia fotográfica, reportes de atención y constancias de canalización cuando aplique.
					Directo	R1		

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Trazo y delimitación; Desmonte y despalme; Instalación de obras provisionales; Excavación, nivelación y movimiento de tierras; Construcción de obras de drenaje; Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación; Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos; Instalación del SAEE; Instalación de la red subterránea de media tensión; Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones; Instalación de la torre de la línea de interconexión; Tendido del cable de la Línea de Interconexión	Paisaje Calidad paisajística	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 2 Local D 3 Larga S 1 Ligera A 2 Media C 2 Moderada M 2 Media			Programas de Manejo Integral de Residuos, Reforestación, Conservación de Suelos y Educación y Capacitación Ambiental. Objetivo: recuperar progresivamente áreas intervenidas y mantener orden visual. Retirar residuos dispersos; mantener acopios ordenados; delimitar obra; rehabilitar áreas temporales; reutilizar suelo orgánico y establecer reforestación compensatoria. Aplicación: diaria durante obra y al cierre de áreas. Plazo: PS y C; mantenimiento en O&M y recuperación final en DA.	Frentes sin residuos dispersos/frentes inspeccionados x100; cumplimiento de limpieza; superficie rehabilitada y reforestada; inspecciones, fotografías comparativas, bitácoras y reportes de cierre.
Operación y mantenimiento	Supervisión local y remota; Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo	Suelo Características biológicas, físicas y químicas (calidad)	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 1 Ligera A 2 Media C 0 No existe M 3 Alta	Directo	P1	Programa de Conservación de Suelos y Programa de Manejo Integral de Residuos Objetivo: prevenir contaminación, compactación y pérdida de calidad del suelo. Delimitar áreas autorizadas; rescatar y separar suelo orgánico; mantener acopios libres	Áreas delimitadas 100%; superficie con rescate de suelo/superficie despalmada x100; acopios sin contaminación o erosión visible/acopios inspeccionados x100; cero derrames sin atención; bitácoras, fotografías, coordenadas y manifiestos.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							de residuos; restringir tránsito; usar superficies impermeables, charolas de contención y kits antiderrames. Aplicación: antes de cada frente, durante la obra y de inmediato ante incidentes. Plazo: PS y C; rehabilitación al liberar áreas.	
	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo	Suelo Procesos Erosivos y perdida de suelo	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 1 Poca C 3 Alta M 2 Media	Indirecto	M1	Programa de Conservación de Suelos. Objetivo: reducir erosión, arrastre y pérdida de suelo orgánico. Limitar ocupación; conservar suelo superficial; proteger acopios; controlar tránsito y escurrimientos; reutilizar suelo orgánico en áreas libres de infraestructura. Aplicación: previa al despalme, durante obra y rehabilitación. Plazo: PS, C y DA.	Frentes sin afectación fuera de límites/frentes inspeccionados x100; acopios en condiciones adecuadas/acopios inspeccionados x100; superficie rehabilitada; registros de erosión, inspecciones y fotografías.
	Supervisión local y remota; Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el	Aire Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 1 Corta S 0 Nula A 1 Poca	Directo	P2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; inspecciones realizadas/programadas x100; equipos retirados por emisiones; bitácoras de

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo			C 0 No existe M 3 Alta			emisiones fugitivas y de combustión. Mantener maquinaria; realizar inspecciones preoperativas; retirar equipos con emisiones visibles anormales; controlar velocidad y tránsito; aplicar humectación de caminos cuando se requiera. Aplicación: diaria durante actividades generadoras de polvo. Plazo: PS y C; según necesidad en O&M.	mantenimiento, registros de humectación y fotografías.
	Supervisión local y remota; Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo	Aire Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 1 Puntual D 1 Corta S 1 Ligera A 1 Poca C 0 No existe M 3 Alta	Directo	M2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir ruido de maquinaria y vehículos. Aplicar mantenimiento preventivo; restringir equipos con ruido anormal; establecer horarios de trabajo en la etapa de preparación del sitio y construcción; controlar velocidad y maniobras; usar protección auditiva cuando corresponda. Aplicación: diaria durante operación de	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; reportes de ruido anormal; inspecciones de equipo; registros de horarios en la etapa de preparación del sitio y construcción, mantenimiento y capacitación.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							equipos. Plazo: PS y C; O&M cuando aplique.	
	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo	Hidrología subterránea Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 2 Mediana S 1 Ligera A 2 Media C 1 Mínima M 3 Alta	Indirecto	P3	Programa de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Suelos y Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos. Objetivo: prevenir infiltración de hidrocarburos, aceites, aguas residuales y sustancias químicas. Segregar residuos; proteger suelo durante mantenimiento; instalar sanitarios; usar kits antiderrames; contener y retirar materiales contaminados. Aplicación: durante actividades con sustancias o equipos. Plazo: todas las etapas y respuesta inmediata ante incidentes.	Contenedores y almacenes conformes/inspeccionados x100; derrames atendidos/documentados x100; trazabilidad de RP y aguas residuales 100%; manifiestos, tarjetas de servicio y reportes de incidente.
	Supervisión local y remota; Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema);Mantenimiento preventivo y correctivo	Fauna Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 3 Larga S 1 Ligera A 3 Media C 2 Moderada M 2 Media	Directo / Indirecto	M5	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Objetivo: minimizar perturbación y mortalidad durante obra. Delimitar frentes; realizar ahuyentamiento y búsqueda activa;	Frentes liberados/frentes intervenidos x100; superficie con ahuyentamiento/superficie intervenida x100; eventos atendidos y documentados; coordenadas, bitácoras, fotografías e informes.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							rescatar individuos que no se desplacen; reubicar en sitios compatibles y mantener acompañamiento ambiental. Aplicación: dentro de las 24 h previas a cada frente y durante actividades de riesgo. Plazo: PS y C; atención por evento en O&M y DA.	
Desmantelamiento y abandono	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Suelo Características biológicas, físicas y químicas (calidad)	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 1 Ligera A 2 Media C 0 No existe M 3 Alta	Directo	P1	Programa de Conservación de Suelos y Programa de Manejo Integral de Residuos Objetivo: prevenir contaminación, compactación y pérdida de calidad del suelo. Delimitar áreas autorizadas; rescatar y separar suelo orgánico; mantener acopios libres de residuos; restringir tránsito; usar superficies impermeables, charolas de contención y kits antiderrames. Aplicación: antes de cada frente, durante la obra y de inmediato ante incidentes. Plazo: PS y C; rehabilitación al liberar áreas.	Áreas delimitadas 100%; superficie con rescate de suelo/superficie despalmada x100; acopios sin contaminación o erosión visible/acopios inspeccionados x100; cero derrames sin atención; bitácoras, fotografías, coordenadas y manifiestos.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Suelo Procesos Erosivos y perdida de suelo	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 2 Moderada E 1 Puntual D 3 Larga S 2 Moderada A 1 Poca C 3 Alta M 2 Media	Indirecto	M1	Programa de Conservación de Suelos. Objetivo: reducir erosión, arrastre y pérdida de suelo orgánico. Limitar ocupación; conservar suelo superficial; proteger acopios; controlar tránsito y escurrimientos; reutilizar suelo orgánico en áreas libres de infraestructura. Aplicación: previa al despalme, durante obra y rehabilitación. Plazo: PS, C y DA.	Frentes sin afectación fuera de límites/frentes inspeccionados x100; acopios en condiciones adecuadas/acopios inspeccionados x100; superficie rehabilitada; registros de erosión, inspecciones y fotografías.
	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Aire Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 1 Corta S 0 Nula A 1 Poca C 0 No existe M 3 Alta	Directo	P2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir emisiones fugitivas y de combustión. Mantener maquinaria; realizar inspecciones preoperativas; retirar equipos con emisiones visibles anormales; controlar velocidad y tránsito; aplicar humectación de caminos cuando se requiera. Aplicación: diaria	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; inspecciones realizadas/programadas x100; equipos retirados por emisiones; bitácoras de mantenimiento, registros de humectación y fotografías.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							durante actividades generadoras de polvo. Plazo: PS y C; según necesidad en O&M.	
	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Aire Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 1 Puntual D 1 Corta S 1 Ligera A 1 Poca C 0 No existe M 3 Alta	Directo	M2	Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo y Capacitación y Educación Ambiental. Objetivo: reducir ruido de maquinaria y vehículos. Aplicar mantenimiento preventivo; restringir equipos con ruido anormal; establecer horarios de trabajo en preparación del sitio y construcción; controlar velocidad y maniobras; usar protección auditiva cuando corresponda. Aplicación: diaria durante operación de equipos. Plazo: PS y C; O&M cuando aplique.	Maquinaria con mantenimiento vigente/maquinaria en operación x100; reportes de ruido anormal; inspecciones de equipo; registros de horarios en la etapa de preparación del sitio y construcción, mantenimiento y capacitación.
	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Hidrología subterránea Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 2 Mediana S 1 Ligera A 2 Media C 1 Mínima M 3 Alta	Indirecto	P3	Programa de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Suelos y Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos. Objetivo: prevenir infiltración de hidrocarburos, aceites, aguas residuales y	Contenedores y almacenes conformes/inspeccionados x100; derrames atendidos/documentados x100; trazabilidad de RP y aguas residuales 100%; manifiestos, tarjetas de servicio y reportes de incidente.

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 (1)**	**Efectos**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución (2)**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							sustancias químicas. Segregar residuos; proteger suelo durante mantenimiento; instalar sanitarios; usar kits antiderrames; contener y retirar materiales contaminados. Aplicación: durante actividades con sustancias o equipos. Plazo: todas las etapas y respuesta inmediata ante incidentes.	
	Desmantelamiento de los equipos e instalaciones	Fauna Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	Carácter negativo Tipo acumulativo I 1 Mínima E 2 Local D 3 Larga S 1 Ligera A 3 Media C 2 Moderada M 2 Media	Directo / Indirecto	M5	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Objetivo: minimizar perturbación y mortalidad durante obra. Delimitar frentes; realizar ahuyentamiento y búsqueda activa; rescatar individuos que no se desplacen; reubicar en sitios compatibles y mantener acompañamiento ambiental. Aplicación: dentro de las 24 h previas a cada frente y durante actividades de riesgo. Plazo: PS y C; atención por evento en O&M y DA.	Frentes liberados/frentes intervenidos x100; superficie con ahuyentamiento/superficie intervenida x100; eventos atendidos y documentados; coordenadas, bitácoras, fotografías e informes.

(1) Los parámetros fueron tomados de la tabla de valoración de los impactos ambientales**; Anexo IV.2** (I = intensidad, E = extensión; D = duración; S = sinergia; A = acumulación; C = controversia; M = mitigación)

(2) El detalle de las medidas se presenta en el **Anexo IV.5;** Preparación del sitio: PSyC = Preparación del sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono

IV.6. 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

IV.6.1. Impactos Significativos

De acuerdo con la valoración presentada en el **Anexo IV.2. Matriz de Impactos Ambientales**, bajo el escenario sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, se identifican impactos con diferentes niveles de significancia.

Los impactos **SUE1** y **HSUB1** se clasifican como **significativos**. Por su parte, los impactos **AIR1** y **AIR2** se clasifican como **moderadamente significativos**. Finalmente, los impactos **SUE2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1** se clasifican como **muy significativos**.

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos presentarían los siguientes niveles de significancia:

Los impactos **SUE1**, **AIR1, AIR2** y **HSUB1** se clasifican como **no significativos** y **SUE2, HSUB2, FLO1, FLO2, FAU1, FAU2, FAU3** y **PAI1** como **poco significativos.**

Tabla IV.5. Significancia de los Impactos Ambientales

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Suelo	**SUE1.** Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas del suelo,** derivada de la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles en vehículos, maquinaria y equipo, así como por la eventual disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos. Asimismo, se prevé la alteración de sus propiedades físicas —textura, estructura y porosidad— con la consecuente reducción de su permeabilidad, como resultado de las excavaciones, el trazo y la nivelación, así como de las cimentaciones y el sellado de la superficie del suelo asociado al desplante de la infraestructura del Proyecto.	S	NS
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**Incremento de los procesos erosivos y pérdida de suelo** ocasionados por las actividades de preparación del sitio y construcción, que requieren la nivelación del terreno donde se instalará la infraestructura del Proyecto. Estas acciones modifican el relieve del sitio y favorecen procesos de erosión en los que la capa superficial del suelo puede desgastarse, desplazarse y ser transportada a otras áreas por la acción del agua de lluvia, el viento y la gravedad, generando la degradación del recurso edáfico.	MMS	PS
Aire	**AIR1**. Afectación de la calidad del aire.	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI) asociados al uso de vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la emisión de material particulado (polvos) derivado de las actividades de movimiento de tierras, preparación del sitio y tránsito sobre caminos sin pavimentar.	MS	NS

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
	AIR2. Modificación del nivel sonoro	**Incremento de los niveles de ruido d**ebido al empleo de maquinaria y equipos utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento del Proyecto.	**MS**	**NS**
Hidrología subterránea	**HSUB1**. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por la posible generación, manejo inadecuado e infiltración de residuos líquidos y sustancias contaminantes durante todas las etapas del Proyecto.	**S**	**NS**
	HSUB2. Disminución de la infiltración.	**Disminución de la infiltración** de agua al subsuelo por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las áreas de sellamiento y compactación de suelo asociadas al desplante de la infraestructura.	**MMS**	**PS**
Flora	**FLO1.** Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	**Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre** derivada principalmente de las actividades de desmonte y despalme, las cuales generan la remoción directa de la cobertura vegetal y la consecuente disminución de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área intervenida.	**MMS**	**PS**
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	**Disminución de la cobertura vegetal forestal** derivada de su remoción directa, lo que implica, a su vez, la pérdida de los principales servicios ambientales que dicha cobertura proporciona, tales como la captura de CO_2, la generación de oxígeno, la captación e infiltración de agua, la protección de la biodiversidad, la retención de suelo, el refugio y alimento para la fauna silvestre, el funcionamiento de corredores biológicos, la conectividad ecológica, los flujos de dispersión de especies y la diversidad genética (banco de semillas), entre otros. Asimismo, la remoción de la cobertura vegetal incrementa la fragmentación del ecosistema, intensifica el efecto de borde, favorece la liberación del carbono almacenado en la biomasa forestal —contribuyendo al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera— y puede propiciar una mayor presencia y establecimiento de especies exóticas.	**MMS**	**PS**
Fauna	**FAU1.** Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	**Afectación a la abundancia y riqueza de fauna silvestre** en el AP y AI, derivada de las limitaciones al desplazamiento de los individuos por la presencia y operación de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por el daño o muerte accidental ocasionados por dichas actividades durante todas las etapas del Proyecto y por la pérdida de hábitat asociada a la remoción de la cobertura vegetal.	**MMS**	**PS**
	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	**Afectación al hábitat de las especies de fauna,** derivada de la remoción de la vegetación forestal, que ocasiona la pérdida de sitios de alimentación, refugio y descanso, así como la reducción de la conectividad entre sus áreas de desplazamiento. Esta pérdida de hábitat se manifiesta en la ocupación de espacios dentro del AP que la fauna utiliza para movilizarse, en el posible incremento de especies exóticas y en la alteración del comportamiento de las especies nativas.	**MMS**	**PS**
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas,** en caso de mortandad o daño accidental o intencional de ejemplares listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por acciones del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o por la presencia y operación de la infraestructura del Proyecto, así como por la alteración de los patrones de desplazamiento de la fauna silvestre nativa**.**	**MMS**	**PS**

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Paisaje	**PAI1.** Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y el AI,** derivada de la generación de polvos y de la presencia de maquinaria durante la etapa de construcción, así como de la posible acumulación de residuos ante un manejo inadecuado en las distintas etapas del Proyecto. Asimismo, la principal alteración paisajística se producirá por la introducción y permanencia de la infraestructura del Proyecto en el entorno.	**MMS**	**PS**

IV.6.2. Impactos Acumulativos

Como se señala en el Capítulo III de la **MIA-R**, en la **RE** se encuentra un parque fotovoltaico; asimismo, dentro del **AI** se localiza la Subestación de Maniobras Border Solar de la **CFE**. Adicionalmente, se identifican caminos y accesos que conectan las distintas obras y actividades presentes en la **RE**. En este contexto, los impactos asociados al **Proyecto** pueden sumarse a las presiones ambientales existentes y generar efectos acumulativos sobre los componentes ambientales evaluados.

Derivado de lo anterior, se considera que existen otras actividades en la **RE** y **AI** que se encuentran modificando los factores ambientales evaluados, englobados en actividades pertenecientes al sector energética, además de caminos.

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 identificados son acumulativos, debido a que, en la **RE**, **AI** y **AP** existen obras y actividades ya ejercen presión sobre los componentes ambientales. No obstante, la aplicación oportuna y adecuada de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración permitirá reducir la magnitud de dichos efectos y limitar su acumulación en el **AI** y la **RE**.

La evaluación detallada de los impactos acumulativos se presenta en el **Anexo IV.2**, mientras que el detalle de las medidas a implementar se presenta en el **Anexo IV.5**.

Tabla IV.6. Valoración del carácter acumulativo de los impactos ambientales identificados

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	El impacto presenta un carácter acumulativo medio, ya que en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción y Operación y Mantenimiento se identifican diversas actividades susceptibles de afectar las características fisicoquímicas del suelo: tránsito y operación de vehículos y maquinaria sobre vialidades, caminos y patios de maniobras; excavaciones para cimentaciones y estructuras; así como la posible disposición inadecuada de residuos. Cada evento contribuye de forma aditiva a la alteración del suelo, y la recurrencia de estas acciones en el tiempo puede incrementar gradualmente el grado de afectación si no se implementan las medidas de manejo previstas.
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	1	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	El carácter acumulativo se considera bajo, debido a que los efectos aditivos se originan principalmente entre dos tipos de acciones sobre el mismo componente ambiental: i) las actividades del Proyecto (desmonte, despalme, corte y relleno) y ii) el tránsito existente en caminos y vialidades dentro del AI. La combinación de ambas fuentes de perturbación puede incrementar la erosión y la pérdida de suelo, pero se limita a los sitios de intervención y no genera un patrón de acumulación regionalmente significativo.
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	El impacto presenta una acumulación baja, dado que las emisiones procedentes de las actividades del Proyecto se suman a las fuentes existentes en la RE, principalmente el tránsito en vialidades y caminos rurales. Sin embargo, considerando los volúmenes de operación previstos y la condición actual del AI, se estima que la contribución adicional de GEI y contaminantes criterio será reducida y no representará un cambio significativo respecto a los niveles de fondo, por lo que la acumulación se clasifica como poca.
AIR2. Modificación del nivel sonoro	1	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	La acumulación del impacto se considera poca, ya que, en la RE, AI y AP existen otras fuentes de ruido, como el tránsito en vialidades y caminos rurales. Las emisiones sonoras del Proyecto se suman a dicho contexto, pero su contribución adicional es reducida y limitada en el tiempo, por lo que no se espera un cambio significativo en el ambiente acústico de la zona.
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La acumulación se considera media porque, en la RE, AI y AP se identifican otras actividades susceptibles de generar contaminación del subsuelo, como el tránsito y operación en vialidades, la operación y mantenimiento de infraestructura existente (por ejemplo, la SE Border CFE) y otras fuentes difusas propias de la zona. En este contexto, los aportes potenciales del Proyecto podrían sumarse a las cargas existentes sobre el acuífero, incrementando de manera moderada el riesgo de afectación acumulativa al recurso agua subterránea.
HSUB2. Disminución de la infiltración.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La acumulación se considera media porque, en laRE, AI y AP existen ya actividades que han modificado la infiltración natural, como el tránsito en vialidades y caminos, la presencia de otras infraestructuras (por ejemplo, la SE Border de CFE y el parque fotovoltaico ubicado en la RE) y usos del suelo que implican superficies impermeables. La incorporación de nuevas áreas selladas por el Proyecto se suma a estas modificaciones previas, incrementando de manera moderada la reducción acumulada de la capacidad de infiltración en la zona.
FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La La acumulación se considera media porque, en la RE, AI y AP, ya existen actividades que han reducido la diversidad y abundancia de flora silvestre, como la apertura de vialidades, la operación de la SE Border de CFE y el parque fotovoltaico existente. La pérdida adicional de individuos y especies por el Proyecto se suma a estas afectaciones previas, incrementando de forma moderada la disminución acumulada de la riqueza y abundancia de flora característica de los desiertos arenosos en la zona.
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres	La acumulación se considera media porque la reducción de cobertura vegetal forestal por el Proyecto se suma a las pérdidas ya registradas en la RE y el AI, asociadas a otras infraestructuras y usos del suelo, como

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
		acciones sobre el mismo componente	vialidades, la SE Border de CFE y el parque fotovoltaico existente. En conjunto, estas acciones contribuyen a una disminución progresiva de la superficie con cobertura natural continua y a una mayor fragmentación del paisaje.
FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	3	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La acumulación se considera alta porque, en la RE, AI y AP, ya existen otras actividades que han impactado negativamente a las poblaciones de fauna silvestre, como la presencia de vialidades, infraestructura energética (SE Border de CFE, parque fotovoltaico) y usos antrópicos del suelo. La incorporación de nuevas fuentes de perturbación, pérdida de hábitat y barreras al movimiento de la fauna por el Proyecto se suma a estas presiones previas, contribuyendo de manera importante a la disminución acumulada de la abundancia y riqueza de fauna en la zona.
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	3	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	La acumulación se considera alta porque la pérdida de hábitat de fauna generada por el Proyecto se suma a las afectaciones ya existentes en la RE, AI y AP, asociadas a vialidades, infraestructura energética (SE Border de CFE, parque fotovoltaico) y otros usos antrópicos del suelo. En conjunto, estas presiones reducen de manera importante la superficie continua de hábitat disponible y la conectividad entre parches, contribuyendo a una disminución acumulada relevante de la calidad y extensión del hábitat para la fauna silvestre.
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La acumulación se considera media porque la posible afectación a individuos de especies en riesgo o endémicas por el Proyecto se suma a otras fuentes de mortalidad y perturbación ya presentes en la RE y AI, como atropellamientos en vialidades, actividades productivas y presencia de otras infraestructuras energéticas. Aunque el número esperado de eventos es bajo, su incorporación a un contexto de presiones previas incrementa de manera moderada el riesgo acumulado para las poblaciones locales de estas especies.
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	2	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	La acumulación se considera media porque la alteración visual generada por el Proyecto se suma a los cambios paisajísticos ya presentes en la RE y AI, asociados a otras infraestructuras y usos del suelo, como vialidades, la SE Border de CFE y el parque fotovoltaico existente. En conjunto, estas intervenciones han ido transformando gradualmente el paisaje natural, incrementando de manera moderada la pérdida de continuidad y naturalidad escénica en la zona.

IV.6.3. Impactos Sinérgicos

La siguiente tabla presenta la valoración de los impactos ambientales identificados respecto de su carácter sinérgico.

El análisis detallado de los impactos sinérgicos se incluye en el **Anexo IV.2. Matriz de Impactos Ambientales**. Por su parte, las medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y seguimiento aplicables a cada impacto se describen en el **Anexo IV.5.**

Tabla IV.7. Valoración del carácter sinérgico de los impactos ambientales identificados

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con HSUB1 y SUE2. La contaminación y alteración fisicoquímica del suelo (SUE1) puede favorecer la migración de contaminantes hacia el subsuelo y el acuífero local (HSUB1), especialmente donde existan vías preferenciales o suelos más permeables. Asimismo, en zonas con incremento de la erosión y pérdida de suelo (SUE2), los contaminantes adsorbidos en partículas finas pueden ser removidos y redistribuidos a otras áreas, amplificando levemente la afectación espacial. Sin embargo, el efecto combinado no rebasa de forma importante la suma de los impactos individuales, por lo que la sinergia se clasifica como ligera.
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta sinergia moderada con FLO2, FLO1 y HSUB2. La disminución de la cobertura vegetal forestal (FLO2) y la pérdida de riqueza y abundancia de flora (FLO1) dejan el suelo más expuesto a la acción del viento y la lluvia, incrementando los procesos erosivos y la pérdida de suelo. A su vez, la disminución de la infiltración (HSUB2) aumenta el escurrimiento superficial, lo que potencia la capacidad de arrastre de sedimentos. La combinación de estos efectos genera una degradación del recurso suelo y de la estabilidad del terreno mayor que la que produciría cada impacto por separado, por lo que la sinergia se considera moderada.
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con SUE1 y HSUB2. La contaminación y alteración fisicoquímica del suelo (SUE1) actúan como paso previo para que sustancias derramadas o residuos mal manejados puedan infiltrarse y alcanzar el acuífero (HSUB1). Adicionalmente, la disminución de la infiltración (HSUB2) puede modificar los patrones locales de recarga y flujo subterráneo, influyendo en la forma en que se diluyen o concentran posibles contaminantes. No obstante, dada la baja probabilidad y magnitud prevista de derrames, el efecto combinado solo incrementa ligeramente la afectación potencial, por lo que la sinergia se clasifica como ligera.
AIR2. Modificación del nivel sonoro	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con FAU1 y FAU2. El incremento de los niveles de ruido (AIR2), combinado con la presencia constante de personal y maquinaria, refuerza el desplazamiento de individuos de fauna, la alteración de su comportamiento y la disminución de su permanencia en el área (FAU1), especialmente en un contexto de

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
			pérdida de hábitat (FAU2). Aunque esta interacción aumenta la perturbación sobre la fauna, el efecto conjunto no excede de forma importante la suma de los impactos individuales, por lo que la sinergia se clasifica como ligera.
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con SUE1 y HSUB2. La contaminación y alteración fisicoquímica del suelo (SUE1) actúan como paso previo para que sustancias derramadas o residuos mal manejados puedan infiltrarse y alcanzar el acuífero (HSUB1). Adicionalmente, la disminución de la infiltración (HSUB2) puede modificar los patrones locales de recarga y flujo subterráneo, influyendo en la forma en que se diluyen o concentran posibles contaminantes. No obstante, dada la baja probabilidad y magnitud prevista de derrames, el efecto combinado solo incrementa ligeramente la afectación potencial, por lo que la sinergia se clasifica como ligera.
HSUB2. Disminución de la infiltración.	2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta una sinergia moderada con SUE2, FLO2 y FLO1. La compactación y el sellamiento del suelo (HSUB2), combinados con la remoción de cobertura vegetal forestal (FLO2) y la reducción de riqueza y abundancia de flora (FLO1), provocan una disminución sustancial de la infiltración y un incremento del escurrimiento superficial, lo que a su vez intensifica los procesos erosivos y la pérdida de suelo (SUE2) y modifica las condiciones de humedad del hábitat. La interacción de estos efectos genera un cambio notorio en el comportamiento hidrológico local y en la estabilidad del ecosistema, claramente superior a la suma de los efectos individuales, por lo que la sinergia se clasifica como moderada.
FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta sinergia moderada con SUE2, HSUB2 y FAU1. La pérdida de individuos y especies de flora silvestre (FLO1) reduce la cobertura y complejidad estructural de la vegetación, lo que incrementa la erosión y la pérdida de suelo (SUE2) y disminuye la capacidad de infiltración y recarga (HSUB2). A su vez, la reducción de riqueza y abundancia de flora implica una menor disponibilidad de alimento y refugio para la fauna (FAU1), amplificando la disminución de su abundancia y diversidad. En conjunto, estos efectos producen una degradación del componente vegetal y del hábitat superior a la que ocasionaría cada impacto por separado, por lo que la sinergia se clasifica como moderada.
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta sinergia moderada con SUE2, HSUB2, FAU1, FAU2 y PAI1. La disminución de la cobertura vegetal forestal (FLO2) incrementa directamente la exposición del suelo a la erosión (SUE2), reduce la capacidad de infiltración y la recarga local (HSUB2), y disminuye la disponibilidad y calidad del hábitat para la fauna (FAU1 y FAU2). Al mismo tiempo, altera de forma significativa la calidad visual del paisaje (PAI1) al modificar los patrones de color, textura y continuidad de la vegetación natural. La combinación de estos efectos genera una degradación ecológica y paisajística claramente

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
			mayor que la que produciría la pérdida de cobertura por sí sola, por lo que la sinergia se considera moderada.
FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con FLO1, FLO2 y AIR2. La disminución de la riqueza y abundancia de flora (FLO1) y de la cobertura vegetal forestal (FLO2) reduce la disponibilidad de alimento, refugio y sitios de reproducción para la fauna, mientras que el ruido generado por la maquinaria (AIR2) y la presencia humana incrementan el estrés y el desplazamiento de los individuos. Estos factores combinados potencian en cierta medida la disminución de abundancia y riqueza de fauna, pero sin que el efecto conjunto supere de forma importante la suma de los impactos individuales, por lo que la sinergia se clasifica como ligera.
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	Moderada: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta sinergia moderada con FLO2, FLO1, SUE2, HSUB2 y AIR2. La pérdida de cobertura vegetal forestal (FLO2) y de diversidad y abundancia de flora (FLO1) reduce de manera directa la extensión y calidad del hábitat disponible para la fauna, mientras que la erosión y pérdida de suelo (SUE2) y la disminución de la infiltración (HSUB2) modifican las condiciones físicas y microclimáticas de dicho hábitat. Adicionalmente, el ruido y la presencia de maquinaria y personal (AIR2) incrementan la perturbación de los individuos que aún utilizan el área. La interacción de estos impactos genera una reducción y fragmentación del hábitat de fauna claramente superior a la que ocasionaría cada efecto de forma aislada, por lo que la sinergia se clasifica como moderada.
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto presenta sinergia moderada con FAU1, FAU2 y FLO2. La pérdida de hábitat y la disminución de la abundancia y riqueza de fauna en general (FAU1 y FAU2), asociadas a la remoción de la cobertura vegetal forestal (FLO2), reducen la disponibilidad de refugio, alimento y corredores de desplazamiento para las especies en riesgo, haciéndolas más vulnerables a encuentros con maquinaria, vehículos e infraestructura eléctrica. En este contexto, cualquier evento de daño o mortandad accidental sobre individuos de especies listadas en la NOM-059 se ve potenciado por la fragmentación del hábitat y el incremento de barreras físicas, de modo que el efecto conjunto es considerablemente mayor que el que tendría cada impacto por separado.
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto presenta una sinergia ligera con FLO2, SUE2 y AIR1. La disminución de la cobertura vegetal forestal (FLO2) y el incremento de la erosión y pérdida de suelo (SUE2) producen superficies desnudas, contrastes marcados de color y textura y formas antrópicas que, junto con la generación de polvos durante la obra (AIR1), aumentan la percepción de deterioro visual del paisaje. Aunque el paisaje ya se ve afectado por cada uno de estos impactos de manera individual, su combinación incrementa ligeramente la magnitud del cambio escénico, razón por la cual la sinergia se clasifica como ligera.

IV.6.4. Impactos Residuales

Los impactos residuales serían aquellos que, aun con la aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, permanecerán durante parte o toda la vida útil del **Proyecto**. En este caso, los principales impactos residuales se asocian con la transformación física del sitio, la pérdida permanente de cobertura vegetal en las áreas ocupadas por infraestructura y los cambios operativos propios de una instalación de almacenamiento de energía mediante baterías (**SAEE**).

Tabla IV.8. Valoración del aspecto residual de los impactos ambientales identificados

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque, aunque la contaminación potencial del suelo por derrames accidentales de aceites, combustibles o residuos podría acotarse como un efecto de corta a mediana duración en función de la respuesta y limpieza, la alteración de las propiedades físicas del suelo (compactación, pérdida de porosidad y sellado de la superficie) asociada a las excavaciones, el trazo, la nivelación y el desplante de la infraestructura tiene un carácter prácticamente permanente durante la vida útil del Proyecto. En consecuencia, la afectación global al componente suelo se clasifica con una duración superior a 1.5 años.
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se clasifica como larga porque los procesos de erosión y pérdida de suelo pueden mantenerse a lo largo de las etapas de Preparación del sitio y Construcción, y prolongarse durante la Operación y el mantenimiento cuando existan superficies de suelo desnudo o sin cobertura adecuada. Adicionalmente, en la etapa de Desmantelamiento y abandono, la remoción de infraestructura puede volver a exponer el suelo, reactivando procesos erosivos si no se aplican medidas de restauración. En conjunto, estas condiciones permiten estimar una duración superior a 1.5 años.
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1	Corta: Cuando el efecto dura menos de 1 mes	La duración del impacto se considera corta, ya que las emisiones de gases y polvos se generan únicamente mientras se realizan las actividades que las producen, principalmente durante la Preparación del sitio y Construcción, y en menor medida durante la Operación y mantenimiento. Cada evento de emisión está ligado a la operación temporal de vehículos, maquinaria o movimientos de tierra y cesa al concluir la actividad específica, de manera que el tiempo efectivo de afectación no se extiende más allá de periodos cortos dentro de cada etapa del Proyecto.
AIR2. Modificación del nivel sonoro	1	Corta: Cuando el efecto dura menos de 1 mes	La duración del impacto es corta, puesto que los niveles de ruido se incrementan únicamente mientras se llevan a cabo las actividades que lo generan. Aunque el ruido puede presentarse en distintas etapas del Proyecto, en todos los casos se limita al periodo de operación de la maquinaria o equipos específicos, cesando al concluir cada jornada o actividad, por lo que el tiempo efectivo de afectación es reducido.
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	2	Mediana: Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	La duración del impacto se considera mediana, ya que, de presentarse un manejo inadecuado de sustancias o residuos líquidos que genere infiltración al subsuelo, la afectación a la calidad del agua subterránea podría mantenerse por un periodo mayor a un mes y hasta aproximadamente 1.5 años, dependiendo de la naturaleza del contaminante, las condiciones hidrogeológicas locales y la eficacia de las acciones de remediación. Aunque el impacto se activa de forma inmediata a la ocurrencia de un derrame, la atenuación y dispersión de los contaminantes en el medio subterráneo se produce en escalas de tiempo mayores a las de la acción que lo origina, por lo que su duración no se considera ni corta ni permanente.

Clave y denominación del impacto	Valoración		Justificación
HSUB2. Disminución de la infiltración.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque la modificación en los patrones de infiltración se mantendrá durante toda la vida útil del Proyecto en las áreas selladas y cimentadas, donde el suelo pierde de forma permanente su capacidad natural de infiltración. Solo cuando se lleve a cabo el desmantelamiento y la remoción de la infraestructura será posible recuperar parcial o totalmente las condiciones originales de infiltración, por lo que la afectación se extiende por un periodo superior a 1.5 años.
FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque la afectación a la riqueza y abundancia de flora dentro del AP permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, dado que la mayoría de las superficies desmontadas se destinarán a infraestructura y no podrán recuperar sus condiciones originales de cobertura y estructura vegetal. Solo en caso de desmantelamiento y aplicación de programas de restauración se podrían restablecer parcialmente las comunidades vegetales, por lo que la pérdida se extiende por periodos mayores a 1.5 años.
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque la pérdida de cobertura vegetal forestal y de los servicios ecosistémicos asociados persistirá durante toda la vida útil del Proyecto. La recuperación de una estructura y composición similares a las originales solo sería posible, de manera parcial y en el largo plazo, mediante el desmantelamiento de la infraestructura y la implementación de programas de restauración ecológica, por lo que la afectación supera ampliamente los 1.5 años.
FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque, si bien los desplazamientos de fauna por ruido y presencia humana son de carácter temporal, la pérdida de hábitat derivada de la remoción de la cobertura vegetal forestal y su ocupación por infraestructura se mantendrá durante toda la vida útil del Proyecto. En consecuencia, la disminución de la abundancia y riqueza de fauna asociada a la reducción de áreas disponibles para refugio, alimentación y reproducción puede prolongarse por periodos mayores a 1.5 años.
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque la pérdida de cobertura vegetal forestal y, por tanto, del hábitat de las especies de fauna persistirá durante toda la vida útil del Proyecto. La recuperación de una estructura y composición similares a las originales solo sería posible, de manera parcial y en el largo plazo, mediante el desmantelamiento de la infraestructura y la implementación de programas de restauración ecológica, por lo que la afectación supera ampliamente los 1.5 años.
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración del impacto se considera larga porque la pérdida de individuos de especies en riesgo o endémicas es irreversible para los ejemplares afectados y puede tener repercusiones de largo plazo en la estructura y dinámica de las poblaciones locales. Además, el riesgo de colisión, atropellamiento o electrocución se mantiene durante toda la vida útil del Proyecto, de modo que la posibilidad de afectación a estas especies no se limita a la etapa de construcción, sino también a la operación y mantenimiento.
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	3	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	La duración se considera larga porque la principal modificación paisajística está asociada a la permanencia de la infraestructura del Proyecto, que permanecerá visible durante toda su vida útil. Solo con el desmantelamiento y la ejecución de programas de restauración paisajística podría reducirse de manera significativa esta alteración, de modo que el impacto se prolonga por periodos superiores a 1.5 años.

IV.7. 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 **AI** se realizó con el propósito de identificar y analizar los componentes abióticos y bióticos que pueden interactuar con las obras y actividades del **Proyecto**.

Para su definición se consideraron las características, naturaleza, alcance espacial y temporal de las obras previstas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento. El **AI** se entiende como la zona en la que las interacciones entre el **Proyecto** y el ambiente son más estrechas y donde pueden manifestarse efectos directos, indirectos, temporales o acumulativos derivados de su desarrollo.

La delimitación consideró particularmente el alcance de los impactos ambientales con potencial de extenderse más allá del **AP.** Entre éstos se encuentran la dispersión de polvo y emisiones generadas por vehículos, maquinaria y actividades de movimiento de tierras; el incremento temporal de tránsito vehicular y de personal durante la construcción; así como los efectos indirectos asociados con la operación y mantenimiento de la infraestructura.

De esta manera, el **AI** permite evaluar los componentes ambientales y sociales potencialmente expuestos a las actividades del **Proyecto**, así como definir medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento acordes con la magnitud y alcance de los impactos identificados.

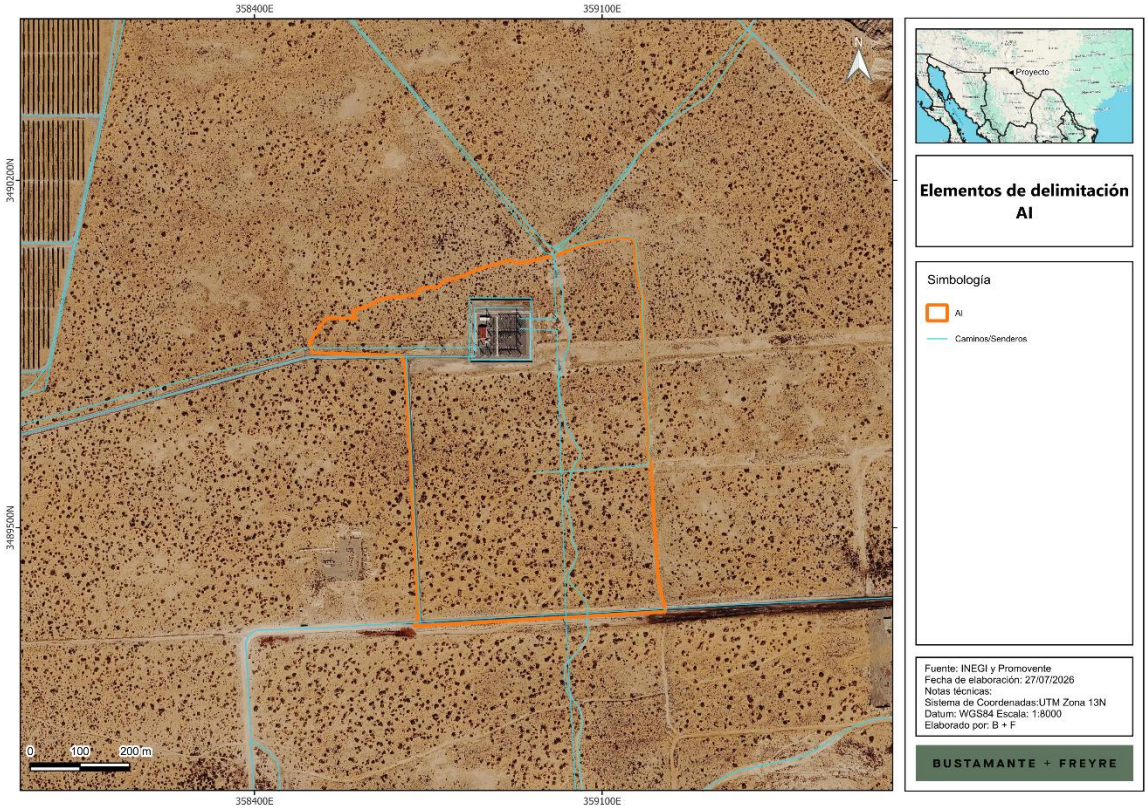
De acuerdo con lo anterior se considera principalmente como zonas limites las siguientes:

- Al norte: Camino de terracería que rodea a la Subestación SE Maniobras Border Solar de la CFE
- Al este: Camino de terracería
- Al sur: camino de terracería principal para acceso al área
- Oeste: Camino de terracería

En el **Anexo IV.3** y **Anexo IV.4** se presenta el plano de área de influencia y sus coordenadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.4. Área de Influencia delimitado para el **Proyecto**.



IV. 8. Estrategias donde se implementar las medidas de prevención y mitigación

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con el **Proyecto** en la **RE,** se definieron medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y seguimiento orientadas a evitar, reducir, controlar o compensar sus efectos negativos.

La selección de las medidas se realizó mediante un análisis técnico interdisciplinario, considerando la naturaleza, magnitud, duración, extensión, reversibilidad y significancia de cada impacto, así como la viabilidad técnica, ambiental, operativa y económica de las acciones propuestas.

Durante este proceso se identificaron las medidas con mayor relación y eficacia potencial para atender cada impacto. Se descartaron aquellas medidas que no presentaban una vinculación directa, resultaban redundantes o no eran viables para las condiciones del **Proyecto**.

Las medidas seleccionadas se agruparon considerando su carácter transversal y polivalente, debido a que varias de ellas contribuyen simultáneamente a prevenir o reducir afectaciones sobre distintos componentes ambientales. Como resultado, se definieron **7 programas ambientales** los cuales cuentan con una serie de medidas específicas para atender a los distintos impactos ambientales identificados. El detalle de estas medidas se presenta en el **Anexo IV.5.**

Estas medidas tienen como finalidad compatibilizar el desarrollo del **Proyecto** con la conservación de los componentes ambientales, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos presentes en el **AP, AI** y **RE.**

Tabla IV.9. Resumen de las medidas específicas propuestas en los programas ambientales del **Proyecto**

Programa	Medida específica
Rescate y reubicación de flora	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.
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	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.
	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.

Programa	Medida específica
	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.
Reforestación	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.
Manejo integral de residuos	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.

Programa	Medida específica
	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.
	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.
Gestión de baterías del SAEE (subprograma del Programa de Manejo Integral de Residuos)	Mantener un inventario actualizado de baterías, módulos, racks y componentes asociados al SAEE.
	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.
Capacitación y educación ambiental	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.

Programa	Medida específica
	Realizar reinducción o capacitación correctiva después de incidentes, incumplimientos o desviaciones ambientales.
Conservación de suelos	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.
	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.
Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo	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.

Programa	Medida específica
	Mantener kits antiderrames en maquinaria, vehículos, talleres y áreas de abastecimiento.
	Analizar fallas recurrentes e implementar acciones correctivas para evitar su repetición.

Finalmente, aunque la guía utilizada para la elaboración del presente estudio no contempla expresamente este apartado, se incorpora el **Anexo IV.6. Pronósticos Ambientales**, en cumplimiento con lo establecido en las fracciones VII y VIII 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**).

Dicho artículo establece que la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional deberá incluir, entre otros elementos, los pronósticos ambientales regionales y, cuando corresponda, la evaluación de alternativas.

Asimismo, en los anexos del presente capítulo se integran los instrumentos metodológicos utilizados para la identificación, evaluación y análisis de los impactos ambientales, conforme a las disposiciones aplicables del **REIA**.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

" SAEE BORDER "

ANEXO

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Índice

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 elaboró con base en las disposiciones aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**), con el propósito de integrar los elementos técnicos, ambientales y jurídicos necesarios para solicitar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional **(MIA-R)**. El contenido y alcance del estudio se estructuraron para asegurar su congruencia, claridad y suficiencia técnica, conforme a los requisitos aplicables a dicha modalidad.

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

- Cédula profesional RT
- EF GAMMA Esc.2,860 Constitución
- Energía Firme Gamma – ACUSE Inscripción RFC
- Energía Firme Gamma – Constancia sit fisc
- INE Mauricio Buenrostro Ruiz

Anexo I.2 SHP, KML, CSV

- Cartografía
    - CAP I - Plano 01 – Ubicación estatal y municipal
    - CAP I - Plano 02 – Vías de acceso
    - CAP I - Plano 03 – Componentes proyecto
    - CAP I - Plano 04 – CUSTF Fase 1
    - CAP I - Plano 05 – CUSTF Fase 2

- MT – Plano 01 – Ubicación estatal y municipal
- MT – Plano 02 – Colindancias respecto al Proyecto
- MT – Plano 03 – Vías de acceso
- MT – Plano 04 – USV campo
- MT – Plano 05 – CUSTF Fase 1
- MT – Plano 06 – CUSTF Fase 2
- MT – Plano 07 – Contenedores
- MT – Plano 08 – Estaciones de transformación
- MT – Plano 09 – Red media de tensión
- MT – Plano 10 – Subestación elevadora
- MT – Plano 11 – Línea de interconexión
- MT – Plano 12 – Componentes
- MT – Plano 13 – Edificio OyM
- MT – Plano 14 – Caminos
- MT – Plano 15 – Obras provisionales
- MT – Plano 16 – Área libre
- MT – Plano 17 – Representación gráfica regional y local del Proyecto
- MT – Plano 18 – Región hidrológica
- MT – Plano 19 – Cuenca hidrológica
- MT – Plano 20 – Subcuenca

- Coordenadas
  - Área libre
  - Área del Proyecto
  - Caminos
  - Contenedores
  - DV2
  - Estaciones
  - Línea de interconexión
  - MV
  - Obras provisionales
  - Oficina O&M

  - Subestación
- KMZ
  - Área del Proyecto
  - Área libre
  - Caminos
  - Contenedores
  - DDV
  - Estaciones de transformación LI
  - MV
  - O&M
  - Obras provisionales
  - ST
  - Torre
- SHP
  - Área del Proyecto
  - Componentes
    - Área libre
    - Caminos
    - Componentes
    - Contenedores
    - DDV
    - Estaciones de transformación
    - LI
    - Línea de interconexión
    - MV
    - O&M
    - Obras provisionales
    - ST
    - Torre
  - CUSTF

Anexo I.3 Memoria técnica

Anexo I.4 Programa de cierre

Anexo I.5 Memoria de cálculo

Capítulo III

Anexo III.1 RE AI

- CSV
    - Coordenadas AI
    - Coordenadas RE
- KML
    - AI
    - RE
- KMZ
    - AI
    - RE
- SHP
    - AI
    - RE
- Delimitación AI
- Delimitación RE

Anexo III.2 Listados potenciales de flora y fauna

Anexo III.3 Flora

- Cartografía
    - Sitios AI
    - Sitios AP
    - Sitios de muestreo AI
    - Sitios de muestreo AP
    - Sitios de muestreo RE
    - Sitios RE
- Reportes fotográficos
    - AI
    - AP

- RE

- Curvas de acumulación de flora
- Memorias de cálculo de diversidad de flora

Anexo III.4 Fauna

- Reporte fotográfico
- Memorias de cálculo de diversidad de fauna

Anexo III.5 Caracterización ambiental

- Planos
  - Plano 01 – Elementos delimitación re
  - Plano 02 – Elementos delimitación AI
  - Plano 03 – Delimitación RE, AI y AP
  - Plano 04 – Unidades climáticas
  - Plano 05 – Heladas
  - Plano 06 – Ciclones
  - Plano 07 – Granizo
  - Plano 08 – Sequias
  - Plano 09 – Vulnerabilidad inundaciones
  - Plano 10 – Vulnerabilidad deslaves
  - Plano 11 – Provincias fisiográficas
  - Plano 12 – Subprovincias fisiográficas
  - Plano 13 – Topoformas
  - Plano 14 – Gradiente altitudinal
  - Plano 15 – Pendiente
  - Plano 16 – Fallas y fracturas
  - Plano 17 – Región sísmica
  - Plano 18 – Intensidad sísmica
  - Plano 19 – Deslizamiento laderas
  - Plano 20 – Hundimiento
  - Plano 21 – Inundaciones
  - Plano 22 – Edafología
  - Plano 23 – Erosión

- Plano 24 – Degradación suelo
- Plano 25 – Litoestratigrafía
- Plano 26 – Región hidrológica
- Plano 27 – Cuenca hidrológica
- Plano 28 – Subcuenca hidrológica
- Plano 29 – Microcuencas hidrológica
- Plano 30 – Red hidrográfica cuerpos de agua
- Plano 31 – Humedales
- Plano 32 – Hidrología subterránea
- Plano 33 – Calidad del agua subterránea
- Plano 34 – USV
- Plano 35 – USyV AP
- Plano 36 – Corredor biológico
- Plano 37 – Corredor bioclimático
- Transectos de fauna

- Caracterización ambiental

Capítulo IV

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

Anexo IV.2 Matriz de impactos ambientales

Anexo IV.3 Área de influencia

Anexo IV.4 Coordenadas del Área de influencia

Anexo IV.5 Estrategias para la prevención 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.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

" SAEE BORDER"

MEMORIA TÉCNICA

PROMOVENTE

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO....6
II.1. Información general del proyecto, plan o programa....6
II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa....8
II.1.2. Justificación....8
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto....9
II.1.3.1. Ubicación física del Proyecto....9
II.1.3.2. Uso de suelo y vegetación....15
II.1.3.3. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)....16
II.1.3.4. Dimensiones del Proyecto....20
II.1.4. Inversión requerida....23
II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa....24
II.2.1. Componentes principales del SAEE....25
II.2.1.1. Contenedores de baterías....25
II.2.1.2. Sistema de conversión de potencia (“PCS”)....28
II.2.1.3. Estaciones de transformación de media tensión....28
II.2.1.4. Sistema de gestión de baterías....30
II.2.1.5. Sistema de control y monitoreo (EMS y SCADA)....30
II.2.1.6. Sistema de control térmico por refrigeración líquida....31
II.2.1.7. Sistema de detección y supresión de incendios....31
II.2.2. Sistemas de conexiones eléctricas....32
II.2.2.1. Cableado de baja tensión....32
II.2.2.2. Cableado de media tensión (34.5 kV)....32
II.2.2.3. Suministro a servicios auxiliares....33
II.2.3. Sistema de puesta a tierra....33
II.2.4. Protecciones eléctricas....34
II.2.5. Sistema de seguridad y vigilancia....34
II.2.6. Subestación elevadora....35
II.2.6.1. Consideraciones generales....35
II.2.6.2. Transformador de potencia....35
II.2.6.3. Interruptores....36
II.2.6.4. Seccionadores o cuchillas....37
II.2.6.5. Transformadores de medida y/o potencial....38
II.2.6.6. Sistema de protección y control....39
II.2.6.7. Barras colectoras....39
II.2.6.8. Sistema de puesta a tierra....40
II.2.6.9. Edificio de control....41
II.2.7. Línea de interconexión....41
II.2.7.1. Características generales de la línea de interconexión....43
II.2.7.2. Trazo y ubicación de la estructura de la línea de interconexión....43
II.2.7.3. Conductores....44
II.2.7.4. Aisladores....46
II.2.7.5. Estructura de soporte (torre)....46
II.2.7.6. Cimentaciones....50
II.2.7.7. Sistemas de Protección....50

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.7.8. Accesorios 51
II.2.8. Edificio de operación y mantenimiento 51
II.2.9. Componentes permanentes secundarios 52
II.2.9.1. Caminos internos y de acceso 52
II.2.9.2. Obras de drenaje pluvial 53
II.2.9.3. Cercado perimetral, videovigilancia e iluminación 54
II.2.10. Obras provisionales 54
II.2.10.1. Área de faenas 54
II.2.10.2. Almacén temporal de residuos 54
II.2.10.2. Área de maniobras 55
II.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones) 56
II.2.12. Obra civil y electromecánica 57
II.3. Programa de trabajo 57
II.3.1. Representación gráfica regional 60
II.3.2. Representación gráfica local 63
II.4. Descripción de las etapas del Proyecto 66
II.4.1. Actividades Previas 66
II.4.2. Preparación del sitio 67
II.4.2.1. Trazo y Delimitación del sitio del Proyecto 67
II.4.2.2. Desmonte y despalme 67
II.4.2.3. Instalación de obras provisionales 68
II.4.2.4. Delimitación perimetral 68
II.4.3. Construcción 69
II.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras 69
II.4.3.2. Construcción de obras de drenaje 69
II.4.3.3. Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación 69
II.4.3.4. Conformación de plataformas, accesos y caminos internos 69
II.4.3.8. Instalación del SAEE 70
II.4.3.9. Instalación de la red subterránea de media tensión 70
II.4.3.10. Construcción de la Subestación Elevadora 70
II.4.3.11. Excavación de cimentaciones de subestación. 70
II.4.3.13. Instalación de la Torre de la Línea de Interconexión 71
II.4.3.14. Tendido del cable de la Línea de Interconexión. 71
II.4.3.15. Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio 71
II.4.4. Operación y Mantenimiento 72
II.4.4.1. Mantenimiento preventivo 72
II.4.4.2. Mantenimiento correctivo 72
II.4.4.3. Mantenimiento predictivo 72
II.4.5. Desmantelamiento 73
II.5. Requerimientos de Recursos 74
II.5.1. Personal 74
II.5.2. Agua 74
II.5.3. Energía eléctrica 75
II.5.4. Combustibles 76
II.5.5. Maquinaria y equipo 77
II.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales) 80
II.5.7. Residuos y aguas residuales 81

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.5.7.1. Manejo de aguas residuales 81
II.5.7.2. Manejo de residuos 81
II.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido 83
II.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero 84
II.6.1. Emisiones a la atmósfera 84
II.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa 84
II.6.3. Conceptos básicos sobre GEI 86
II.6.4. Cálculo de CO_2 equivalente 87
II.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Características generales del Proyecto 7
Tabla II.2. Coordenadas del centro y vértices generales del polígono del Proyecto 14
Tabla II.3. Uso de suelo y vegetación del Proyecto 15
Tabla II.4. Uso de suelo y vegetación de cada componente 16
Tabla II.5. Superficie forestal 17
Tabla II.6. Superficie forestal por fase de desarrollo 17
Tabla II.7. Superficies del Proyecto a desarrollarse en una primera fase 18
Tabla II.8. Superficies del Proyecto a desarrollarse en una segunda fase 19
Tabla II.9. Superficies del Proyecto por componente, tipo de obra y sellamiento 22
Tabla II.10. Características generales del Proyecto 24
Tabla II.11. Principales características de los contenedores de baterías 26
Tabla II.12. Características principales de las estaciones de transformación de media tensión 29
Tabla II.13. Características generales de la línea de interconexión 43
Tabla II.14. Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión 43
Tabla II.15. Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre). 46
Tabla II.16. Programa de trabajo del Proyecto 59
Tabla II.17. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto. 74
Tabla II.18. Resumen del requerimiento de agua por etapa 75
Tabla II.19. Estimación preliminar de consumo de combustibles 76
Tabla II.20. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción 77
Tabla II.21. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento 78
Tabla II.22. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento 79
Tabla II.23. Clasificación de residuos a generar por etapa 82
Tabla II.24. Emisiones atmosféricas principales por etapa 84
Tabla II.25. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI 85
Tabla II.26. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001) 87
Tabla II.27. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022) 87
Tabla II.28. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación del Proyecto 10
Figura II.2. Colindancias respecto al Proyecto 12

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.3. Ubicación del Proyecto con relación a obras identificadas en el SIGEIA....13
Figura II.4. Vías de acceso al Proyecto....14
Figura II.5. Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto (verificada en campo)....16
Figura II.6. Superficies a intervenir en la primera fase de desarrollo del Proyecto....19
Figura II.7. Superficies a intervenir en la segunda fase de desarrollo del Proyecto....20
Figura II.8. Componentes del Proyecto....23
Figura II.9. Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías....26
Figura II.10. Ubicación de los contenedores de baterías....27
Figura II.11. Ejemplo de estación de transformación de media tensión....28
Figura II.12. Ubicación de las estaciones de transformación....30
Figura II.13. Ubicación de la red de media tensión....33
Figura II.14. Ejemplo de transformador de potencia (Imagen obtenida del sitio: https://www.freepik.es/fotos-premium/transformador-potencia-conversion-tension-115-kv-22-kv_110291359.htm)....35
Figura II.15. Ubicación de la subestación elevadora....36
Figura II.16. Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto (Imagen obtenida del sitio: Interruptor de Potencia de Tanque Muerto)....37
Figura II.17. Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral (Imagen obtenida del sitio: Seccionador giratorio de apertura lateral)....38
Figura II.18. Ejemplo de transformador de potencia (Imagen obtenida del sitio ¿Qué es un transformador de potencial y cómo funciona?)....38
Figura II.19. Ejemplo de arreglo de barras colectoras (Imagen obtenida del sitio Tipos de arreglos de las subestaciones eléctricas)....39
Figura II.20. Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras (Imagen obtenida del sitio Kit de Tierra Física (Terrometro30kΩ)....40
Figura II.21. Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones (Imagen obtenida del sitio: CASETAS PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.)....41
Figura II.22. Ubicación de la línea de interconexión....42
Figura II.23. Ubicación de los componentes de la línea de interconexión....44
Figura II.24. Cable ACSR 1113 kcmil....45
Figura II.25. Aislador sintético de suspensión....46
Figura II.26. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de suspensión....47
Figura II.27. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de deflexión....48
Figura II.28. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de deflexión....49
Figura II.29. Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 230 kV (imagen obtenida del sitio: Galería - MYD – MYD)....50
Figura II.30. Ubicación del edificio de operación y mantenimiento....52
Figura II.31. Ubicación de caminos internos y de acceso en el Proyecto....53
Figura II.32. Ubicación de las obras provisionales....55
Figura II.33. Ubicación del área libre....56
Figura II.34. Representación gráfica regional del Proyecto....61
Figura II.35. Regional Hidrológica en la que se ubica el Proyecto....62
Figura II.36. Cuenca Hidrológica en la que se ubica el Proyecto....63
Figura II.37. Representación gráfica local del Proyecto....64
Figura II.38. Subcuencas en donde se ubica el Proyecto....65
Figura II.39. Microcuenca en las que se ubica el Proyecto....66
Figura II.40. Actividades típicas de desmonte y despalme....68
Figura II.41. Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión....71

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

II.1. Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto denominado “**SAEE Border**” (en adelante, el **Proyecto**) consiste en el desarrollo, construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés). El **Proyecto** será desarrollo por **Energía Firme Gamma, S.A.P.I. de C.V.,** en el municipio de Juárez, estado de Chihuahua, dentro de las inmediaciones de la localidad de Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado).

El **Proyecto** tendrá una potencia máxima neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 220 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia máxima neta de descarga. En consecuencia, la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión será de hasta 880 MWh, ubicado en el municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 1,159.87 MWh. Esta capacidad podrá ser superior a la energía neta de diseño en el punto de interconexión, a fin de considerar las pérdidas internas y los consumos auxiliares del sistema, los márgenes operativos y de disponibilidad, así como la degradación de las baterías durante su vida útil. Este sobredimensionamiento no implicará una potencia neta de inyección o retiro superior a 220 MW en el punto de interconexión.

El **Proyecto** empleará baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (**LFP**) o similar, integradas en contenedores prefabricados con sistemas de conversión de potencia integrados.

El **Proyecto** se desarrollará bajo la modalidad de **SAEE** No Asociado, es decir, como sistema de almacenamiento independiente que no forma parte de una central eléctrica ni de un centro de carga. El SAEE 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.

La infraestructura de interconexión asociada al **Proyecto** consistirá en una subestación elevadora y una línea de interconexión (“**LI**”) que conectará el **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“**CFE**”), punto en el cual se realizará la interconexión con la Red Nacional de Transmisión a un nivel de tensión de 230 kV.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.1. Características generales del **Proyecto**

Nombre del Proyecto	SAEE Border
Promovente	Energía Firme Gamma, S.A.P.I. de C.V.
RFC del promovente	EFG260626370
Representante legal	Mauricio Buenrostro Ruiz
Domicilio para notificaciones	Vía Rápida Ote 15000, Interior 1008, Colonia Chapultepec Alamar, C.P. 22110, Tijuana, Baja California
Modalidad de evaluación	Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (**MIA-R**)
Sector de actividad	Almacenamiento de Energía Eléctrica
Tipo de tecnología	Tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“LFP”) o similar
Ubicación general	Municipio de Juárez, Chihuahua, México (inmediaciones Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado)
Capacidad nominal total instalada de baterías	Hasta 1,159.87 MWh
Potencia neta de inyección y retiro en el POI	Hasta 220 MW
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 880 MWh
Tensión de evacuación (POI)	230 kV
Duración de descarga a potencia neta	Hasta 4 horas
Tensión de la red interna de media tensión	34.5 kV
Frecuencia	60 Hz
No. de contenedores de baterías	Aprox. 168 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh)
No. de unidades de conversión de potencia (PCS)	Aprox. 168 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA)
No. de estaciones de transformación de MT	Aprox. 42
Subestación elevadora	Transformador elevador 230 kV / 34.5 kV
Línea de Transmisión	Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 126.12 m, hacia SE Border Solar

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“CFE”),
Superficie total del polígono del Proyecto	11.099 ha
Duración del Proyecto	2 año preparación de sitio y construcción + 40 años operación y mantenimiento + 1 año desmantelamiento
Inversión estimada	**USD** 163.6 millones

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

El **Proyecto** corresponde a un **SAEE,** cuya finalidad es el almacenamiento de energía eléctrica en baterías electroquímicas y la entrega nuevamente a la red mediante un proceso de carga y descarga controlado. Durante la carga, la energía tomada de la red en corriente alterna se convierte a corriente continua a través del sistema de conversión de potencia (“**PCS**”) para almacenarse en las baterías. Durante la descarga, el proceso se invierte, la energía se entrega en corriente alterna, se eleva a media tensión mediante los transformadores de las estaciones de transformación y se conduce a través de la subestación elevadora y la línea de interconexión hasta el punto de interconexión. El flujo de potencia es, por tanto, bidireccional.

El **Proyecto** considera una tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“**LFP**”) o similar, seleccionada por su estabilidad térmica, vida útil y nivel de seguridad. Para el diseño se toma como referencia el sistema Sungrow PowerTitan 3.0 o similar, en solución tipo contenedor prefabricado. El diseño definitivo deberá conservar o mejorar los parámetros de seguridad, desempeño y vida útil aquí descritos, y se respaldará con las fichas técnicas y certificaciones del equipo seleccionado. El número final de equipos y la disposición del arreglo podrán ajustarse durante la ingeniería de detalle, sin exceder los parámetros máximos, la superficie ni los impactos considerados en la presente evaluación.

Para mantener la capacidad comprometida del **Proyecto** a lo largo de su vida útil, el sistema de almacenamiento se dimensiona desde el inicio con un margen de capacidad adicional y podrá contemplar la reposición, sustitución o incorporación programada de componentes o contenedores de baterías como parte de una estrategia de gestión de capacidad (*augmentation*). El número final de equipos y la disposición del arreglo podrán ajustarse durante la ingeniería de detalle y la operación del **Proyecto**, siempre que no se excedan la capacidad nominal total instalada, la superficie de afectación ni los demás parámetros e impactos considerados en la presente evaluación. Cuando las adecuaciones propuestas impliquen modificaciones al **Proyecto** autorizado, se someterán previamente a consideración de la autoridad competente y se realizarán los trámites que resulten aplicables.

II.1.2. Justificación

El **Proyecto** tiene como propósito el almacenamiento de energía eléctrica contribuyendo a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad de la red, al tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al **SEN** cuando ésta sea requerida. Su instalación en el municipio de Juárez,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Chihuahua, permitirá reforzar la red eléctrica, así como garantizar un desempeño eficiente y competitivo de la tecnología propuesta.

La actividad del **Proyecto** corresponde al almacenamiento de energía eléctrica, confirmando su naturaleza como infraestructura estratégica del sector energético nacional. El desarrollo del **Proyecto** contribuye al fortalecimiento de la confiabilidad del **SEN** al funcionar como un mecanismo para inyectar energía eléctrica al sistema en momentos en que sea necesario.

La delimitación del área del **Proyecto** es resultado de un proceso progresivo de análisis territorial, en el cual se evaluaron distintas configuraciones de superficie y alternativas de polígono. Como resultado del análisis de restricciones físicas, ambientales y técnicas del sitio se delimitó una superficie total de 11.099 ha.

Desde la perspectiva ambiental, el **SAEE** represente múltiples ventajas. Su operación contribuye a la descarbonización del **SEN** al aumentar el aprovechamiento de energías renovables, reducir la dependencia de respaldo fósil y disminuir emisiones asociadas a la variabilidad de la demanda y generación. Asimismo, facilitan una mayor penetración de las energías renovables, ayudan a disminuir las emisiones de CO_2 y ayudan a reducir los picos de demanda. Finalmente, también tienen un impacto en la mejora de la eficiencia del sistema eléctrico, ya que la energía puede consumirse cuando realmente se necesita en vez de perderse o forzar generación adicional.

En conjunto, el **Proyecto** se justifica como una infraestructura energética alineada con los objetivos nacionales de transición energética, mitigación del cambio climático y expansión de la capacidad de generación limpia. Su diseño incorpora criterios de sostenibilidad, minimización de impactos y compatibilidad territorial, y permitirá reducir emisiones, fortalecer la seguridad eléctrica regional y contribuir a los compromisos nacionales e internacionales en materia ambiental y energética.

Adicionalmente, la ubicación del **Proyecto** en el municipio de Juárez, Chihuahua, cercano a la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE**, es estratégica para el fortalecimiento del **SEN** en la región. A través de su operación, el **Proyecto** aportará energía al **SEN**, reforzando la confiabilidad de la red eléctrica regional al inyectar la energía producida directamente en la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE**.

El proceso progresivo de delimitación del polígono consideró la topografía del sitio, la disponibilidad del predio, el acceso a infraestructura existente y, de manera fundamental, la presencia rasgos naturales del terreno como cuerpos de agua y zonas con escurrimientos. Como consecuencia de este proceso, el polígono definitivo adoptó una configuración que evita el impacto en cuerpos de agua y zonas de escurrimiento, así como disminuir la superficie que se requiere para la instalación de la Línea de Interconexión.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto

II.1.3.1. Ubicación física del Proyecto

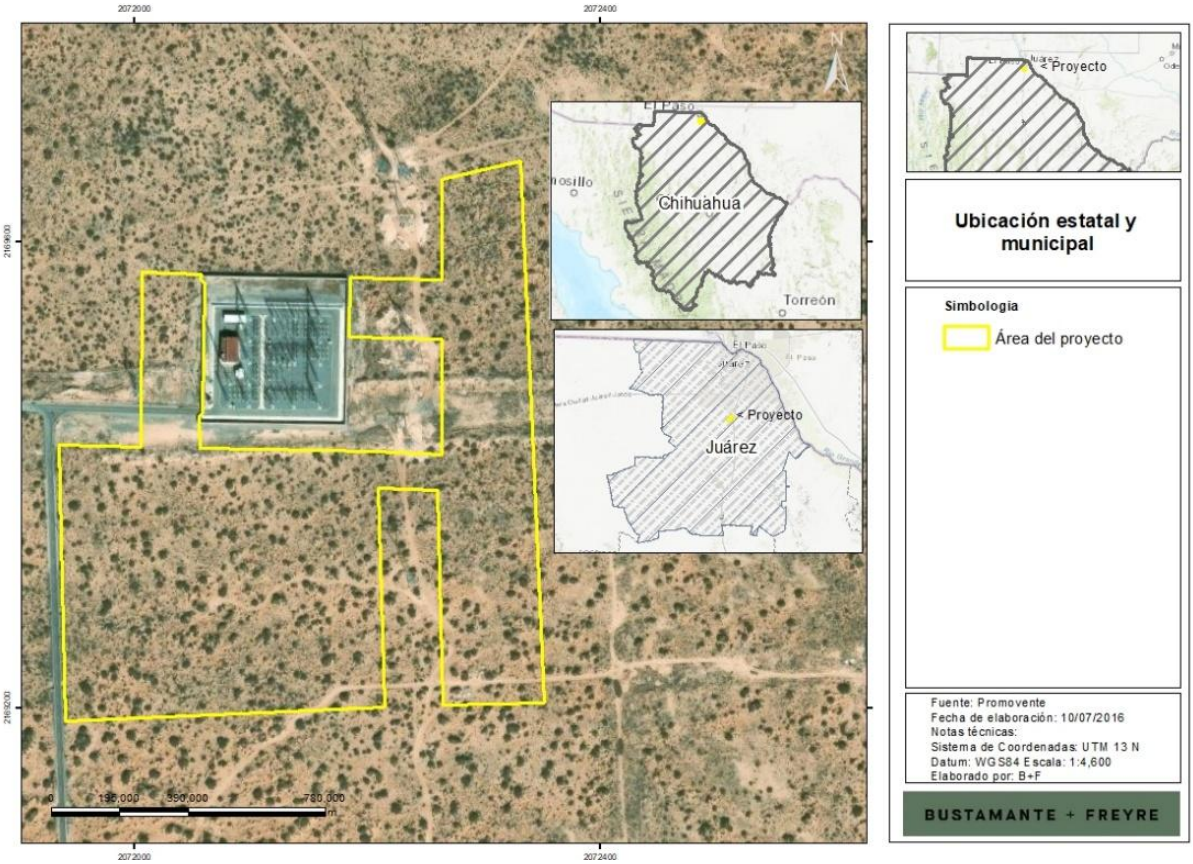
El **Proyecto** se localiza en el municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua, dentro de las Sierras y Llanuras del Norte en una zona situada aproximadamente a 19.54 kilómetros al norte de la cabecera

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

municipal de Juárez (C.P. 32674). El acceso al sitio se realiza a través de la Carretera Estatal "Chihuahua - Miguel Ahumada", conectándose con la red de caminos rurales locales que facilitan el ingreso al predio

El **Proyecto** se ubica en el municipio de Juárez, Chihuahua, en las inmediaciones de la localidad Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado). La región se caracteriza por presentar un relieve predominantemente plano, así como por una accesibilidad adecuada a través de caminos rurales que enlazan con la carretera estatal. La ubicación general del **Proyecto** dentro del estado se presenta en la siguiente Figura.

Figura II.1. Ubicación del **Proyecto**



Colindancias del Proyecto

El municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua, sitio de ubicación del **Proyecto**, se localiza en la porción norte del estado y colinda al norte con Estados Unidos de América; al este con el municipio de Guadalupe; al sur con los municipios de Praxedis G. Guerrero y Ahumada; y al oeste con el municipio de Ahumada, dentro de una región de predominancia desértica característica del norte del país.

El área del **Proyecto** se encuentra rodeada predominantemente por superficies con vegetación natural, sin presencia de localidades urbanas que colinden de manera directa con el polígono.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Hacia el norte, el polígono del **Proyecto** colinda con la Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la **CFE.** Las localidades más cercanas al **Proyecto** se ubican al noreste del mismo, sin que tengan una colindancia inmediata.

Hacia el sur, el polígono limita con terrenos naturales, sin presencia de localidades o asentamientos inmediatos al polígono del **Proyecto**.

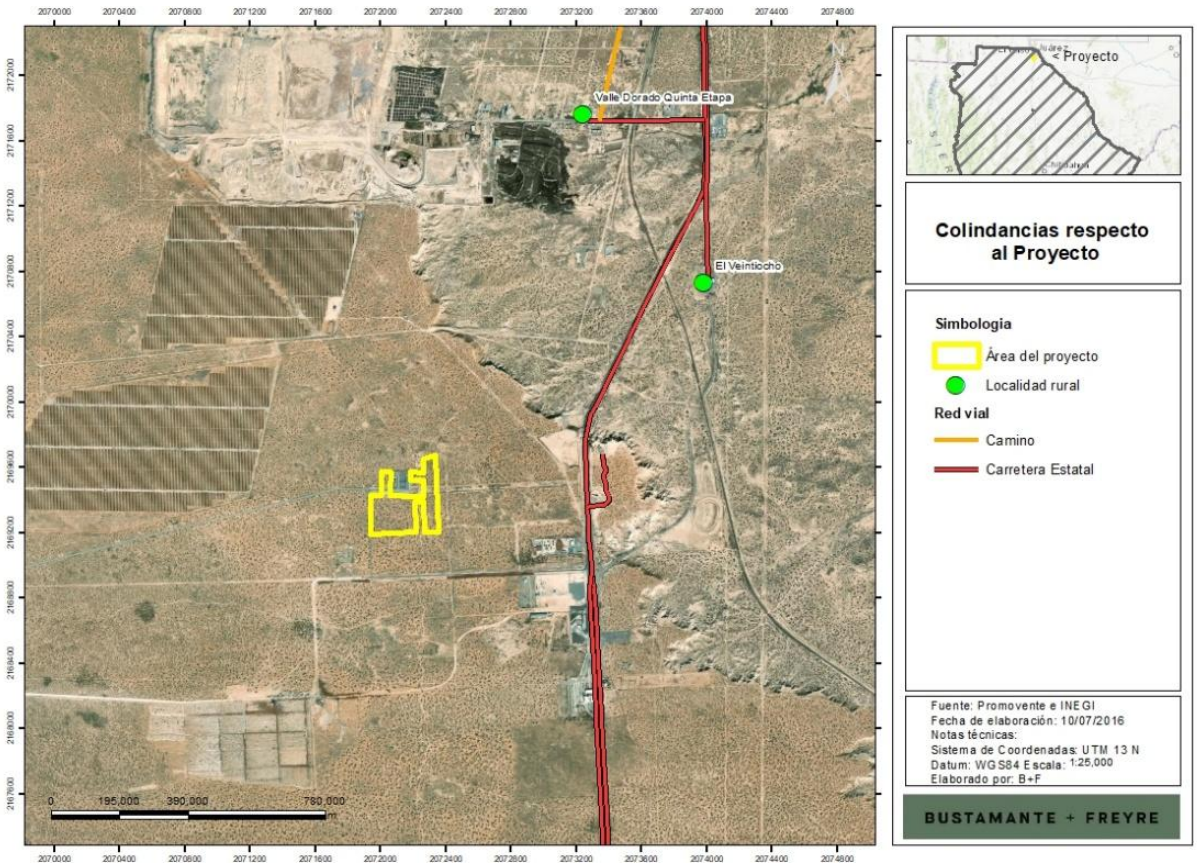
Hacia el este, el polígono se encuentra en contacto con predios con vegetación natural y a aproximadamente 600 metros se ubica una instalación de la Policía Federal de Caminos y a 900 metros la Carretera Estatal "Chihuahua – Miguel Ahumada".

Hacia el oeste, el **Proyecto** colinda con superficies con vegetación natural y a aproximadamente 700 metros se encuentra la Planta solar fotovoltaica Terranova y a 2.7 km el PFV BORDER SOLAR NORTE**.**

En conjunto, la configuración de colindancias y la cartografía del **SIGEIA** confirman que el **Proyecto** se emplaza en un entorno con comunicación terrestre adecuada y en un corredor donde ya existe infraestructura energética y de servicios. Su ubicación mantiene una separación razonable respecto de los principales centros de población, al tiempo que se sitúa de manera estratégica en proximidad a proyectos de generación de energía renovable, subestaciones y líneas de transmisión autorizadas, condición que favorece su implementación al aprovechar y complementar la infraestructura existente sin requerir nuevos trazos de gran magnitud (ver figuras siguientes).

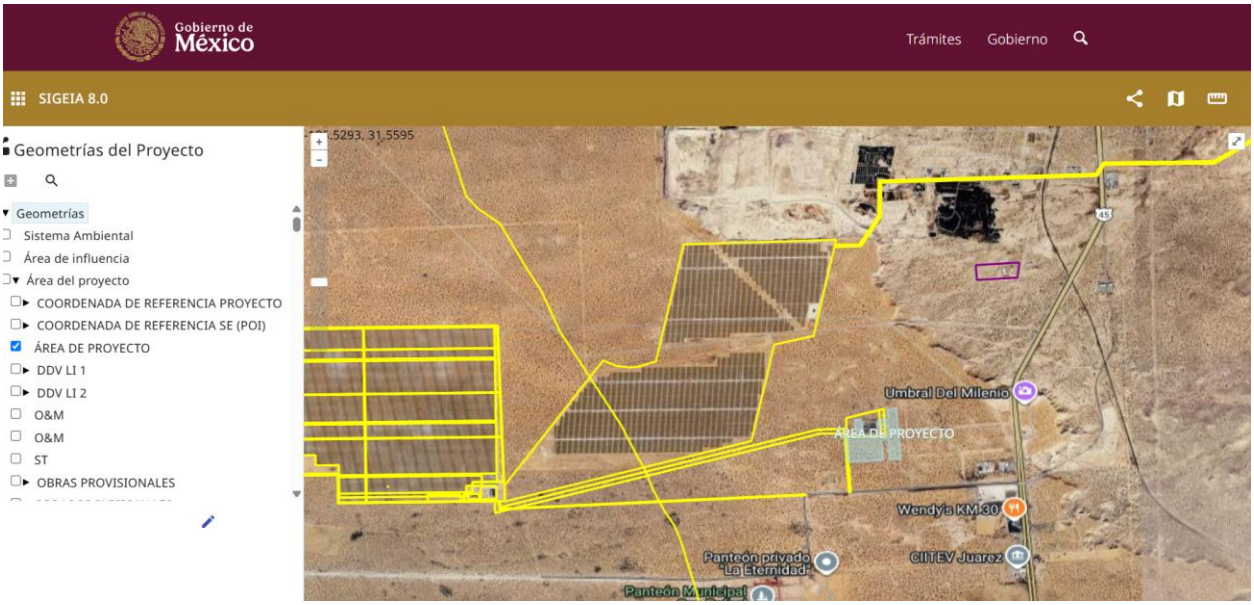
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.2. Colindancias respecto al **Proyecto**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.3. Ubicación del **Proyecto** con relación a obras identificadas en el **SIGEIA**



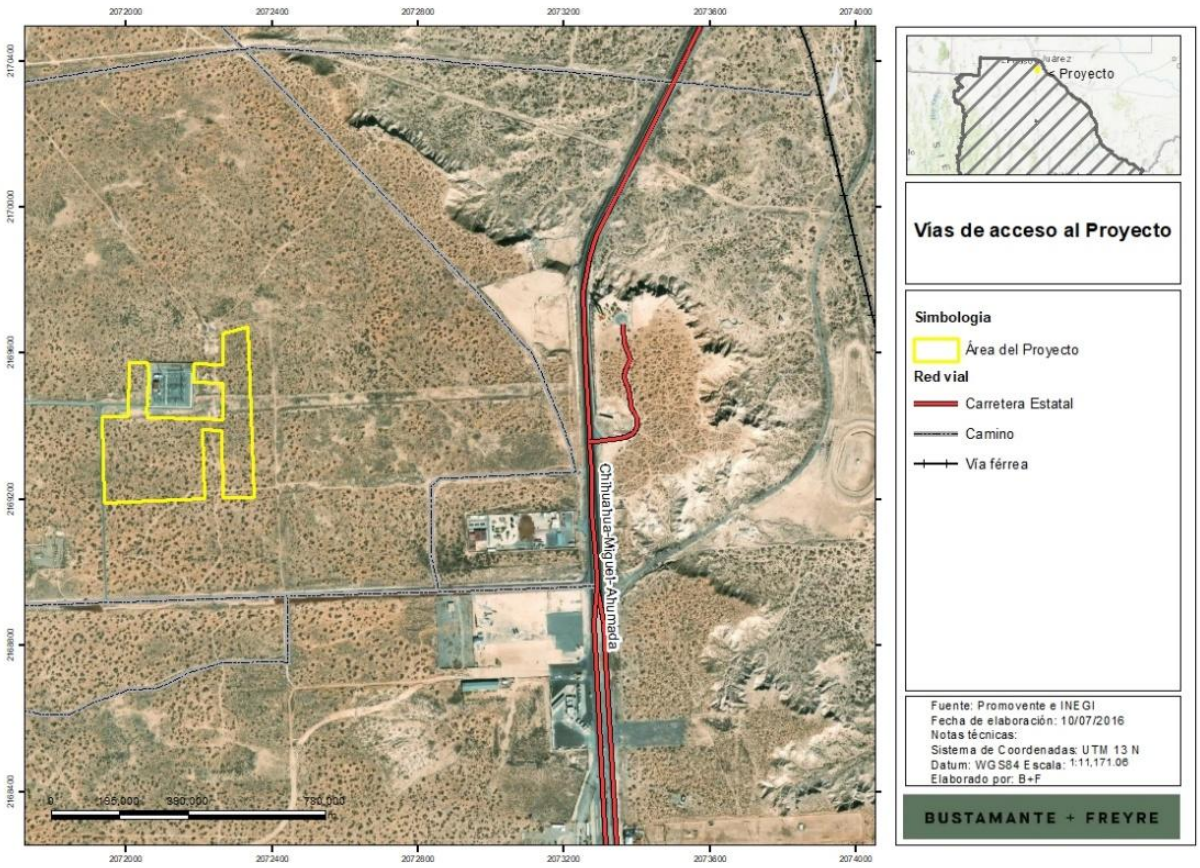
Vías de acceso

El acceso al polígono del **Proyecto** se realizará principalmente a través de la Carretera Estatal "Chihuahua - Miguel Ahumada", el cual conecta con un camino de acceso conectado directamente al predio.

La red vial presente en la zona, conformada por carretera, avenidas locales, caminos y brechas rurales, permite el tránsito de vehículos de carga, maquinaria y personal, reduciendo sustancialmente la necesidad de habilitar nuevas vialidades. En conjunto, la proximidad del polígono del **Proyecto** a esta infraestructura vial existente facilita la logística de transporte, reduce impactos por apertura de caminos y garantiza accesibilidad adecuada durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.4. Vías de acceso al **Proyecto**



Coordenadas del área del Proyecto

La delimitación geográfica del área del **Proyecto** se representa mediante el centro aproximado y los vértices del polígono general, expresados en coordenadas **UTM** (Zona 13N, Datum **WGS84**). En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del centro y los vértices generales del **Proyecto**.

Tabla II.2. Coordenadas del centro y vértices generales del polígono del **Proyecto**

Vértice	x	y
1	359133.407	3489599.64
2	359047.257	3489595.96
3	359039.429	3489779.31
4	358987.955	3489780.56
5	358997.01	3489593.07
6	358724.367	3489576.58
7	358714.479	3489811.95
8	358785.338	3489811.94

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Vértice	x	y
9	358783.584	3489960.93
10	358833.679	3489959.81
11	358833.327	3489955.61
12	358836.939	3489952.4
13	358837.312	3489841.33
14	358834.632	3489838.49
15	358834.537	3489834.35
16	358835.57	3489811.94
17	358985.124	3489811.93
18	359042.106	3489810.24
19	359040.183	3489908.77
20	358960.699	3489909.18
21	358960.932	3489959.58
22	359039.199	3489959.21
23	359037.531	3490044.69
24	359105.152	3490061.65
1	359133.407	3489599.64

En el **Anexo I.2** se presentan las coordenadas correspondientes de cada componente, así como la totalidad de vértices del polígono general.

II.1.3.2. Uso de suelo y vegetación

El análisis del uso de suelo y la vegetación presente en el sitio del **Proyecto** se realizó del análisis de la cartografía disponible (serie VII **INEGI**), cuya verificación se llevó a cabo a través 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 II.3. Uso de suelo y vegetación del **Proyecto**

USV	SUPERFICIE (ha)
Desprovisto de Vegetación	0.514
Vegetación de Desiertos Arenosos	10.585
Total	11.099

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:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.5. Uso de suelo y vegetación en el área del **Proyecto** (verificada en campo)



Tabla II.4. Uso de suelo y vegetación de cada componente

Obra y/o componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie por USV (ha)	Superficie total (ha)
Contenedores SAEE	Desprovisto de Vegetación	0.007	0.248
	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.242	
Estaciones de transformación	Desprovisto de Vegetación	0.001	0.062
	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.061	
Subestación elevadora	Desprovisto de Vegetación	0.00007	0.993
	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.993	
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.470	0.470
Línea de interconexión (derecho de vía)	Desprovisto de Vegetación	0.173	0.773
	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.601	
Caminos de acceso e internos	Desprovisto de Vegetación	0.007	0.877
	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.871	
	Desprovisto de Vegetación	0.005	0.178

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Obra y/o componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie por USV (ha)	Superficie total (ha)
Red de media tensión (subterránea)	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.173	
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	Desprovisto de Vegetación	0.045	2.647
	Vegetación de Desiertos Arenosos	2.602	
Área libre	Desprovisto de Vegetación	0.277	4.850
	Vegetación de Desiertos Arenosos	4.573	
Total por USV	**Desprovisto de Vegetación**	0.514	11.099
	Vegetación de Desiertos Arenosos	10.585	
Total		11.099	11.099

II.1.3.3. 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** corresponde a 10.585 ha, de la cual, se impactarán 6.012 ha en la primera fase de desarrollo y 4.573 ha en una segunda fase de desarrollo.

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 las siguientes tablas:

Tabla II.5. Superficie forestal

USV	Superficie (ha)
Superficie de afectación sin vegetación forestal	0.514
Superficie forestal sujeta a remoción (CUSTF)	10.585
Superficie total del polígono del **Proyecto**	11.099

Tabla II.6. Superficie forestal por fase de desarrollo

Desarrollo	Superficie (ha)
CUSTF Primera Fase	6.012
CUSTF Segunda Fase	4.573
CUSTF Total	10.585

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Es importante señalar que el **Proyecto** pretende desarrollarse en 2 fases, de acuerdo con lo siguiente:

Primera Fase

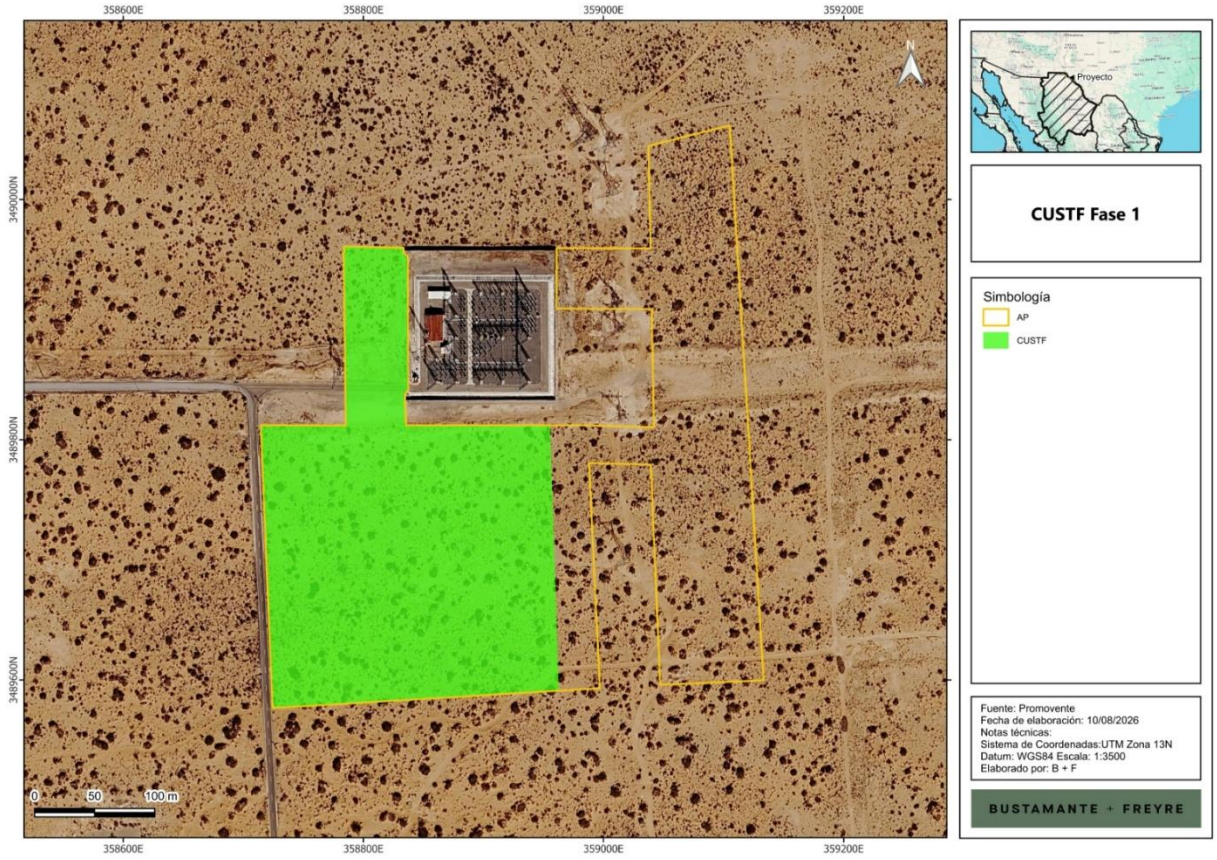
Corresponde a la instalación de todos los componentes y obras principales del **Proyecto (**contenedores de **SAEE**, estaciones de transformación, subestación elevadora, edificio de operaciones, línea de interconexión y su derecho de vía, caminos de acceso e internos, red de media tensión subterránea) y sus obras provisionales. Lo anterior requerirá una superficie de 6.249 ha, de las cuales, 6.012 requerirán de **CUSTF**.

Tabla II.7. Superficies del **Proyecto** a desarrollarse en una primera fase

Obra y/o componente	Superficie por USV (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación
Contenedores SAEE	0.007	Desprovisto de Vegetación
	0.242	Vegetación de Desiertos Arenosos
Estaciones de transformación	0.001	Desprovisto de Vegetación
	0.061	Vegetación de Desiertos Arenosos
Subestación elevadora	0.00007	Desprovisto de Vegetación
	0.993	Vegetación de Desiertos Arenosos
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	Vegetación de Desiertos Arenosos
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	Desprovisto de Vegetación
	0.601	Vegetación de Desiertos Arenosos
Caminos de acceso e internos	0.007	Desprovisto de Vegetación
	0.871	Vegetación de Desiertos Arenosos
Red de media tensión (subterránea)	0.005	Desprovisto de Vegetación
	0.173	Vegetación de Desiertos Arenosos
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	Desprovisto de Vegetación
	2.602	Vegetación de Desiertos Arenosos
Subtotal	6.012	Vegetación de Desiertos Arenosos
	0.237	Desprovisto de Vegetación
Total	6.249	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.6. Superficies a intervenir en la primera fase de desarrollo del **Proyecto**



Segunda Fase

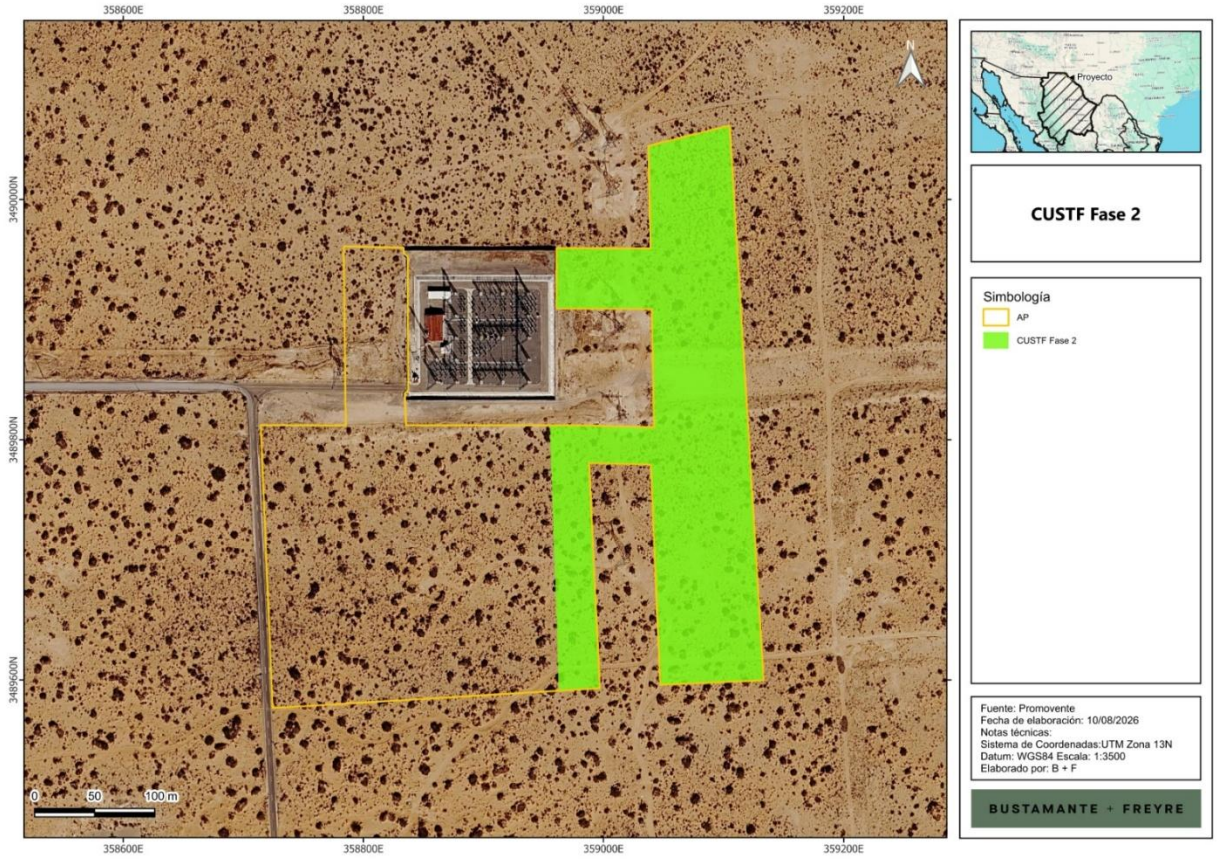
Corresponde al desarrollo del Área libre, y responderá a la necesidad de futuras adecuaciones del **Proyecto**, tal como se ha descrito anteriormente. Esta área cuenta con una superficie de 4.850 ha del polígono, de las cuales, 4.573 ha corresponden a vegetación de desiertos arenosos, por lo que requerirán **CUSTF.**

Tabla II.8. Superficies del **Proyecto** a desarrollarse en una segunda fase

Obra y/o componente	Superficie total (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación
Área libre	0.277	Desprovisto de Vegetación
	4.573	Vegetación de Desiertos Arenosos
Total	4.850	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.7. Superficies a intervenir en la segunda fase de desarrollo del **Proyecto**



Es importante precisar que la superficie forestal total corresponde a la totalidad de la vegetación clasificada como forestal dentro del polígono del **Proyecto**, mientras que la superficie sujeta a **CUSTF** se limita estrictamente a aquellas áreas donde se realizará remoción de vegetación, incluyendo tanto intervenciones permanentes como temporales, evitando así la sobreestimación de la superficie afectada.

En conclusión, durante la primera fase de desarrollo del **Proyecto** se requerirá de **CUSTF** sobre la superficie de **6.012 ha** de vegetación forestal verificada en campo y el análisis de cada uno de los componentes. 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** y favoreciendo una gestión responsable del territorio forestal involucrado.

II.1.3.4. Dimensiones del Proyecto

El **Proyecto** contempla diversos componentes eléctricos, civiles y operativos distribuidos dentro del polígono. Entre los principales elementos se encuentran los contenedores, las estaciones de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

transformación, la subestación eléctrica elevadora, el derecho de vía (**DDV**) asociado a la línea de interconexión, el edificio de operación y mantenimiento, red de media tensión, los caminos internos y el camino de acceso, las obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras), y el área libre.

Dentro de la infraestructura interna del **Proyecto** se contemplan polígonos destinados a vialidades de servicio y acceso, los cuales se localizan entre las diferentes áreas del sistema. Estas vialidades cuentan con un ancho promedio de 6 m y tienen como finalidad garantizar la conectividad operativa y la accesibilidad hacia las distintas zonas que integran el **Proyecto**. La superficie total destinada a caminos internos y vialidades de acceso corresponde a 0.877 ha.

Dentro del polígono general del **Proyecto** también se ubica un área libre, al corresponder a espacios remanentes localizados dentro del área factible del **Proyecto** que no serán utilizados para el emplazamiento de componentes, pero que podrían ser utilizados para futuras adecuaciones.

Las superficies asociadas a cada componente se clasificaron considerando el tipo de infraestructura y las características constructivas previstas, particularmente en relación con la permanencia de las obras (permanentes o sin intervención) y la presencia o ausencia de sellamiento del suelo. En la siguiente tabla se presenta la distribución de superficies por componente del **Proyecto**, así como su clasificación en términos de permanencia y sellamiento del suelo:

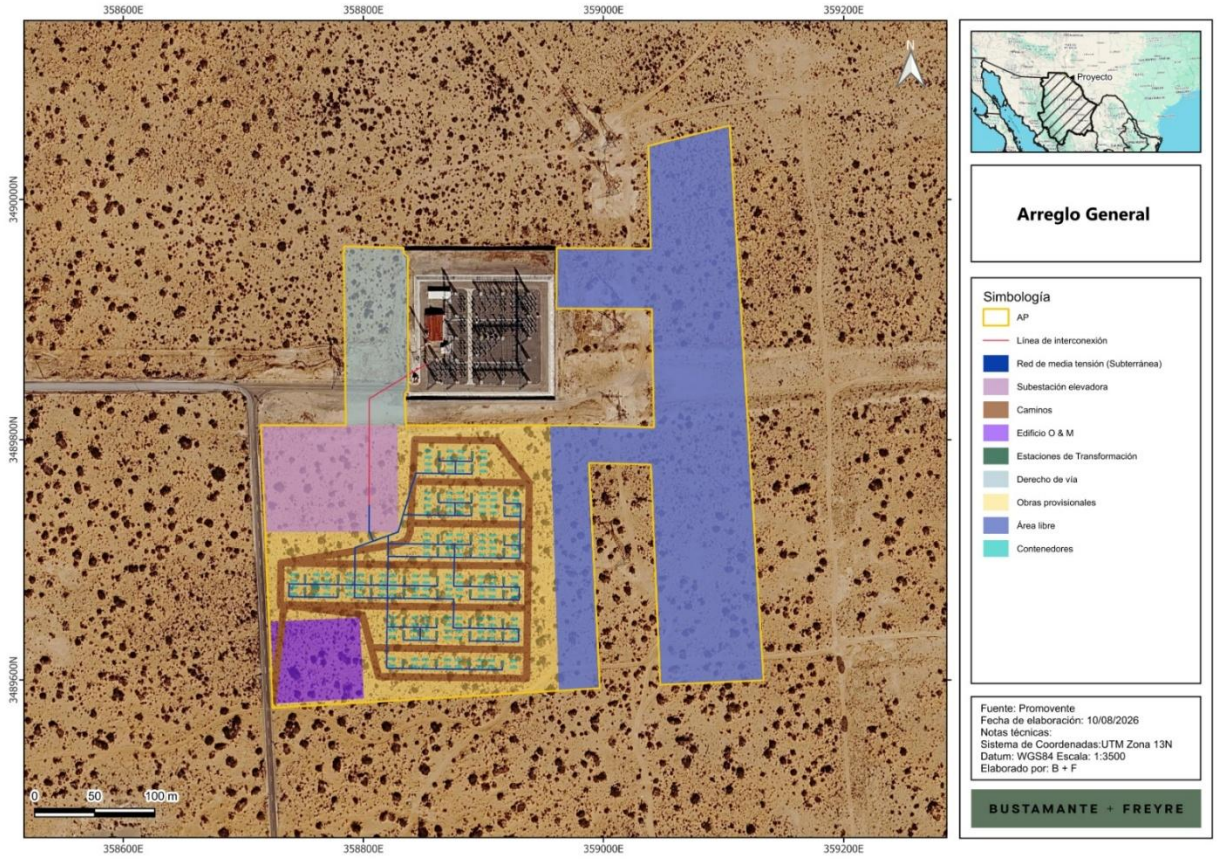
- **Áreas permanentes** (6.249 ha). Corresponden a las superficies que serán ocupadas durante toda la vida útil del **Proyecto**, incluyendo el área de contenedores **SAEE** (0.248 ha), estaciones de transformación (0.062 ha), la subestación elevadora (0.993 ha), edificio de operaciones (0.470 ha), línea de interconexión y derecho de vía (0.773 ha), caminos de acceso e internos (0.877 ha) y red de media tensión subterránea (0.178 ha) y las áreas de obras provisionales (2.647), las cuales corresponden a superficies que quedarán embebidas dentro de las superficies que serán ocupadas por las instalaciones permanentes.
- **Áreas libres (segunda fase de desarrollo)** (4.850 ha). Corresponde a un área libre que podrá ser utilizada para futuras adecuaciones (segunda fase de desarrollo del **Proyecto**), tales como el aumento de la capacidad instalada (ya sea para mantener la capacidad comprometida o, en su caso, incrementar la capacidad del sistema), la instalación de equipos o sistemas complementarios, áreas adicionales de maniobra, almacenamiento o servicios y, en general, otras mejoras que pudieran requerirse durante su operación. Cuando dichas adecuaciones impliquen modificaciones a las características, capacidades, superficie o impactos considerados en la presente evaluación, se realizarán los trámites o modificaciones a las autorizaciones y permisos que resulten aplicables

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.9. 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)	Sin afectación	Sellamiento del suelo
Contenedores SAEE	0.007	Desprovisto de Vegetación	0.248			Si
	0.242	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Estaciones de transformación	0.001	Desprovisto de Vegetación	0.062			Si
	0.061	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Subestación elevadora	0.00007	Desprovisto de Vegetación	0.993			Si
	0.993	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	Vegetación de Desiertos Arenosos	0.470			Si
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	Desprovisto de Vegetación	0.773			Si (únicamente en cimentación de torre)
	0.601	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Caminos de acceso e internos	0.007	Desprovisto de Vegetación	0.877			No
	0.871	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Red de media tensión (subterránea)	0.005	Desprovisto de Vegetación	0.178			No
	0.173	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	Desprovisto de Vegetación	2.647			No
	2.602	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Área libre	0.277	Desprovisto de Vegetación	4.850			No
	4.573	Vegetación de Desiertos Arenosos				
Subtotal			11.099	0	0	
Total	11.099		11.099	0	0	

Figura II.8. Componentes del **Proyecto**



II.1.4. 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 **163.6 millones de dólares estadounidenses (USD**), 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 17.42 MXN/USD acorde al Banco de México en fecha 15 de julio 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**.

La inversión estimada garantiza la disponibilidad de recursos financieros para la correcta ejecución del **Proyecto** durante su fase constructiva y operativa, así como para el cumplimiento de las medidas y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

obligaciones ambientales que se establezcan en la resolución correspondiente emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés), con una potencia máxima neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 220 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia máxima neta de descarga. En consecuencia, la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión será de hasta 880 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 1,159.87 MWh. Esta capacidad podrá ser superior a la energía neta máxima de diseño en el punto de interconexión, a fin de considerar las pérdidas internas y los consumos auxiliares del sistema, los márgenes operativos y de disponibilidad, así como la degradación de las baterías durante su vida útil. Este sobredimensionamiento no implicará una potencia máxima neta de inyección o retiro superior a 220 MW en el punto de interconexión.

El **Proyecto** empleará baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (LFP) o similar, integradas en contenedores prefabricados con sistemas de conversión de potencia integrados.

El **Proyecto** se desarrollará bajo la modalidad de **SAEE** No Asociado, es decir, como sistema de almacenamiento independiente que no forma parte de una central eléctrica ni de un centro de carga. El **SAEE** 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.

La infraestructura de interconexión asociada al **Proyecto** consistirá en una subestación elevadora y una línea de interconexión (“**LI**”) que conectará el **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“**CFE**”), punto en el cual se realizará la interconexión con la Red Nacional de Transmisión a un nivel de tensión de 230 kV.

La operación comercial del **Proyecto** quedará condicionada a la obtención del permiso de almacenamiento correspondiente, a los estudios y contrato de interconexión, y a los permisos, instrucciones operativas, reglas de mercado y condiciones técnicas del **SEN** que resulten aplicables, conforme al marco de la Ley del Sector Eléctrico (**LSE**), su Reglamento (**RLSE**) y las disposiciones que emita la Comisión Nacional de Energía (**CNE**).

Tabla II.10. Características generales del **Proyecto**

Componente / Parámetro	Descripción general
Ubicación	Municipio de Juárez, Chihuahua, México (inmediaciones Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente / Parámetro	Descripción general
Superficie total del **Proyecto**	11.099 ha
Tecnología	Tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“LFP”) o similar
Capacidad nominal total instalada de baterías	Hasta 1,159.87 MWh
Potencia neta de inyección y retiro en el POI	Hasta 220 MW
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 880 MWh
Tensión de evacuación (POI)	230 kV
Duración de descarga a potencia neta	Hasta 4 horas
Tensión de la red interna de media tensión	34.5 kV
Frecuencia	60 Hz
No. de contenedores de baterías	Aprox. 168 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh)
No. de unidades de conversión de potencia (PCS)	Aprox. 168 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA)
No. de estaciones de transformación de MT	Aprox. 42
Subestación elevadora	Transformador elevador 230 kV / 34.5 kV
Línea de Transmisión	Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 126.12 m, hacia SE Border Solar
Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE Maniobras Border Solar, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“CFE”),
Etapas del **Proyecto**	Preparación del sitio y Construcción (2 años); Operación y mantenimiento (40 años); Desmantelamiento y abandono (1 año).

II.2.1. Componentes principales del SAEE

II.2.1.1. Contenedores de baterías

El almacenamiento de energía se realizará en contenedores prefabricados (ver figura siguiente) que alojan las celdas de batería agrupadas en módulos y racks, junto con sus sistemas auxiliares de gestión, control

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

térmico y seguridad. Se utilizarán contenedores tipo estándar (del orden de 6.1 metros / 20 pies, o similar) instalados sobre losas o cimentaciones que los mantienen por encima del nivel de piso terminado para evitar afectaciones por encharcamiento.

Figura II.9. Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías



El **Proyecto** considera aproximadamente 168 contenedores de baterías, tomando como referencia el sistema Sungrow Power Titan 3 o similar, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 6,904 kWh. Las celdas serán de química LFP o similar, con grados de protección, rangos de temperatura de operación y certificaciones acordes a las normas IEC 62619, UL 1973, UL 9540 e IEC 62933 referidas en el capítulo de normativa. Las características y dimensiones definitivas se confirmarán con la ficha técnica del fabricante seleccionado durante la ingeniería de detalle.

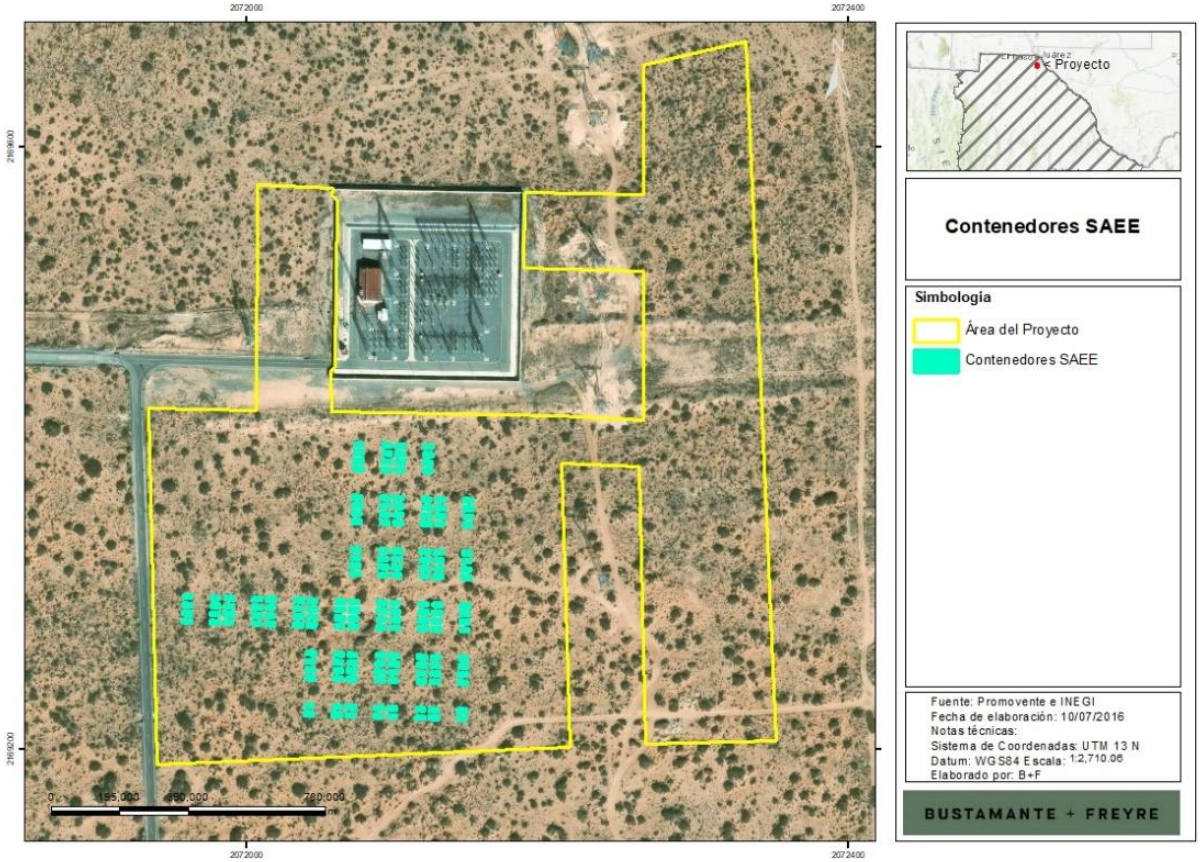
Tabla II.11. Principales características de los contenedores de baterías

Fabricante	Sungrow o similar
Modelo	Sungrow Power Titan 3 o similar
Capacidad unitaria	Aproximadamente 6,904 kWh
Tecnología	Celdas de química LFP o similar
Estructura	Módulos prefabricados
Dimensiones	Tipo estándar, del orden de 6.1 metros / 20 pies, o similar
Instalación	Sobre losas o cimentaciones por arriba del nivel del piso

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Cantidad	168 contenedores
Normas de referencia	IEC 62619, UL 1973, UL 9540 e IEC 62933
Sistema de Conversión de Potencia (“PCS”)	Inversores bidireccionales
Cantidad de PCS y capacidad	168 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1,800 kVA
Estaciones de transformación	Equipo Sungrow MVS7400-LS o similar
Cantidad de estaciones de transformación	42 estaciones

Figura II.10. Ubicación de los contenedores de baterías



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.1.2. Sistema de conversión de potencia (“PCS”)

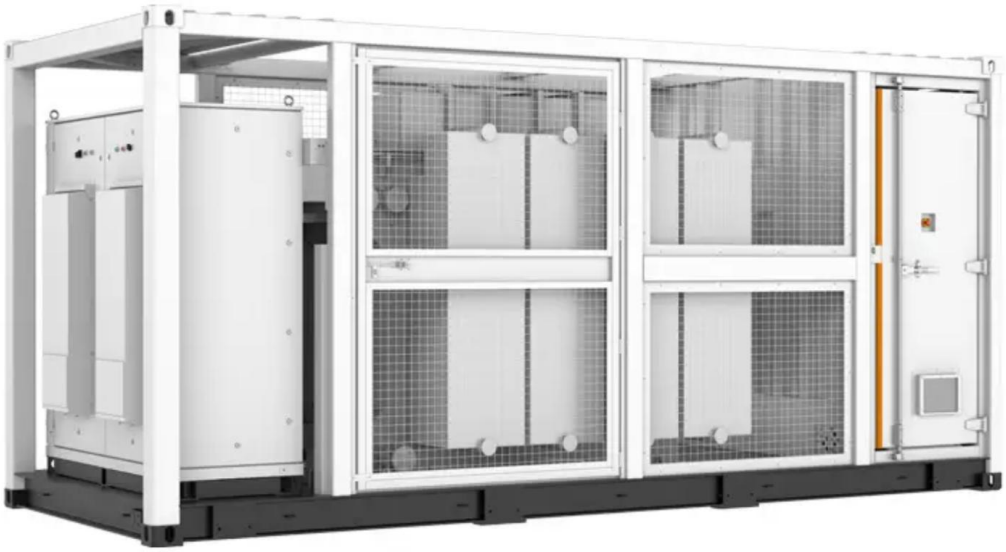
El sistema de conversión de potencia (“**PCS**”) está conformado por inversores bidireccionales que convierten la energía entre corriente continua (lado de baterías) y corriente alterna (lado de red), permitiendo tanto la carga como la descarga del **SAEE**. El **Proyecto** considera aproximadamente 168 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1,800 kVA, de fabricantes de primer nivel. En la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3 o similar), el **PCS** viene integrado en el contenedor de baterías.

Los **PCS** incorporarán las funciones de control y de soporte a la red que resulten aplicables conforme al estudio de interconexión y a los requerimientos del operador del sistema, tales como control de potencia activa y reactiva, regulación de tensión y frecuencia, control de rampas, capacidad de permanencia ante huecos de tensión (*ride-through*) y limitación de corriente. Los **PCS** contarán además con protecciones propias frente a sobrecorrientes, sobre y baja tensión, y frecuencia fuera de rango.

II.2.1.3. Estaciones de transformación de media tensión

Con la finalidad de acondicionar y elevar la tensión de salida del **PCS** al nivel de la red interna de media tensión, el **Proyecto** contará con estaciones de transformación de media tensión que integran, en una solución compacta, las unidades de **PCS**, el transformador elevador de media tensión, las celdas de media tensión y los sistemas de protección asociados. El **Proyecto** considera aproximadamente 42 estaciones de transformación. Se toma como referencia el equipo Sungrow MVS7320 o similar; para la instalación final podrá considerarse este equipo u otro equivalente.

Figura II.11. Ejemplo de estación de transformación de media tensión



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

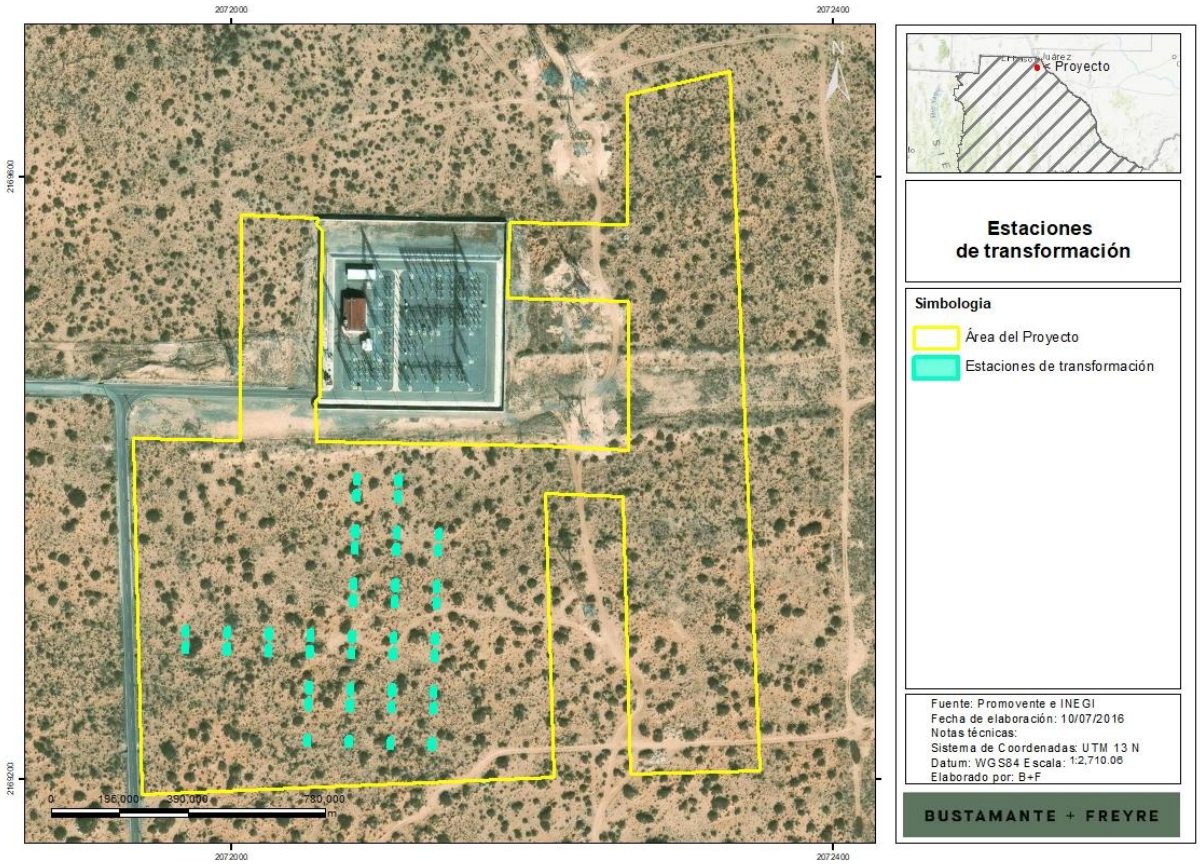
Cada estación se instalará sobre una losa de cimentación y dispondrá de los medios de ventilación, refrigeración, iluminación e instalación de baja tensión necesarios para el funcionamiento correcto de sus elementos internos. Cuando el transformador sea de tipo inmerso en aceite, se preverán las medidas de contención secundaria que correspondan. Sus características principales de referencia se presentan a continuación:

Tabla II.12. Características principales de las estaciones de transformación de media tensión

Característica	Valor de referencia
Configuración	PCS + transformador elevador + celdas de MT integrados
Tipo de transformador	Inmerso en aceite o seco, según diseño
Relación de transformación (referencia)	Baja tensión (salida de PCS, aprox. 0.69 kV) / media tensión (aprox. 34.5 kV)
Tensión nominal de MT	Hasta 36 kV
Potencia nominal de referencia	Aproximadamente 7,400 kVA por estación
Grupo de conexión	Tipo Dy, conforme a la ingeniería de detalle
Impedancia de referencia	Aproximadamente 7 %
Frecuencia	60 Hz
Celdas de MT (RMU)	Tensión nominal de referencia hasta 40.5 kV; protección con relevadores de sobrecorriente y falla a tierra
Grado de protección de referencia	Cuerpo del transformador IP68; resto de componentes IP55; anticorrosión C4
Protecciones	Sobrecorriente, falla a tierra y protección del transformador

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.12. Ubicación de las estaciones de transformación



II.2.1.4. Sistema de gestión de baterías

Cada contenedor de baterías contará con un sistema de gestión de baterías (“**BMS**”) que supervisa y controla el estado de las celdas y módulos en distintos niveles (celda, módulo, rack y sistema). El **BMS** monitorea variables como voltaje, corriente, temperatura y estado de carga (“**SOC**”) y de salud (“**SOH**”), gestiona el balanceo de celdas y actúa como primera línea de protección, desconectando o aislando el sistema ante condiciones anómalas para prevenir fallas y eventos de sobrecalentamiento.

II.2.1.5. Sistema de control y monitoreo (EMS y SCADA)

El **Proyecto** contará con un sistema de gestión de energía (**EMS**) y un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (**SCADA**). El **EMS** optimiza el despacho, los límites de operación, el estado de carga y la gestión de la degradación, mientras que el **SCADA** supervisa, registra, alarma y ejecuta el control de la planta. Desde estos sistemas se coordinará la operación del **SAEE** y se visualizarán en tiempo real las condiciones operativas de los equipos enlazados, principalmente **PCS**, **BMS**, transformadores,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

subestación y sistemas auxiliares. Registrarán, como mínimo, variables de potencia y energía cargada y descargada, estado de los equipos, parámetros eléctricos y alarmas, y permitirán la operación local y remota conforme a las instrucciones del operador del sistema.

El sistema de comunicaciones se apoyará típicamente en un anillo de fibra óptica y enlaces tipo Ethernet hacia los equipos de campo y la sala de control.

II.2.1.6. Sistema de control térmico por refrigeración líquida

Para mantener las baterías dentro de su rango óptimo de temperatura de operación y maximizar su vida útil y seguridad, la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3 o similar) incorpora un sistema de control térmico por refrigeración líquida en circuito cerrado, que opera de forma coordinada con el **BMS** para regular la temperatura de las celdas y homogeneizarla entre módulos. El fluido refrigerante es típicamente una mezcla de agua desmineralizada con glicol (etilenglicol o propilenglicol) en proporción ajustada a las condiciones climáticas del sitio, que aporta protección anticongelante y anticorrosiva. El sistema opera en circuito cerrado, por lo que requiere un llenado inicial y una reposición eventual, sin implicar un consumo continuo de agua de proceso. El diseño definitivo considerará las unidades de refrigeración y circulación requeridas, así como mecanismos de monitoreo y detección de fugas, alarmas, paro o aislamiento del sistema y medidas de contención y atención de derrames.

II.2.1.7. Sistema de detección y supresión de incendios

El **Proyecto** incorporará un sistema de seguridad contra incendios diseñado conforme a las mejores prácticas internacionales (NFPA 855, UL 9540A y normativa nacional aplicable). Este sistema contempla, de manera enunciativa y no limitativa, los siguientes elementos o similares:

- Detección temprana multinivel: detectores de gases de venteo (*off-gas*), humo, calor y monóxido/hidrógeno dentro de los contenedores.
- Sistema de supresión de incendios (agente limpio, aerosol, agua o similar), coordinado con el **BMS**.
- Control de explosiones mediante ventilación de deflagración o sistemas de prevención (conforme a NFPA 68/69).
- Separación y distancias de seguridad entre contenedores y respecto a otras instalaciones, conforme a NFPA 855.
- Integración de alarmas con el SCADA y, en su caso, coordinación con cuerpos de emergencia locales.

El **Proyecto** contemplará, además, la coordinación con Protección Civil y con los primeros respondientes locales, incluyendo los accesos para vehículos de emergencia y la fuente de agua que, en su caso, requiera la solución adoptada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.2. Sistemas de conexiones eléctricas

Según la naturaleza de la corriente, la instalación se divide eléctricamente en el tramo de corriente continua (entre las baterías y el **PCS**, en el interior de los contenedores) y el tramo de corriente alterna (desde la salida del PCS hacia la red de media tensión y la subestación). El diseño y dimensionado de los sistemas eléctricos cumplirá con la normatividad vigente; las secciones de los conductores se definirán en función de la corriente a transportar durante la ingeniería de detalle.

II.2.2.1. Cableado de baja tensión

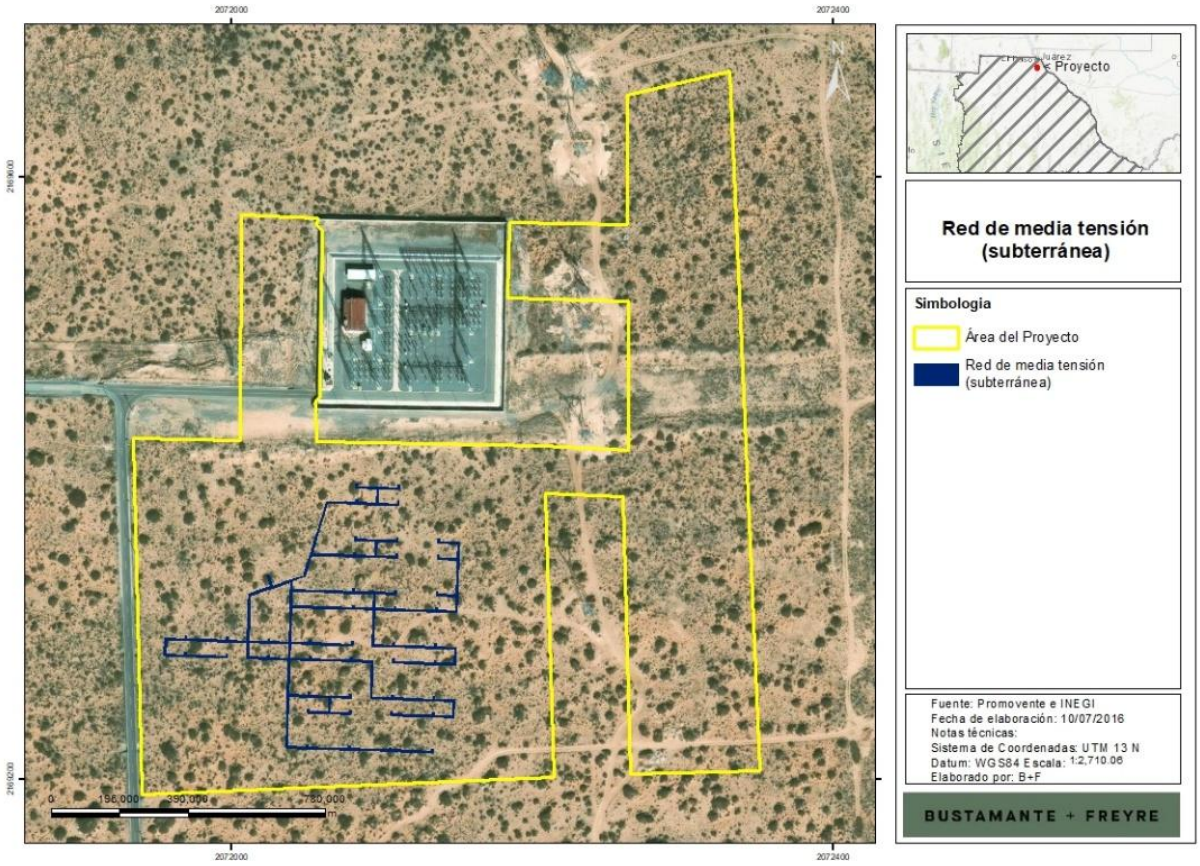
El cable desde cada unidad de **PCS** hasta la estación de transformación se instalará preferentemente enterrado en zanjas, como cable armado o bajo conducto. El conductor será de cobre o aluminio, con aislamiento tipo XLPE o HEPR y cubierta, resistente a la absorción de agua, radiación UV, agentes químicos, abrasión e impactos.

II.2.2.2. Cableado de media tensión (34.5 kV)

Para evacuar la energía desde las estaciones de transformación, éstas se conectarán mediante una o varias redes de media tensión a 34.5 kV hasta la subestación elevadora. Los cables de media tensión irán directamente enterrados, con aislamiento seco, conductor de aluminio o cobre, monopolares, no propagadores de llama y libres de halógenos, con pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.13. Ubicación de la red de media tensión



II.2.2.3. Suministro a servicios auxiliares

Los consumos auxiliares del **Proyecto** (control térmico, **BMS**, control, iluminación, sistemas de seguridad, edificio de control y servicios) se alimentarán mediante transformadores de servicios auxiliares dispuestos en las estaciones de transformación o en la subestación, adaptando el nivel de tensión a los requerimientos de cada equipo.

II.2.3. Sistema de puesta a tierra

La red de puesta a tierra del **Proyecto** está destinada a garantizar la seguridad de las personas y de los equipos ante la aparición de potenciales peligrosos y a asegurar un camino de retorno para las corrientes de falla. Se diseñará como una malla equipotencial integrada que vincule el **SAEE**, la subestación, el edificio de control, las cercas, las estructuras de línea y las pantallas de los cables de media tensión. Estará conformada, de manera enunciativa, por conductores de cobre, uniones soldadas o certificadas, electrodos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

y registros. El diseño se sustentará en mediciones de resistividad del terreno y en la verificación de las tensiones de paso y de contacto conforme a IEEE 80 y a los criterios **CFE** aplicables.

II.2.4. Protecciones eléctricas

Todos los equipos del **SAEE** estarán provistos de elementos de protección que aseguren una operación segura, tanto para las personas como para los equipos, en la interconexión entre el **SAEE** y el **SEN**. El diseño cumplirá los requisitos de la normativa nacional en materia de protecciones y, en su defecto, la normativa internacional aplicable. De manera enunciativa y no limitativa, se contemplan:

- Protecciones de los **PCS** frente a cortocircuitos, sobre y baja tensión, frecuencia fuera de rango e inversión de polaridad en el lado de continua.
- Aislamiento galvánico o equivalente que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna.
- Fusibles e interruptores magnetotérmicos para protección frente a sobreintensidades en el lado de corriente alterna.
- Protecciones de transformador, relevadores de sobrecorriente y falla a tierra en las estaciones de transformación y la subestación.
- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico mediante apartarrayos y puesta a tierra de todas las partes metálicas.
- Interruptores diferenciales en los equipos accionados eléctricamente.

II.2.5. Sistema de seguridad y vigilancia

El **Proyecto** contará con un sistema de seguridad y vigilancia que ayudará no solo a la operación de la central, sino también como herramienta del personal de seguridad para realizar la vigilancia de las instalaciones.

Típicamente, este tipo de sistemas disponen de los siguientes componentes principales:

- Cámaras de seguridad térmicas con visión nocturna cubriendo el perímetro de la planta y todos los accesos.
- Sistemas de alarmas visibles y audibles.
- Sistema de grabación y almacenamiento de video.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.6. Subestación elevadora

II.2.6.1. Consideraciones generales

El **Proyecto** contempla la construcción de una subestación elevadora que permitirá transformar el nivel de tensión para conectar el **SAEE** a la red de transmisión a un nivel de 230 kV. La configuración de la subestación, el número de bahías, el nivel de cortocircuito y los requerimientos de compensación de potencia reactiva se definirán conforme al estudio de interconexión y a los criterios de la **CFE** y el **CENACE**. Cerca de la subestación se construirá un edificio de control que albergará la sala de control y la sala de equipos eléctricos y celdas de protección.

El diseño de los aislamientos considerará las condiciones ambientales y climatológicas del sitio. Los cables de fuerza y de control se dispondrán en trincheras o ductos subterráneos diseñados con pendientes y drenaje adecuados para evitar la acumulación de agua. El arreglo contará con accesos adecuados para vehículos de carga y grúas para la instalación de los transformadores.

La subestación contará con un sistema contra incendio a base de agua para el o los transformadores de potencia y, cuando aplique, con sistemas de mitigación asociados, conforme a la normativa aplicable. Se preverán las medidas de contención y separación que correspondan para los equipos con aceite.

II.2.6.2. Transformador de potencia

La subestación estará equipada con un transformador de potencia de 240 MVA, cuya capacidad se determinará conforme a la ingeniería de detalle a partir del mayor flujo bidireccional en el punto de interconexión, considerando la capacidad reactiva, las pérdidas, la sobrecarga admisible, la temperatura ambiente y el margen de crecimiento.

Figura II.14. Ejemplo de transformador de potencia **(**Imagen obtenida del sitio: https://www.freepik.es/fotos-premium/transformador-potencia-conversion-tension-115-kv-22-kv_110291359.htm**)**

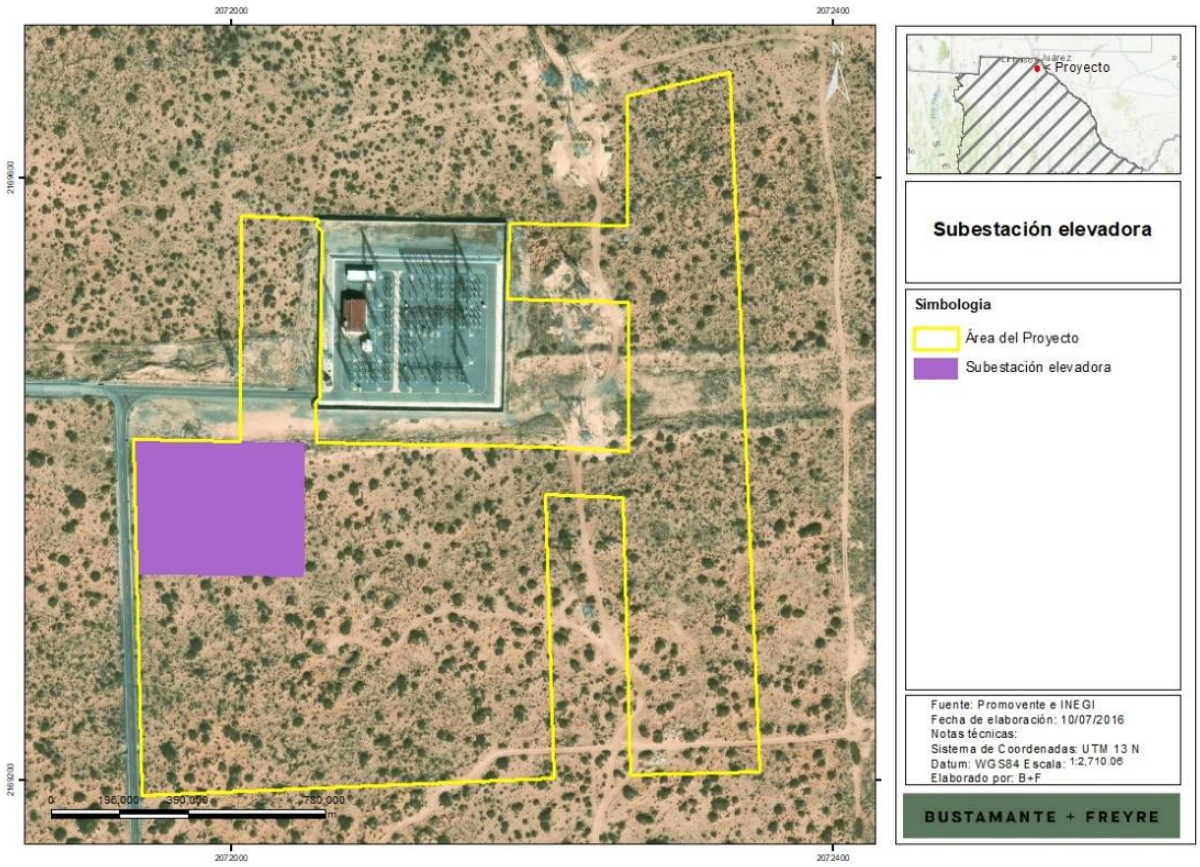


Para la instalación del transformador se construirá una bancada a la intemperie con su cimentación de apoyo y una fosa de contención de aceite. La contención se diseñará con capacidad para el 100 % del

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

volumen de aceite del equipo (fosa dimensionada al 120 %) y considerará, además, el agua pluvial y las posibles descargas del sistema contra incendio, con impermeabilización, drenaje controlado y separación aceite-agua. El diseño evitará la descarga al suelo o al drenaje pluvial sin tratamiento o verificación; el aceite recuperado y los materiales absorbentes se manejarán como residuos conforme a su clasificación.

Figura II.15. Ubicación de la subestación elevadora



II.2.6.3. Interruptores

Los interruptores son equipos de corte que permiten la conexión y desconexión de circuitos eléctricos. En subestaciones de 230 kV, los interruptores suelen estar encapsulados en gas SF6 para extinguir arcos eléctricos y evitar explosiones. Estos dispositivos son tele controlados y operados desde un centro de control, lo que garantiza la seguridad del personal.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.16. Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto **(**Imagen obtenida del sitio: Interruptor de Potencia de Tanque Muerto**)**



Los interruptores de potencia se diseñarán de tal modo que asegure un apropiado funcionamiento en las condiciones meteorológicas y de altitud del sitio y soporten las corrientes de corto circuito en la subestación.

Estos interruptores serán del tipo SF6 para alta tensión o en vacío para media tensión de tanque muerto y anti-sismo. Además, los interruptores serán autocontenidos y auto soportados, debiendo integrar todos los elementos necesarios para su operación a partir de señales remotas.

Los interruptores serán operados normalmente desde el tablero de control principal ubicado en cuarto de control y dispondrán de la posibilidad de operación local para efecto de mantenimiento y pruebas. Su diseño será tal que requiera el menor mantenimiento posible y dispondrán de los elementos necesarios que permitan mediante las alarmas o señales convenientes la posibilidad de que el operador de la central conozca con precisión su posición y estado general. Además, en los cubículos de control de los interruptores se dispondrá de resistencias calefactoras para evitar condensaciones que afecten la operación de los equipos.

II.2.6.4. Seccionadores o cuchillas

Los seccionadores o cuchillas son equipos de corte visible que permiten aislar partes del sistema eléctrico para mantenimiento o en caso de fallas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.17. Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral **(**Imagen obtenida del sitio: Seccionador giratorio de apertura lateral)



Los seccionadores serán de operación eléctrica por medio de motor a 125 VCD y, dispondrán de todos los elementos que permitan su operación remota desde su correspondiente tablero de control principal. Además, serán auto soportadas y dispondrán de los elementos necesarios que permitan, mediante las señales o alarmas necesarias, que el operador de la central conozca su posición y estado general.

II.2.6.5. Transformadores de medida y/o potencial

Estos transformadores se utilizan para medir parámetros eléctricos como la tensión y la corriente. Los transformadores de medida son cruciales para la protección y control de la subestación, ya que proporcionan datos precisos para la operación segura del sistema.

Figura II.18. Ejemplo de transformador de potencia **(**Imagen obtenida del sitio ¿Qué es un transformador de potencial y cómo funciona?)



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Un transformador de potencial es un dispositivo usado para la transformación de voltaje, de un valor mayor a uno menor. Este reduce el voltaje a un límite seguro, el cual puede ser fácilmente medido por un dispositivo ordinario de bajo voltaje. Este se conecta a través o paralelamente a la línea, la cual se mide para registrar errores de relación o de ángulo.

El transformador está diseñado para monitorear las variaciones de voltaje, tienen un devanado principal, también uno primario y otro más secundario de alto voltaje.

Este tipo especial de transformador permite que un medidor tome lecturas de conexiones de servicio eléctrico con una clasificación de voltaje (potencial) más alta que la que el medidor normalmente es capaz de manejar cuando hablamos de factor de potencia, y sin errores.

II.2.6.6. Sistema de protección y control

La subestación contará con un sistema de protección, control y medición coordinado con el del punto de interconexión y la red colectora, diseñado para la operación bidireccional del **SAEE**. Su configuración, ajustes y lógicas se establecerán mediante los estudios correspondientes y conforme a los requerimientos del **CENACE**, la **CFE** y la **CNE**.

Los sistemas de protección incluyen dispositivos como relés y disyuntores que detectan y responden a condiciones anormales en el sistema eléctrico. Estos sistemas son fundamentales para prevenir daños en los equipos y garantizar la continuidad del suministro eléctrico.

II.2.6.7. Barras colectoras

Las barras colectoras son conductores que agrupan las líneas de transmisión en un punto común dentro de la subestación. Estas barras permiten la distribución eficiente de la energía y facilitan la interconexión de diferentes circuitos.

Figura II.19. Ejemplo de arreglo de barras colectoras **(**Imagen obtenida del sitio Tipos de arreglos de las subestaciones eléctricas)

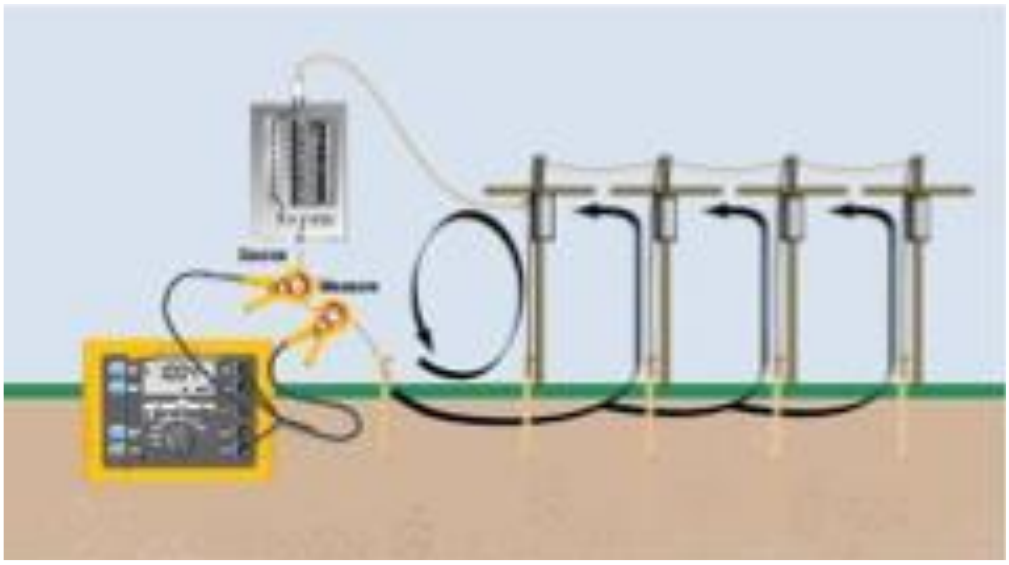


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.6.8. Sistema de puesta a tierra

Los sistemas de puesta a tierra son esenciales para la seguridad en las subestaciones eléctricas. Su función principal es asegurar que cualquier corriente de falla se disipe de manera segura en el suelo, protegiendo tanto a los equipos como al personal.

Figura II.20. Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras **(**Imagen obtenida del sitio Kit de Tierra Física (Terrometro30kΩ)



Los componentes principales que lo integran son los siguientes:

- Varilla de Tierra: También conocida como electrodo de puesta a tierra, es una varilla metálica de aproximadamente 3 metros de largo, generalmente hecha de cobre y unida a acero o hierro galvanizado. Esta varilla se entierra en el suelo y es el punto de conexión entre el sistema eléctrico y la tierra.
- Cable de Tierra: Este cable, también llamado conductor, conecta la varilla de tierra con los terminales de conexión. Está diseñado para conducir la corriente de falla hacia la varilla de tierra.
- Abrazaderas de Puesta a Tierra: Son conectores que fijan el cable de tierra a la varilla de puesta a tierra. Aseguran una conexión firme y segura entre estos dos componentes.
- El Suelo: Aunque no es un componente físico del sistema, el suelo juega un papel crucial al absorber y disipar la corriente de falla.
- Estos componentes trabajan juntos para crear un camino de baja impedancia que permite que la electricidad excedente se descargue de manera segura en la tierra, evitando daños y protegiendo a las personas y equipos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.6.9. Edificio de control

El edificio de control de una subestación es un edificación diseñada y construida para albergar los tableros de control y protección, los servicios auxiliares y los equipos de comunicaciones de la subestación. Estas estructuras son diseñadas para resistir condiciones ambientales y proporcionar acceso seguro para el mantenimiento de la subestación.

Figura II.21. Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones **(**Imagen obtenida del sitio: CASETAS PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.)



Los edificios de control suelen diseñarse y construirse como estructuras modulares de hormigón y mampostería, lo que les da una serie de ventajas en términos de durabilidad, resistencia y rapidez de construcción.

II.2.7. Línea de interconexión

A partir de la subestación elevadora del **Proyecto** se construirá una línea particular de interconexión para conectar el **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE**. La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV y estará dimensionada para una potencia de proyecto de 220 MW, considerando que el flujo de energía podrá ser bidireccional, es decir, desde el **SEN** hacia el **SAEE** durante la carga y desde el **SAEE** hacia el **SEN** durante la descarga. La línea tendrá una longitud aproximada de 126.1203 m y cumplirá con la Especificación **CFE** L1000-10.

La conexión del **SAEE** con la Subestación SE Maniobras Border Solar de la **CFE** será mediante una estructura de deflexión de tipo celosía y dos marcos de remate para la salida desde la SE Elevadora y la llegada a la subestación de **CFE**; conductores aéreos, cable de guarda/OPGW, herrajes, aisladores, cimentaciones, sistemas de puesta a tierra y equipos de protección asociados.

La línea particular de interconexión contará con coordinación de protecciones entre la subestación elevadora del **Proyecto** y la subestación de **CFE**. Esta coordinación será definida durante la ingeniería de detalle mediante el estudio de coordinación de protecciones, considerando los criterios de selectividad, sensibilidad, respaldo y tiempos de despeje requeridos para la operación segura del sistema.

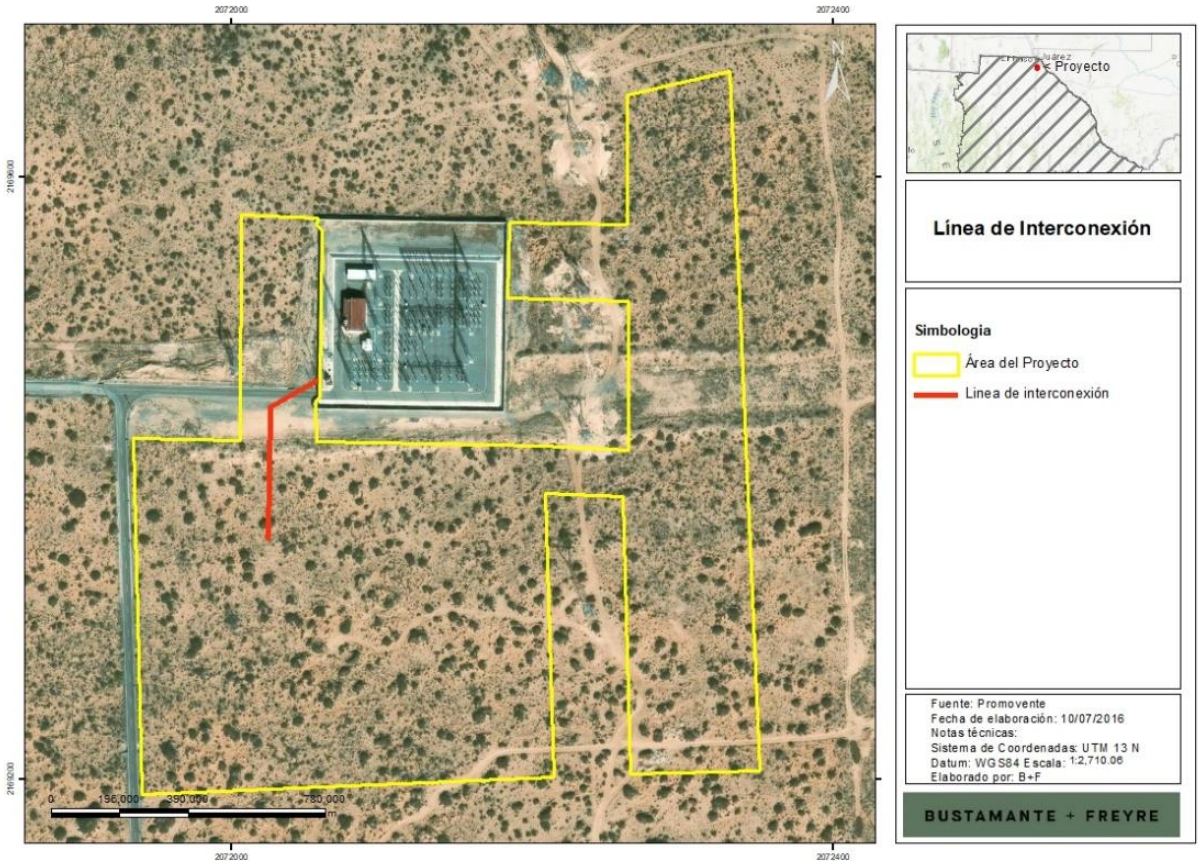
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La responsabilidad de operación y mantenimiento de la línea corresponderá a la promovente hasta el límite de propiedad o punto de entrega que se establezca en el contrato de interconexión y sus anexos técnicos. Preliminarmente, se considera que dicha responsabilidad abarcará desde la subestación elevadora del **Proyecto** hasta la última estructura antes de la llegada a la subestación de **CFE**.

El diseño de la línea considerará los criterios de seguridad eléctrica, operación, mantenimiento, confiabilidad y compatibilidad con los requerimientos del punto de interconexión, así como los lineamientos técnicos de **CFE** aplicables y estándares internacionales aplicables. Asimismo, deberá considerar las condiciones ambientales del sitio, entre ellas altitud, temperatura, viento, contaminación, topografía, resistividad del terreno, cruces existentes, restricciones sociales, uso de suelo y presencia de receptores sensibles.

La siguiente imagen muestra la trayectoria de la línea particular de interconexión con respecto al **Proyecto** y el Punto de Interconexión:

Figura II.22. Ubicación de la línea de interconexión



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.7.1. Características generales de la línea de interconexión

Las características generales de la Línea de Interconexión del **Proyecto** se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II.13. Características generales de la línea de interconexión

Característica	Valor	Unidad
Tensión nominal	230	kV
Potencia nominal	220	MW
Frecuencia	60	Hz
Número de fases	3	n/a
Tipo de línea	Línea aérea de transmisión particular	
Conductores por fase	1 (simplex)	n/a
Tipo de conductor	ACSR 1113 KCM o similar	n/a
Cable de guarda	OPGW con fibra óptica integrada y/o cable de guarda convencional o similar	n/a
Longitud aproximada de línea aérea	126.1203	m
No. de estructuras aéreas	Una estructura de deflexión y dos marcos de remate en subestaciones, sujeto a topografía e ingeniería de detalle	n/a
Tipo de estructuras	Estructuras normalizadas o equivalentes CFE para 230 kV, 1 circuito, 1 conductor por fase; tipo suspensión, deflexión/remate o terminal, según perfil, claros y ángulos de la línea	n/a
Derecho de vía	Aprox. 50	m

II.2.7.2. Trazo y ubicación de la estructura de la línea de interconexión

El trazo de la Línea de Interconexión inicia en la subestación elevadora del **Proyecto** y termina en el punto de interconexión con la **CFE** (SE Maniobras Border Solar). En total, 1 torre conectará los conductores de transmisión hasta el punto de interconexión. Las coordenadas del punto de inicio, la torra y el punto de interconexión, en **UTM** Zona 13N **WGS84**, se listan en la siguiente tabla:

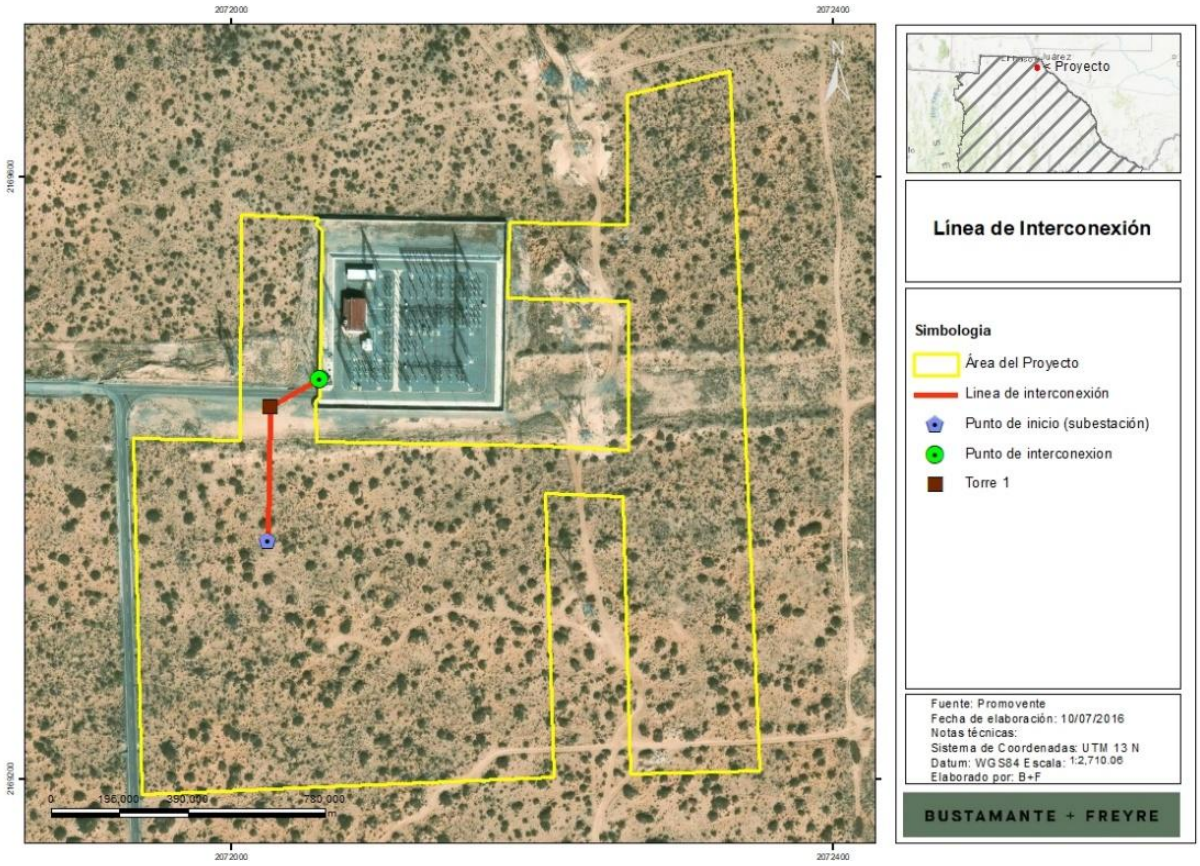
Tabla II.14. Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión

Componente	x	y
Punto de inicio (subestación)	358804.804	3489745.9
Torre 1	358804.935	3489834.23
Punto de interconexión (SE Border)	358837.274	3489853.78

Asimismo, se muestra la ubicación de dichas torres en el plano:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.23. Ubicación de los componentes de la línea de interconexión



Se considera la liberación y mantenimiento de una franja operativa de 6 m asociada al derecho de vía de la línea. En el tramo aéreo se propone, de manera preliminar, un derecho de vía de aproximadamente 50 m de ancho total, medido aproximadamente 25 m a cada lado del eje de la línea. Dentro de esta franja se realizará el desmonte, poda o manejo selectivo de vegetación que resulte necesario para mantener los libramientos eléctricos, la seguridad de operación, la inspección y el acceso a estructuras. No se prevé una remoción indiscriminada de toda la vegetación del derecho de vía cuando ésta no interfiera con los libramientos, accesos o actividades de mantenimiento.

II.2.7.3. Conductores

Los conductores de la línea aérea serán los elementos encargados de transportar la energía eléctrica desde la subestación elevadora del **Proyecto** hasta el punto de interconexión con la subestación de **CFE**. La línea particular de interconexión se considera exclusivamente aérea, con un nivel de tensión de 230 kV, potencia nominal de proyecto de 220 MW y longitud aproximada de 126.1203 m.

Para una potencia de 220 MW a 230 kV, la corriente nominal de referencia es del orden de 552 A a un factor de potencia unitario y aproximadamente 581 A considerando un factor de potencia de 0.95. Estos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

valores son preliminares y deberán confirmarse durante la ingeniería de detalle mediante los estudios eléctricos correspondientes.

Como conductor de referencia se propone utilizar ACSR/AS 1113 kcmil “Bluejay” o similar, en configuración de un conductor por fase —simplex—, por su margen térmico, desempeño mecánico y uso habitual como referencia en líneas de transmisión de 230 kV. De manera alternativa, y siempre sujeto a validación técnica, podrán evaluarse conductores ACSR 954 kcmil “Rail”, ACSR 795 kcmil “Drake” u otros conductores equivalentes que cumplan con los requerimientos eléctricos, mecánicos y ambientales del **Proyecto**.

La selección final del conductor deberá considerar, entre otros aspectos, la ampacidad requerida, temperatura máxima de operación, pérdidas eléctricas, flecha y tensión mecánica, claros entre estructuras, distancia mínima al suelo, niveles de cortocircuito, coordinación de aislamiento, condiciones de viento, altitud, corrosividad del ambiente, criterios de mantenimiento y requerimientos técnicos establecidos por **CFE**, **CENACE** y los estudios de interconexión aplicables.

Figura II.24. Cable ACSR 1113 kcmil



Debido a la corta longitud de la línea, no se prevé que las pérdidas eléctricas sean el criterio dominante de selección; sin embargo, el conductor deberá cumplir con los libramientos, esfuerzos mecánicos, desempeño térmico y condiciones de seguridad requeridas para una línea aérea de transmisión de 230 kV. En caso de que la ingeniería de detalle identifique restricciones por temperatura, corona, ruido audible, interferencia radioeléctrica, esfuerzos mecánicos o expansión futura, podrá evaluarse un conductor de mayor sección o una configuración distinta. Para efectos el presente estudio, se considera una configuración simplex, salvo que la ingeniería definitiva determine lo contrario.

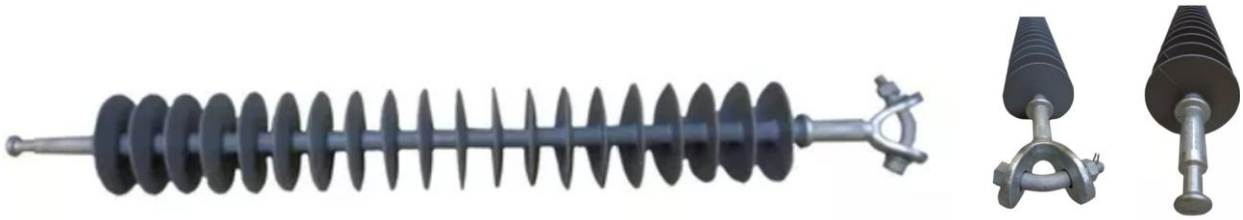
La línea contará además con cable de guarda con fibra óptica integrada —OPGW— y/o cable de guarda convencional, según se defina durante la ingeniería de detalle. Este sistema permitirá la protección de la línea contra descargas atmosféricas y, cuando se utilice OPGW, podrá servir como medio de comunicación para señales de protección, telecontrol, medición, monitoreo remoto y enlace con los sistemas de control, **SCADA** y **EMS** del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.7.4. Aisladores

Los aisladores son componentes esenciales que soportan los conductores y los mantienen separados de las estructuras de soporte, evitando cortocircuitos y descargas eléctricas. Los aisladores pueden ser de porcelana, vidrio templado o materiales compuestos, y están diseñados para resistir las tensiones eléctricas y mecánicas, así como las condiciones climáticas.

Figura II.25. Aislador sintético de suspensión



II.2.7.5. Estructura de soporte (torre)

Las estructuras de soporte, como torres y postes, son fundamentales para mantener los conductores en su lugar y a una altura segura sobre el suelo. Estas estructuras pueden ser de acero galvanizado y están diseñadas para soportar las cargas mecánicas y ambientales, incluyendo viento, hielo y sismos.

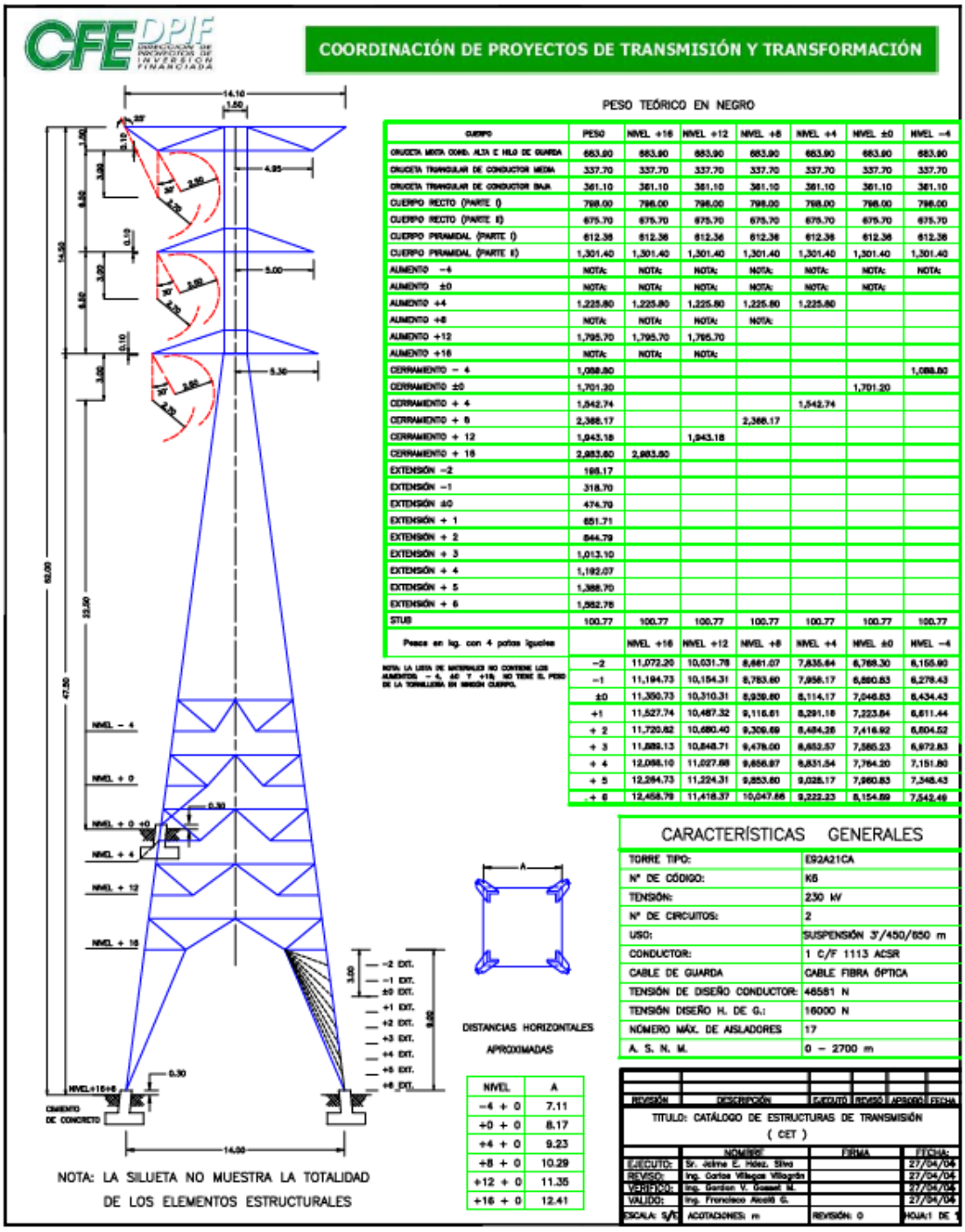
El **Proyecto** considera la utilización de una estructura de celosía normalizada por la **CFE**, distribuida a lo largo del trazo de la línea particular de interconexión de acuerdo con la siguiente tabla e imágenes:

Tabla II.15. Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre).

Componente	Estructura	Tipo	x	y
Torre 1	E1	E92W11	358804.935	3489834.23

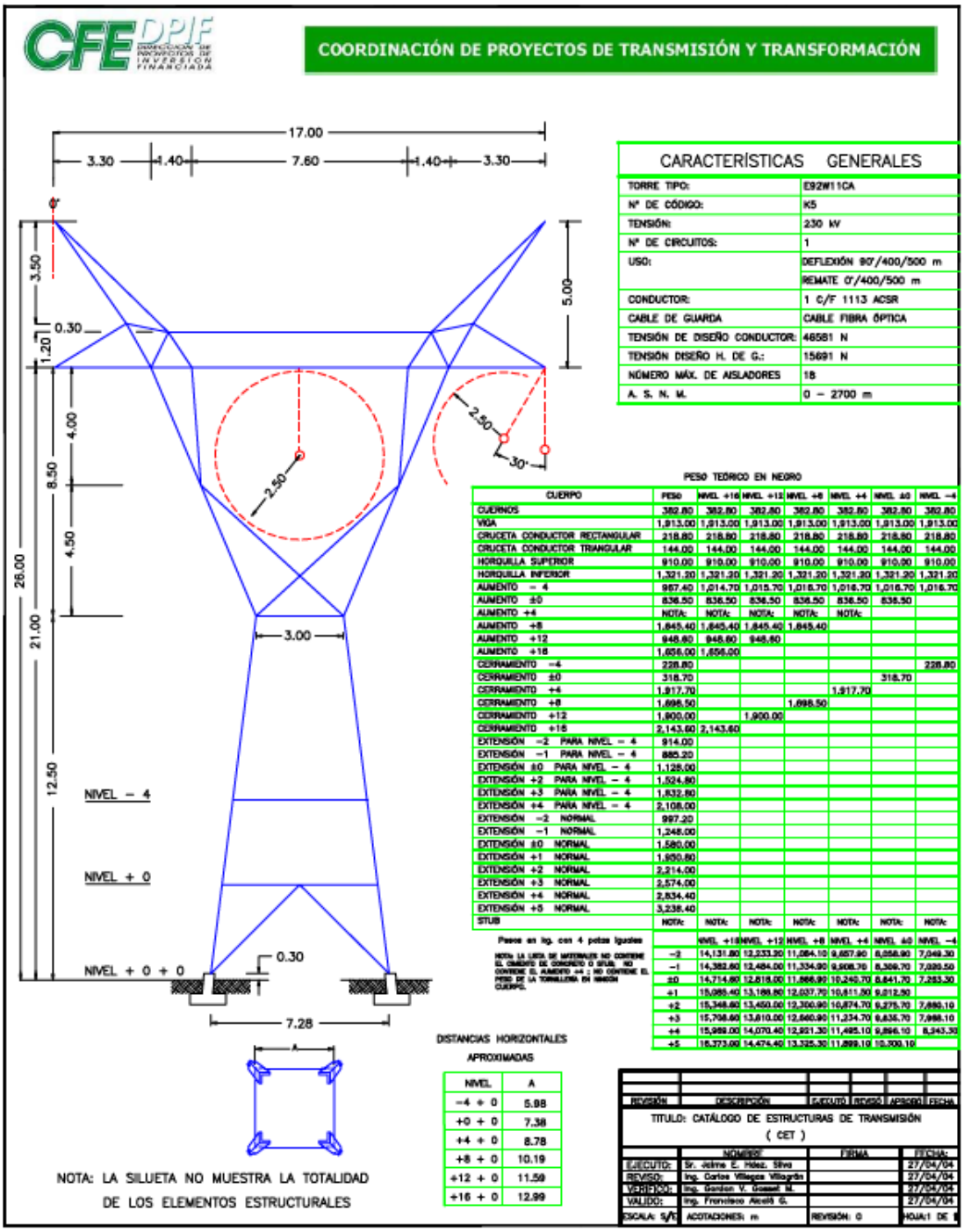
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.26. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de suspensión



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.27. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de deflexión



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
TORRE TIPO:	E92W11CA
N° DE CÓDIGO:	K5
TENSIÓN:	230 kV
N° DE CIRCUITOS:	1
USO:	DEFLEXIÓN 90°/400/500 m
	REMATE 0°/400/500 m
CONDUCTOR:	1 C/F 1113 ACSR
CABLE DE GUARDA	CABLE FIBRA ÓPTICA
TENSIÓN DE DISEÑO CONDUCTOR:	46581 N
TENSIÓN DISEÑO H. DE G.:	15691 N
NÚMERO MÁX. DE AISLADORES	18
A. S. N. M.	0 − 2700 m

PESO TEÓRICO EN NEGRO

CUERPO	PESO	NIVEL +16	NIVEL +12	NIVEL +8	NIVEL +4	NIVEL ±0	NIVEL −4
CUERNOS	382.80	382.80	382.80	382.80	382.80	382.80	382.80
VIGA	1,913.00	1,913.00	1,913.00	1,913.00	1,913.00	1,913.00	1,913.00
CRUCETA CONDUCTOR RECTANGULAR	218.80	218.80	218.80	218.80	218.80	218.80	218.80
CRUCETA CONDUCTOR TRIANGULAR	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00
HORQUILLA SUPERIOR	910.00	910.00	910.00	910.00	910.00	910.00	910.00
HORQUILLA INFERIOR	1,321.20	1,321.20	1,321.20	1,321.20	1,321.20	1,321.20	1,321.20
AUMENTO − 4	997.40	1,014.70	1,015.70	1,015.70	1,016.70	1,016.70	1,016.70
AUMENTO ±0	838.50	838.50	838.50	838.50	838.50	838.50	
AUMENTO +4	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:		
AUMENTO +8	1,845.40	1,845.40	1,845.40	1,845.40			
AUMENTO +12	948.80	948.80	948.80				
AUMENTO +16	1,656.00	1,656.00					
CERRAMIENTO −4	228.80						228.80
CERRAMIENTO ±0	318.70					318.70	
CERRAMIENTO +4	1,917.70				1,917.70		
CERRAMIENTO +8	1,698.50			1,698.50			
CERRAMIENTO +12	1,900.00		1,900.00				
CERRAMIENTO +16	2,143.60	2,143.60					
EXTENSIÓN −2 PARA NIVEL − 4	914.00						
EXTENSIÓN −1 PARA NIVEL − 4	885.20						
EXTENSIÓN ±0 PARA NIVEL − 4	1,128.00						
EXTENSIÓN +2 PARA NIVEL − 4	1,524.80						
EXTENSIÓN +3 PARA NIVEL − 4	1,832.80						
EXTENSIÓN +4 PARA NIVEL − 4	2,108.00						
EXTENSIÓN −2 NORMAL	997.20						
EXTENSIÓN −1 NORMAL	1,248.00						
EXTENSIÓN ±0 NORMAL	1,580.00						
EXTENSIÓN +1 NORMAL	1,950.80						
EXTENSIÓN +2 NORMAL	2,214.00						
EXTENSIÓN +3 NORMAL	2,574.00						
EXTENSIÓN +4 NORMAL	2,834.40						
EXTENSIÓN +5 NORMAL	3,238.40						
STUB	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:

Pesos en kg. con 4 patas iguales

NOTA: LA LISTA DE MATERIALES NO CONTIENE EL CONCRETO DE CONCRETO O STUB; NO CONTIENE EL AUMENTO +4 ; NO CONTIENE EL PESO DE LA TORNILLERIA EN UNION CUERPO.

	NIVEL +16	NIVEL +12	NIVEL +8	NIVEL +4	NIVEL ±0	NIVEL −4
−2	14,131.80	12,333.30	11,084.10	9,657.90	8,058.90	7,049.30
−1	14,382.60	12,484.00	11,334.90	9,908.70	8,309.70	7,299.50
±0	14,714.80	12,818.00	11,666.90	10,240.70	8,641.70	7,283.30
+1	15,085.40	13,188.80	12,037.70	10,611.50	9,012.90	
+2	15,348.60	13,450.00	12,300.90	10,874.70	9,275.70	7,886.10
+3	15,708.60	13,810.00	12,660.90	11,234.70	9,635.70	7,998.10
+4	15,989.00	14,070.40	12,921.30	11,495.10	9,896.10	8,243.30
+5	16,373.00	14,474.40	13,325.30	11,899.10	10,300.10	

DISTANCIAS HORIZONTALES APROXIMADAS

NIVEL	A
−4 + 0	5.88
+0 + 0	7.38
+4 + 0	8.78
+8 + 0	10.19
+12 + 0	11.59
+16 + 0	12.99

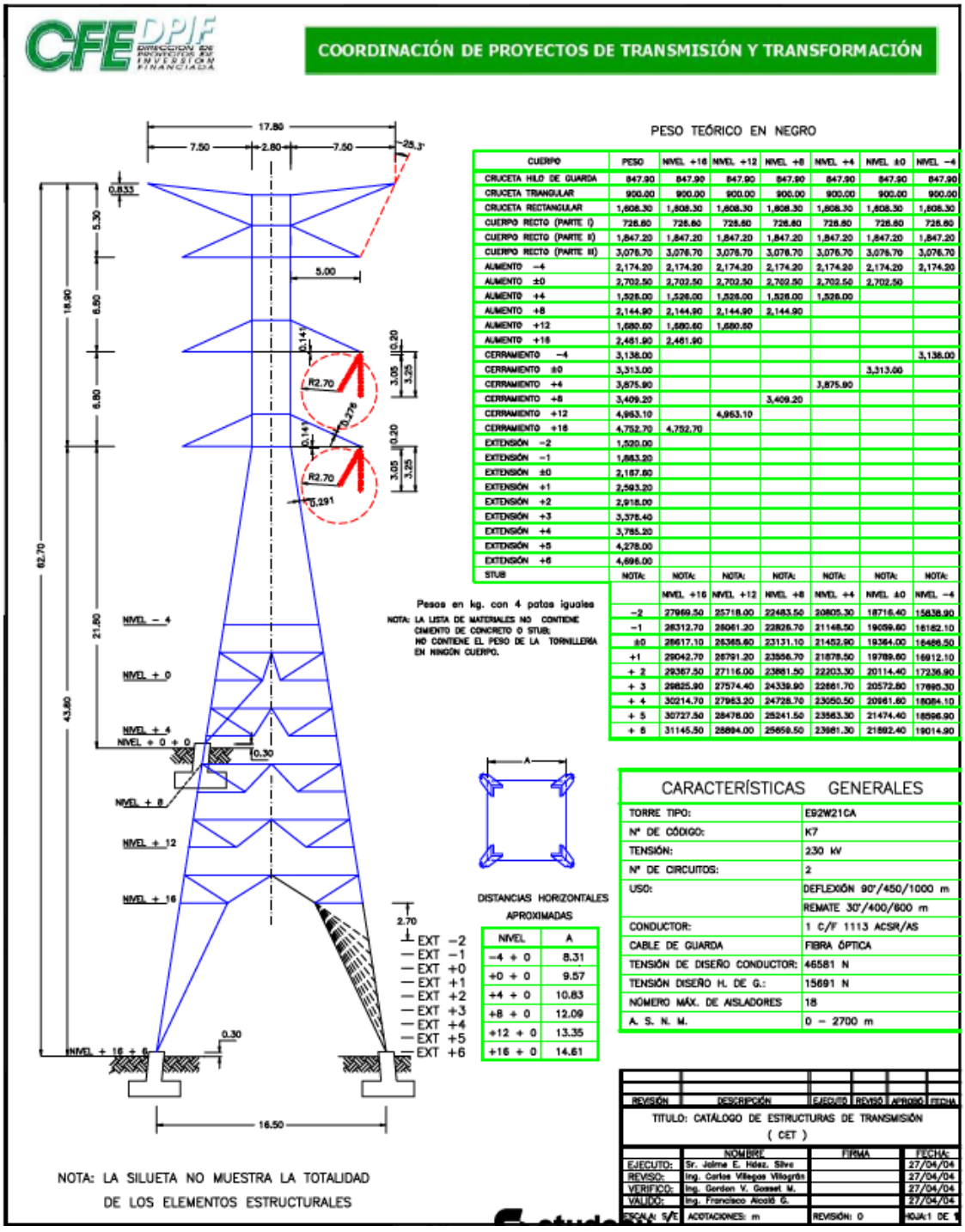
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA

TITULO: CATÁLOGO DE ESTRUCTURAS DE TRANSMISIÓN (CET)

	NOMBRE	FIRMA	FECHA:
EJECUTO:	Sr. Jaime E. Hdez. Silva		27/04/04
REVISO:	Ing. Carlos Villegas Villagrán		27/04/04
VERIFICO:	Ing. Gordon V. Grassi M.		27/04/04
VALIDO:	Ing. Francisco Ancell G.		27/04/04
ESCALA: S/E	ACOTACIONES: m	REVISIÓN: 0	HOJA:1 DE 1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.28. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de deflexión



CUERPO	PESO	NIVEL +16	NIVEL +12	NIVEL +8	NIVEL +4	NIVEL ±0	NIVEL −4
CRUCETA HILO DE GUARDA	847.90	847.90	847.90	847.90	847.90	847.90	847.90
CRUCETA TRIANGULAR	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
CRUCETA RECTANGULAR	1,606.30	1,606.30	1,606.30	1,606.30	1,606.30	1,606.30	1,606.30
CUERPO RECTO (PARTE I)	726.60	726.60	726.60	726.60	726.60	726.60	726.60
CUERPO RECTO (PARTE II)	1,847.20	1,847.20	1,847.20	1,847.20	1,847.20	1,847.20	1,847.20
CUERPO RECTO (PARTE III)	3,076.70	3,076.70	3,076.70	3,076.70	3,076.70	3,076.70	3,076.70
AUMENTO −4	2,174.20	2,174.20	2,174.20	2,174.20	2,174.20	2,174.20	2,174.20
AUMENTO ±0	2,702.50	2,702.50	2,702.50	2,702.50	2,702.50	2,702.50	
AUMENTO +4	1,526.00	1,526.00	1,526.00	1,526.00	1,526.00		
AUMENTO +8	2,144.90	2,144.90	2,144.90	2,144.90			
AUMENTO +12	1,680.60	1,680.60	1,680.60				
AUMENTO +16	2,461.90	2,461.90					
CERRAMIENTO −4	3,136.00						3,136.00
CERRAMIENTO ±0	3,313.00					3,313.00	
CERRAMIENTO +4	3,875.90				3,875.90		
CERRAMIENTO +8	3,409.20			3,409.20			
CERRAMIENTO +12	4,963.10		4,963.10				
CERRAMIENTO +16	4,752.70	4,752.70					
EXTENSIÓN −2	1,520.00						
EXTENSIÓN −1	1,863.20						
EXTENSIÓN ±0	2,187.60						
EXTENSIÓN +1	2,593.20						
EXTENSIÓN +2	2,918.00						
EXTENSIÓN +3	3,378.40						
EXTENSIÓN +4	3,785.20						
EXTENSIÓN +5	4,278.00						
EXTENSIÓN +6	4,696.00						
STUB	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:	NOTA:

	NIVEL +16	NIVEL +12	NIVEL +8	NIVEL +4	NIVEL ±0	NIVEL −4
−2	27969.50	25718.00	22483.50	20805.30	18716.40	15838.90
−1	28312.70	26061.20	22826.70	21148.50	19059.60	16182.10
±0	28617.10	26365.60	23131.10	21452.90	19364.00	16486.50
+1	29042.70	26791.20	23556.70	21878.50	19789.60	16912.10
+ 2	29367.50	27116.00	23881.50	22203.30	20114.40	17236.90
+ 3	29825.90	27574.40	24339.90	22661.70	20572.80	17695.30
+ 4	30214.70	27963.20	24728.70	23050.50	20961.60	18084.10
+ 5	30727.50	28476.00	25241.50	23563.30	21474.40	18596.90
+ 6	31145.50	28894.00	25659.50	23981.30	21892.40	19014.90

NIVEL	A
−4 + 0	8.31
+0 + 0	9.57
+4 + 0	10.83
+8 + 0	12.09
+12 + 0	13.35
+16 + 0	14.61

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
EJECUTO:	Sr. Jaime E. Hdez. Silva		27/04/04
REVISO:	Ing. Carlos Villegas Villagrán		27/04/04
VERIFICO:	Ing. Gordon V. Gasset M.		27/04/04
VALIDO:	Ing. Francisco Alcalá G.		27/04/04

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.7.6. Cimentaciones

Las cimentaciones son la base sobre la cual se erigen las estructuras de soporte. Estas cimentaciones deben ser robustas y estar diseñadas para resistir las cargas transmitidas por las estructuras y los conductores. Pueden ser de concreto armado y deben cumplir con las especificaciones de diseño civil establecidas por la **CFE.**

Figura II.29. Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 230 kV (imagen obtenida del sitio: Galería - MYD – MYD)



Las cimentaciones de la estructura de celosía tipo E92W11 serán definidas durante la ingeniería de detalle y con base en el estudio geotécnico del sitio. Se prevé el empleo de cimentaciones de concreto armado tipo zapata o dado aislado para cada una de las patas de la estructura. Cada apoyo requiere una superficie de desplante de aproximadamente 4 a 9 m² por pata, lo que representa una afectación total del orden de 16 a 36 m² por estructura. Asimismo, la profundidad de las excavaciones para cimentación es del orden de 2.0 a 4.0 m, dependiendo de las características geotécnicas del terreno, los esfuerzos mecánicos de diseño y los criterios estructurales aplicables.

II.2.7.7. Sistemas de Protección

La línea contará con sistemas de protección eléctrica, protección contra descargas atmosféricas, puesta a tierra y comunicaciones operativas. El cable de guarda/OPGW contribuirá a la protección contra rayos y a la comunicación de señales de protección y control. Todas las estructuras metálicas estarán conectadas a un sistema de puesta a tierra local, diseñado conforme a la resistividad del terreno y a las corrientes de falla previstas.

En la bahía de línea de la subestación elevadora y en el punto de interconexión se instalarán esquemas de protección, medición y control compatibles con los requerimientos del sistema eléctrico. De manera preliminar, podrán considerarse protecciones de distancia, diferencial de línea mediante fibra óptica, sobrecorriente direccional, falla a tierra, sobretensión, baja tensión, frecuencia, falla de interruptor, recierre cuando aplique, sincronismo, teleprotección y registro oscilográfico. La filosofía definitiva de protección

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

será validada durante los estudios de interconexión, coordinación de protecciones y requerimientos de **CENACE/CFE**.

II.2.7.8. Accesorios

Los accesorios incluirán elementos como herrajes de suspensión y tensión, grapas, conectores, empalmes, amortiguadores de vibración, separadores en caso de conductores en haz, contrapesos, dispositivos de protección de aves cuando sean necesarios, señalización, placas de identificación y accesorios para OPGW. La selección final dependerá del conductor, tipo de estructura, condiciones de viento, corrosión, vibración e ingeniería de detalle. Estos componentes son cruciales para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la línea de interconexión, asegurando la continuidad del servicio y la integridad de los conductores.

II.2.8. Edificio de operación y mantenimiento

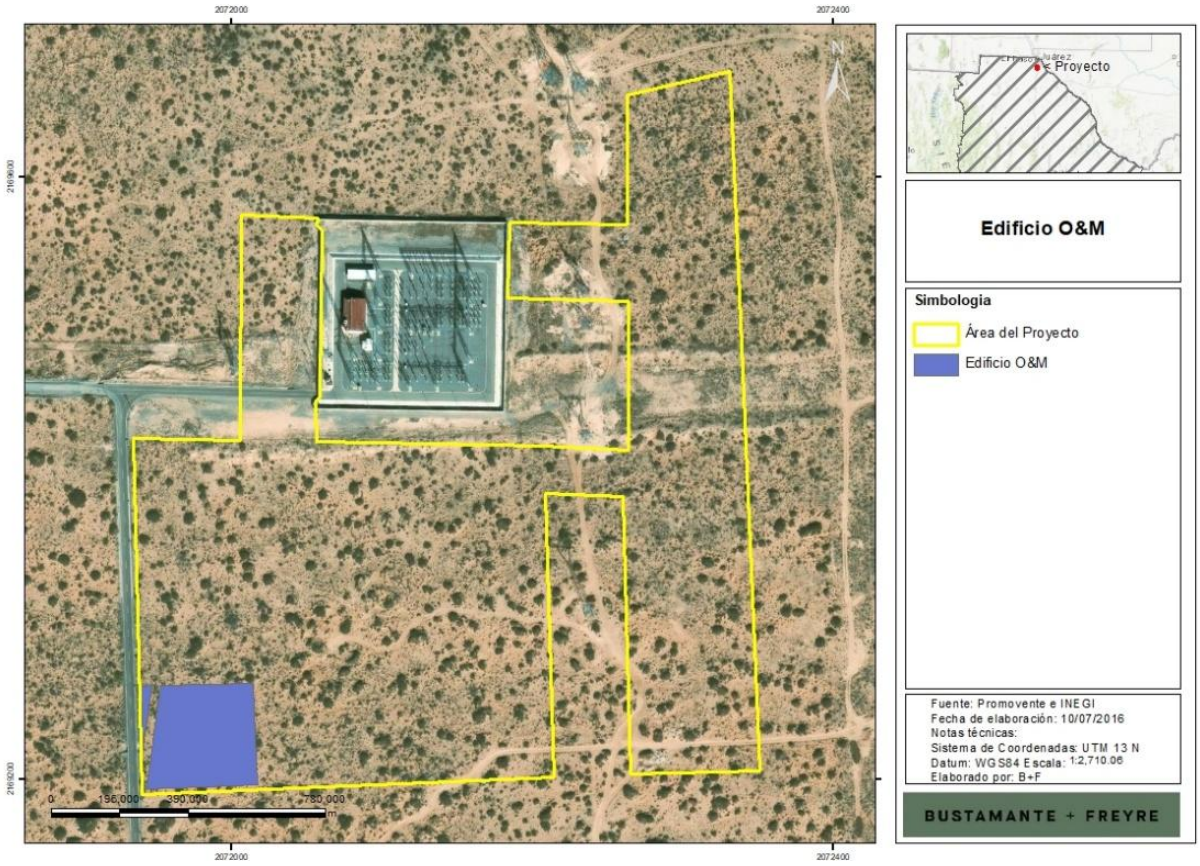
El **Proyecto** contará con un edificio de operaciones que funcionará como base para las actividades de administración, operación y mantenimiento (O&M) durante la vida útil del mismo. Esta edificación podrá albergar, de manera enunciativa y no limitativa, oficinas administrativas, un área para la coordinación de las labores de operación y mantenimiento, sala de juntas, servicios sanitarios y vestidores, un área de comedor o de consumo de alimentos y un módulo de primeros auxilios para el personal. Su ubicación se definirá preferentemente próxima al acceso principal del predio, procurando su integración con la vialidad interna y con las áreas operativas del **SAEE**.

De manera complementaria, el edificio de operaciones podrá considerar una zona de almacenes cubiertos destinada al resguardo de herramienta, refacciones, consumibles y equipo de mantenimiento, así como un área de estacionamiento para los vehículos del personal de operación y mantenimiento, de los prestadores de servicios especializados y de visitantes.

El edificio de operaciones consiste en una estructura modular o de mampostería y concreto, apta para resistir las condiciones ambientales y climatológicas del sitio y proporcionar accesos seguros para el personal. Dispondrá de los servicios básicos necesarios para su funcionamiento, conforme a la normatividad aplicable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.30. Ubicación del edificio de operación y mantenimiento



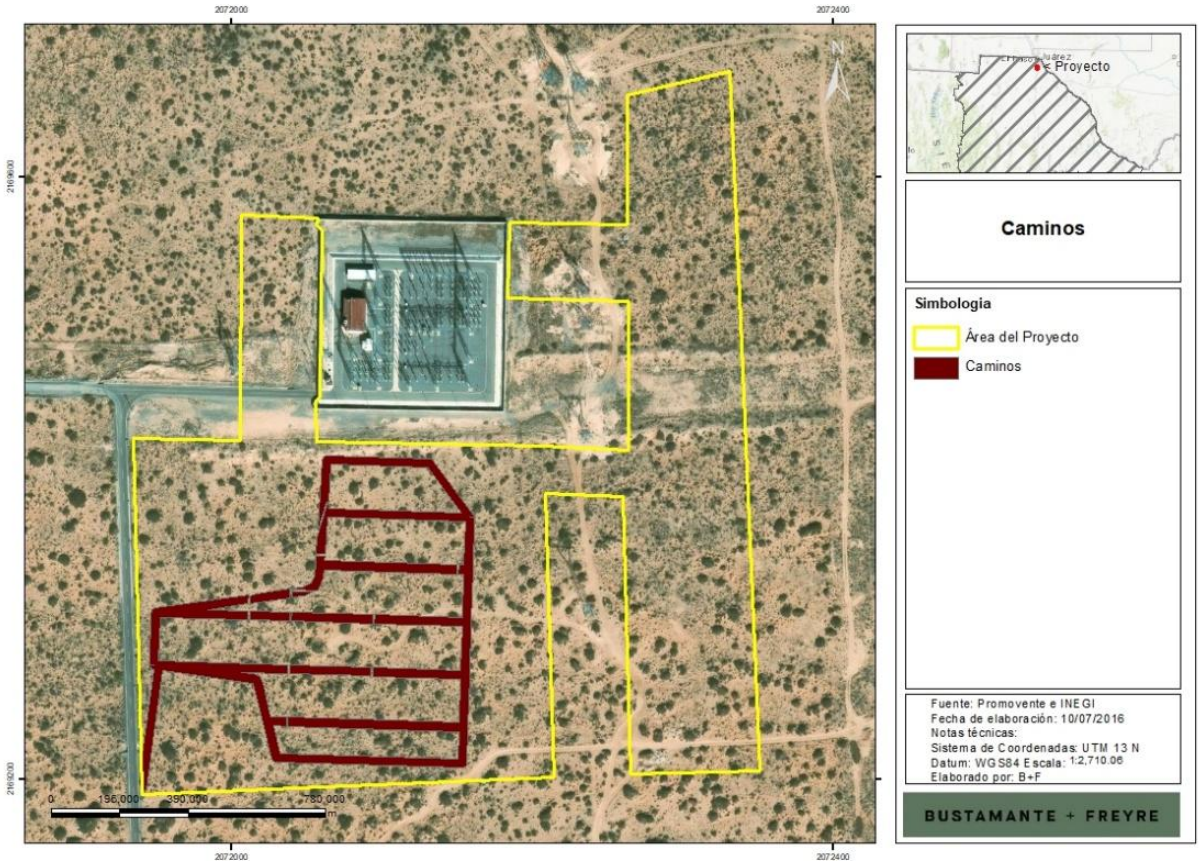
II.2.9. Componentes permanentes secundarios

II.2.9.1. Caminos internos y de acceso

El **Proyecto** considera caminos de acceso e internos de hasta 6 m de ancho que permitirán el tránsito seguro de vehículos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Los caminos se construirán con un perfil tipo subbase, base y, en su caso, recubrimiento, con criterios de drenaje superficial y control de polvo adecuados. El ancho final, trazo, capacidad portante y materiales se definirán conforme al diseño de detalle, la elevación de caminos y plataformas se coordinará con el estudio de inundabilidad de modo que no se obstruyan los escurrimientos naturales.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.31. Ubicación de caminos internos y de acceso en el **Proyecto**



II.2.9.2. Obras de drenaje pluvial

El **Proyecto** incorporará obras de drenaje pluvial (cunetas, alcantarillas, vados y obras similares) para evacuar de manera controlada el agua de escurrimiento, protegiendo caminos, edificaciones, cableado enterrado y demás infraestructura. El diseño separará el drenaje pluvial limpio del drenaje potencialmente contaminado proveniente de las áreas con aceite (transformadores y estaciones de transformación), el área de residuos y las zonas de mantenimiento; las fosas de contención y demás sistemas no descargarán al drenaje pluvial sin tratamiento o verificación. El dimensionamiento se sustentará en la memoria de cálculo hidrológico-hidráulico correspondiente, considerando el evento de lluvia de proyecto, la erosión y la sedimentación.

El **Proyecto** no contempla un sistema de drenaje industrial permanente. En las áreas que utilicen aceites dieléctricos (principalmente transformadores de potencia y estaciones de transformación) se implementarán sistemas de contención secundaria para el manejo de derrames accidentales y contingencias ambientales. Cabe señalar que algunos equipos podrán incorporar su propio sistema de contención integrado de fábrica (por ejemplo, charolas o cárcamos de recolección de aceite en la propia

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

estación de transformación), según el diseño del fabricante; en tales casos, dicho sistema complementará o sustituirá, según corresponda, a las estructuras de contención descritas a continuación. De manera preliminar, estos sistemas podrán consistir en fosas, cubetos o diques de contención construidos en concreto armado o materiales equivalentes impermeables, diseñados para evitar la infiltración al suelo y la migración fuera del área controlada. Como referencia, se prevé que las estructuras de contención presenten profundidades del orden de 0.5 a 1.5 m y superficies unitarias aproximadas de 20 a 150 m², dependiendo de la capacidad del equipo asociado y de los requerimientos de la ingeniería de detalle. La capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para contener, al menos, el volumen total de aceite del equipo de mayor capacidad dentro del área protegida, considerando además un margen adicional por precipitación pluvial o contingencias, conforme a los criterios técnicos aplicables y a la ingeniería de detalle. Los líquidos retenidos en estas estructuras no serán descargados directamente al suelo ni al drenaje pluvial; en caso de derrame o mantenimiento, serán recolectados y gestionados mediante procedimientos operativos y prestadores de servicios autorizados conforme a la normatividad aplicable.

II.2.9.3. Cercado perimetral, videovigilancia e iluminación

El predio contará con un cercado perimetral que delimitará el área e impedirá el ingreso no autorizado de personas y de fauna, complementado con un sistema de videovigilancia (CCTV) y un sistema de iluminación perimetral y de áreas operativas. El tipo, altura, materiales y separación entre elementos se definirán conforme al diseño de detalle.

II.2.10. Obras provisionales

II.2.10.1. Área de faenas

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se habilitarán áreas de faenas temporales para apoyar las obras, tanto del **SAEE** y la subestación como de la línea de interconexión. Estas áreas alojarán típicamente oficinas de obra, almacenes de equipos y materiales, patios de maniobras e instalaciones provisionales para el personal (comedor, sanitarios portátiles y similares). Su ubicación, superficie y periodo de ocupación se definirán conforme al programa de obra, procurando situarlas próximas al acceso principal y a la subestación.

II.2.10.2. Almacén temporal de residuos

El **Proyecto** contará con un almacén temporal de residuos para el acopio controlado de los residuos sólidos urbanos (“**RSU**”), de manejo especial (“**RME**”) y peligrosos (“**RP**”) generados durante las obras, en tanto se realiza su disposición final a través de prestadores autorizados. Como referencia preliminar, se estima un almacén segregado por tipo de residuo (**RSU**, **RME** y **RP**) y con un módulo independiente para aceites, absorbentes, aerosoles, solventes y recipientes de refrigerante. Dispondrá típicamente de piso impermeable, contención secundaria, techo, ventilación y señalización, conforme a la normatividad aplicable, y se ubicará cercano al patio de obra, con acceso de recolección, pero alejado de drenajes,

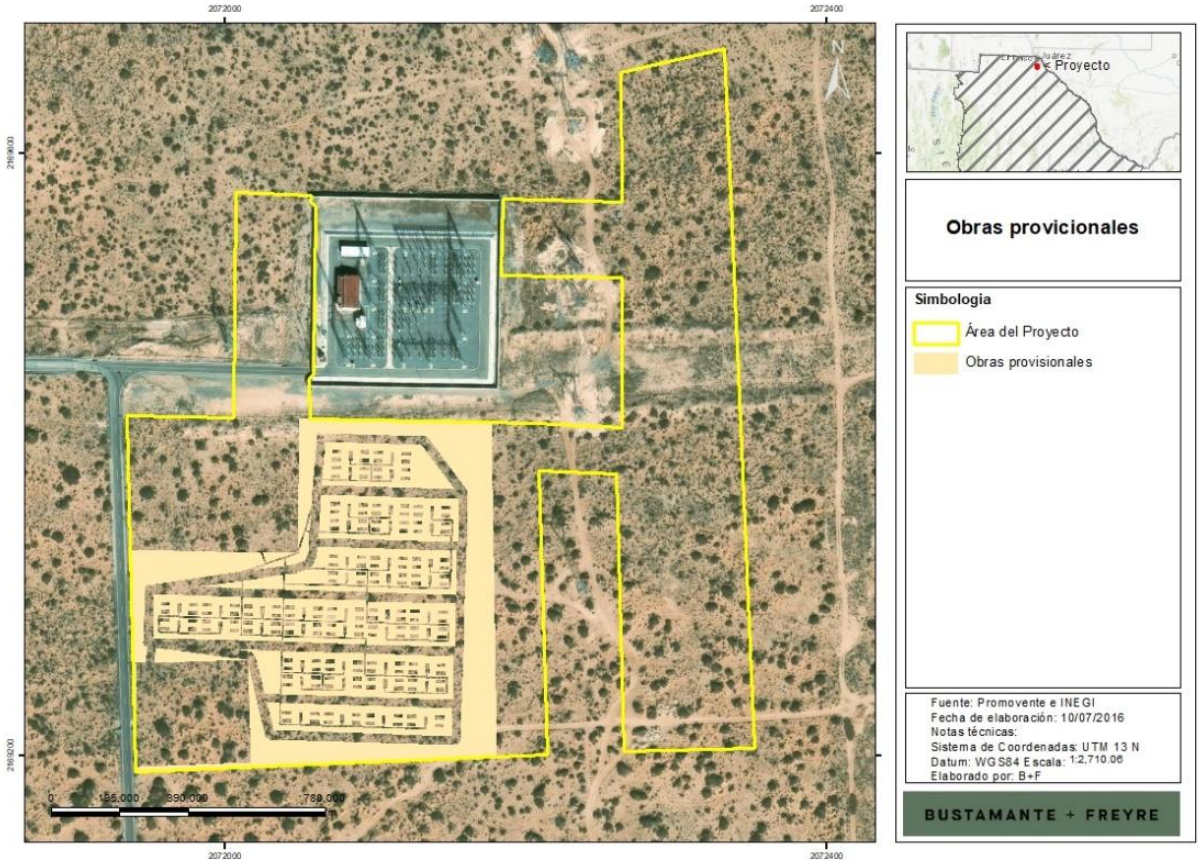
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

zonas de inundación, contenedores del **SAEE** y fuentes de ignición. Ninguna batería o rack se almacenará en este sitio, salvo diseño específico y autorización del fabricante.

II.2.10.2. Área de maniobras

Durante la construcción se habilitará un área temporal de maniobras. Se destinará al ingreso, estacionamiento temporal, giro, descarga y posicionamiento de vehículos pesados, grúas, plataformas de transporte, contenedores del **SAEE**, estaciones de transformación, transformadores de potencia y estructuras metálicas. Se ubicará preferentemente próxima al acceso principal y al corredor interno que conecte la plataforma del **SAEE** con la subestación, fuera de las distancias de seguridad de los contenedores y de la zona operativa de la subestación energizada. Una vez concluida la construcción, el área podrá restaurarse o aprovecharse parcialmente como área permanente de estacionamiento y maniobra para la operación y el mantenimiento.

Figura II.32. Ubicación de las obras provisionales

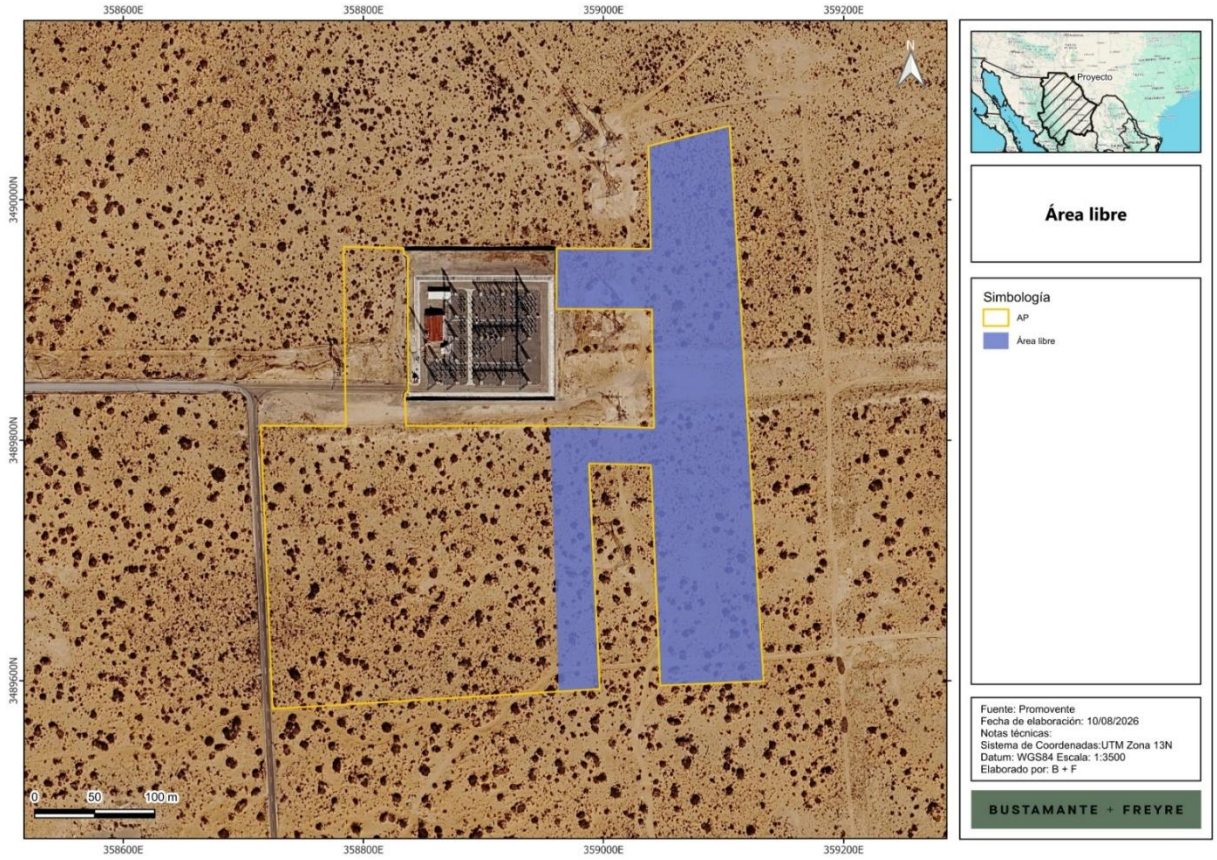


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones)

Las áreas libres del **Proyecto** corresponden a las superficies remanentes dentro del polígono que, por el momento, no serán ocupadas para el desarrollo del mismo. Esta área se tendrá como reserva para futuras adecuaciones del **Proyecto**, tales como el aumento de la capacidad instalada (ya sea para mantener la capacidad comprometida o, en su caso, incrementar la capacidad del sistema), la instalación de equipos o sistemas complementarios, áreas adicionales de maniobra, almacenamiento o servicios y, en general, otras mejoras que pudieran requerirse durante su operación. Cuando dichas adecuaciones impliquen modificaciones a las características, capacidades, superficie o impactos considerados en la presente evaluación, se realizarán los trámites o modificaciones a las autorizaciones y permisos que resulten aplicables.

Figura II.33. Ubicación del área libre



La proyección de futuras adecuaciones responde a que la capacidad efectiva de las baterías disminuye gradualmente con el uso y el transcurso del tiempo. Para mantener la capacidad comprometida del Proyecto durante su vida útil, podrá implementarse una estrategia de gestión de capacidad (*augmentation*) que combine el sobredimensionamiento de la capacidad instalada desde la puesta en operación con la reposición, sustitución o incorporación programada de componentes o contenedores del **SAEE**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estas intervenciones se planificarán con base en el seguimiento del estado de salud (“**SOH**”) de las baterías reportado por el sistema de gestión de baterías (“**BMS**”), las curvas de degradación del fabricante, las condiciones reales de operación y los requerimientos de disponibilidad de la instalación. Los trabajos serán ejecutados por personal especializado, conforme a los procedimientos y condiciones de garantía de los equipos, y se coordinarán con la estrategia de indisponibilidad del **Proyecto**.

La reposición, sustitución o incorporación de componentes se realizará, en la medida en que resulte aplicable, dentro de las superficies previstas para las instalaciones del **SAEE**, incluyendo el área libre reservada para futuras adecuaciones, sin exceder la capacidad nominal total instalada, la superficie de afectación ni los demás parámetros e impactos considerados en la presente evaluación. Los componentes retirados al término de su vida útil serán gestionados conforme al plan de manejo de residuos y a la estrategia de cierre descrita en la sección correspondiente, priorizando su reutilización o reciclaje mediante gestores autorizados.

En caso de que estas actividades impliquen cambios que excedan las características, capacidades, superficie o impactos considerados en la presente evaluación, se realizarán los trámites o modificaciones a las autorizaciones y permisos que resulten aplicables.

II.2.12. Obra civil y electromecánica

La obra civil del Proyecto comprende, de manera enunciativa y no limitativa, las actividades de trazo y nivelación, despalme y limpieza del terreno, control de erosión y sedimentación, cortes y rellenos con control de compactación, excavaciones, conformación de plataformas y caminos, construcción de losas y cimentaciones (para contenedores, estaciones de transformación, subestación, edificio de control y estructuras de la línea), obras de contención de aceite, obras de drenaje y trincheras y bancos de ductos para las canalizaciones eléctricas, y la restitución de las áreas temporales al concluir la obra. El movimiento de tierras se procurará minimizar aprovechando, en la medida de lo posible, la topografía existente del sitio.

La obra electromecánica comprende el montaje e instalación de los contenedores de baterías, las estaciones de transformación, los equipos de la subestación y las estructuras de la línea de interconexión, así como el tendido y conexionado del cableado de baja y media tensión, la instalación de los sistemas de puesta a tierra, control, comunicaciones, seguridad y protección contra incendios, y las pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

El sellamiento del suelo (colocación de losas de concreto u otro material que impermeabilice el suelo) se limitará a las superficies estrictamente necesarias, principalmente las cimentaciones de contenedores, estaciones de transformación, edificio de control y subestación, según se detalla en el resumen de componentes.

II.3. Programa de trabajo

A continuación, se presenta el programa de trabajo del **Proyecto** de conformidad a las etapas que lo conforman.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Preparación del sitio y construcción: 2 años
- Operación y mantenimiento: 40 años.
- Desmantelamiento: 1 año.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.16. Programa de trabajo del **Proyecto**

Actividades	Años						
	1	2	3 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 42	43
Preparación del sitio y construcción							
Trazo y delimitación							
Desmonte y despalme							
Instalación de obras provisionales							
Delimitación perimetral							
Excavación, nivelación y movimiento de tierras							
Construcción de obras de drenaje							
Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación							
Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos							
Instalación del **SAEE**							
Instalación de la red subterránea de media tensión							
Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones							
Instalación de la torre de la línea de interconexión							
Tendido del cable de la Línea de Interconexión							
Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio							
Operación y mantenimiento							
Supervisión local y remota							
Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema)							
Mantenimiento preventivo y correctivo							
Desmantelamiento y abandono							
Desmantelamiento de los equipos e instalaciones							
Gestión de materiales y residuos conforme a la normatividad vigente							
Restauración del sitio							

II.3.1. Representación gráfica regional

La representación gráfica regional del **Proyecto** muestra la ubicación del polígono dentro del contexto territorial del municipio de Juárez, Chihuahua, identificando la conectividad con la Carretera Estatal "Chihuahua – Miguel Ahumada", las localidades cercanas y la Subestación SE Border Solar de la **CFE**, que constituye el Punto de Interconexión con el **SEN**.

El **Proyecto** se localiza en el estado de Chihuahua, dentro del municipio de Juárez, en la región norte de la entidad. El sitio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte, en un entorno caracterizado por relieve predominantemente plano con pendientes suaves y clima muy seco desértico, templado, con lluvias en verano y precipitación muy escasa a lo largo del año, condiciones que favorecen el aprovechamiento del recurso solar mediante tecnología fotovoltaica y, por tanto, que pueda existir la necesidad de contar con sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

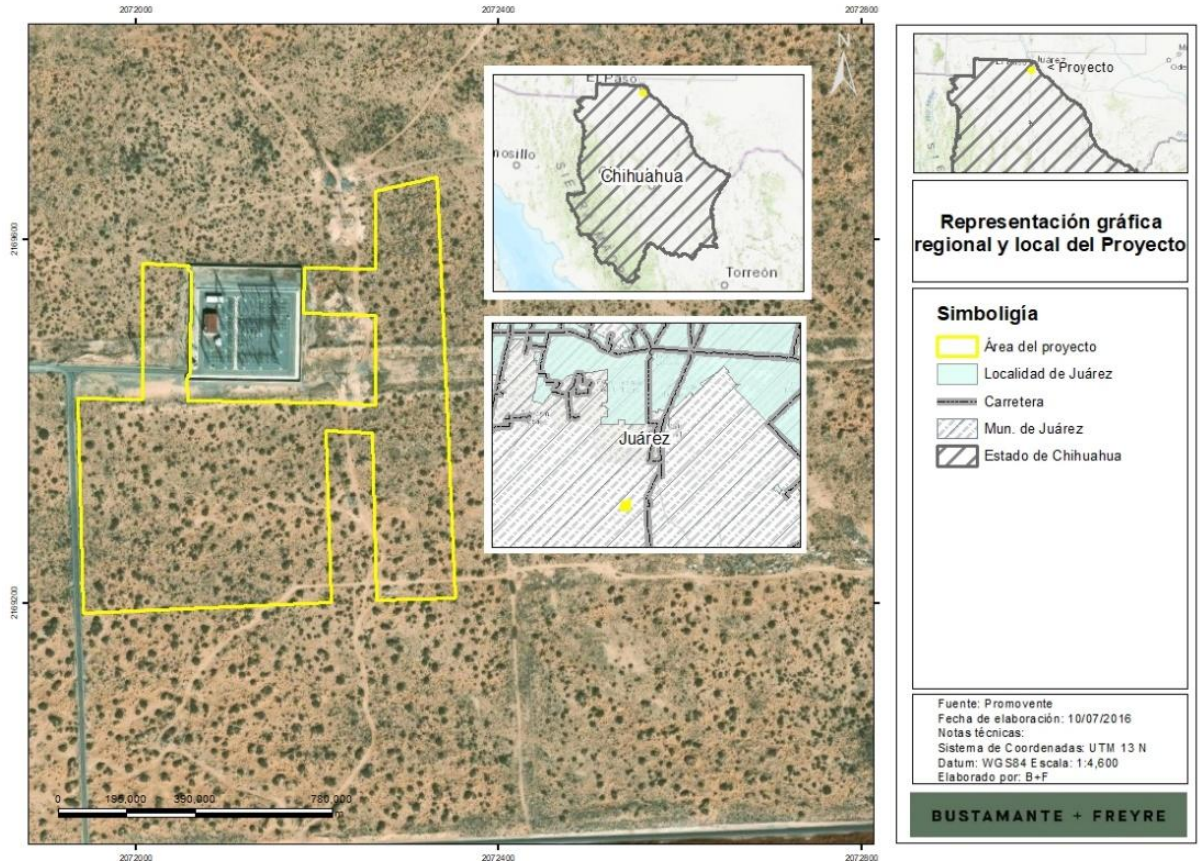
Desde el punto de vista hidrológico, el **Proyecto** se localiza dentro de la Región Hidrológica Bravo–Conchos, particularmente en la cuenca hidrológica del **Río Bravo – Ciudad Juárez**, la cual constituye el principal sistema de drenaje superficial de la región. En esta zona predominan escurrimientos de carácter intermitente, asociados a arroyos y cauces temporales que se activan principalmente durante la temporada de lluvias, los cuales descargan sus flujos hacia el propio río Bravo o hacia sus tributarios locales en el entorno de Ciudad Juárez.

En términos de conectividad regional, el área del **Proyecto** cuenta con acceso directo a través de la Carretera Estatal "Chihuahua-Miguel-Ahumada”, que constituye una vía estratégica del corredor de comunicación entre la zona conurbada del municipio de Juárez y la ubicación del **Proyecto**. Esta carretera enlaza con la red de caminos rurales locales que facilitan el acceso al predio del **Proyecto**. La ubicación del municipio dentro de un corredor logístico regional favorece la conectividad y el acceso a infraestructura de transporte relevante para el desarrollo del **Proyecto**, así como su inyección al **SEN** mediante la Subestación SE Border Solar de la **CFE**.

En las siguientes figuras se presenta la ubicación regional del **Proyecto**, indicando su posición dentro del estado y municipio, así como su relación con la región y la cuenca hidrológicas correspondiente.

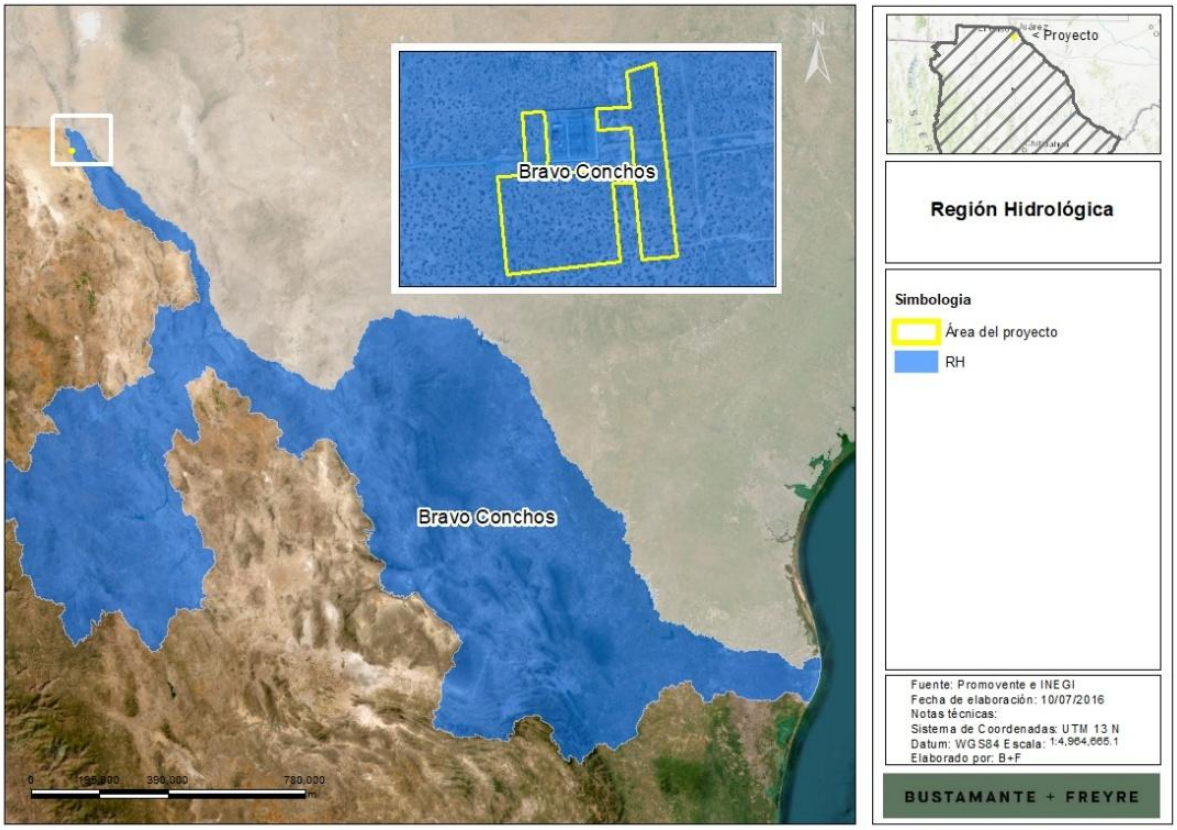
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.34. Representación gráfica regional del **Proyecto**



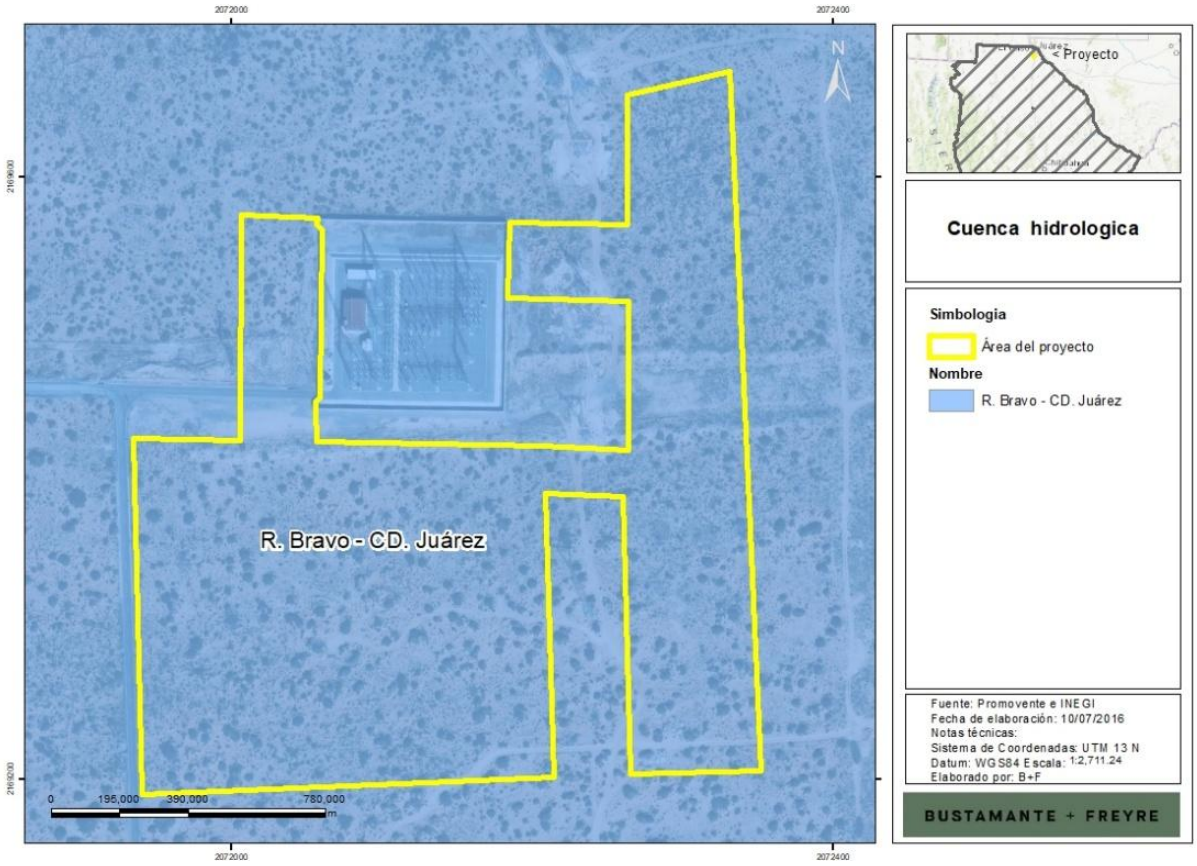
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.35. Regional Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.36. Cuenca Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**



II.3.2. Representación gráfica local

La representación gráfica local del **Proyecto** muestra el polígono detallado del **Proyecto** con la distribución de las áreas factibles destinadas a la instalación de los componentes del mismo.

A nivel local, el **Proyecto** se ubica dentro del sistema hidrológico asociado a las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del Río Bravo – Ciudad Juárez. Estas unidades hidrológicas estructuran el patrón local de drenaje superficial del sitio y forman parte del sistema de drenaje regional que descarga hacia el río Bravo o hacia sus tributarios locales en el entorno de Ciudad Juárez.

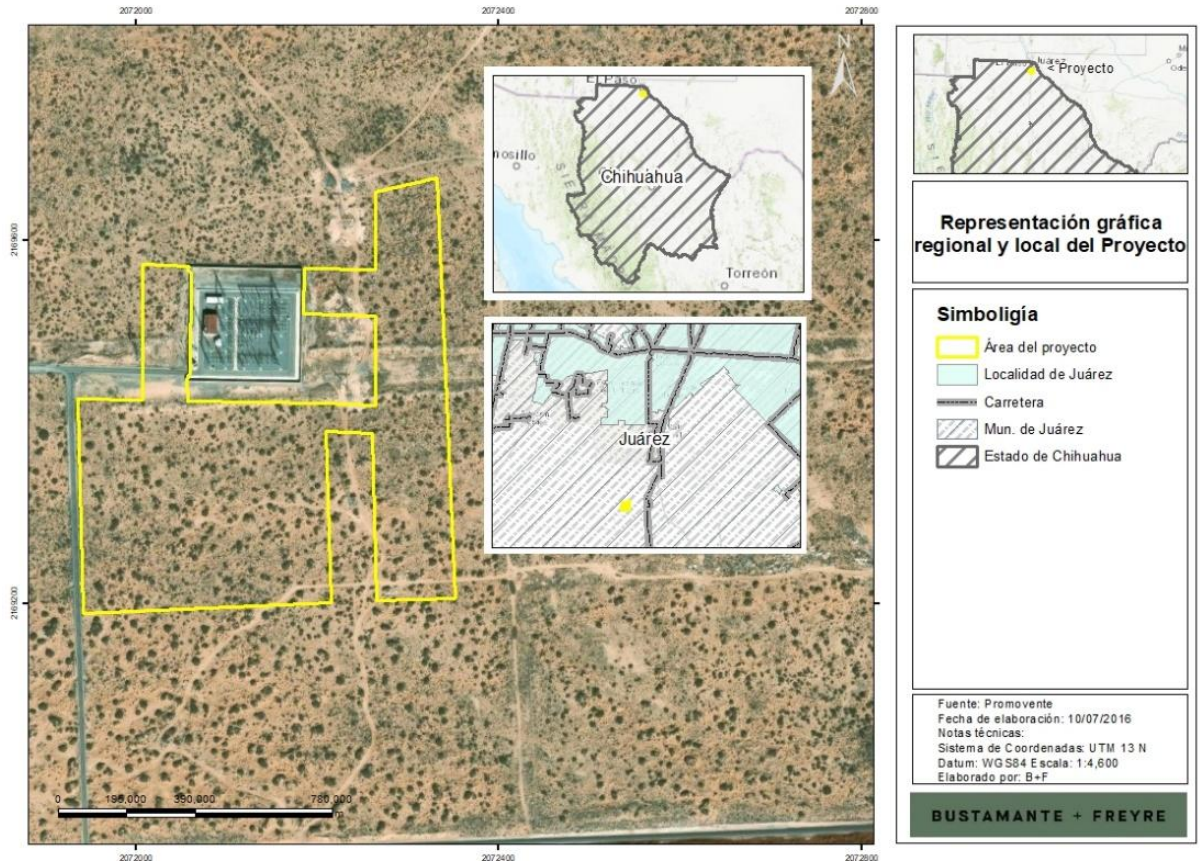
En el área del **Proyecto** no existe presencia de cuerpos de agua ni de escurrimientos intermitentes. La identificación de subcuencas y microcuencas permite reconocer la dirección general de los escurrimientos y las zonas donde se concentran los flujos durante la temporada de lluvias, información relevante para la planeación del diseño hidráulico del **Proyecto**.

De acuerdo con el recorrido de campo realizado al sitio, en el área del **Proyecto** se cuenta con un solo tipo de vegetación en el sitio, el cual corresponde a vegetación de desiertos arenosos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

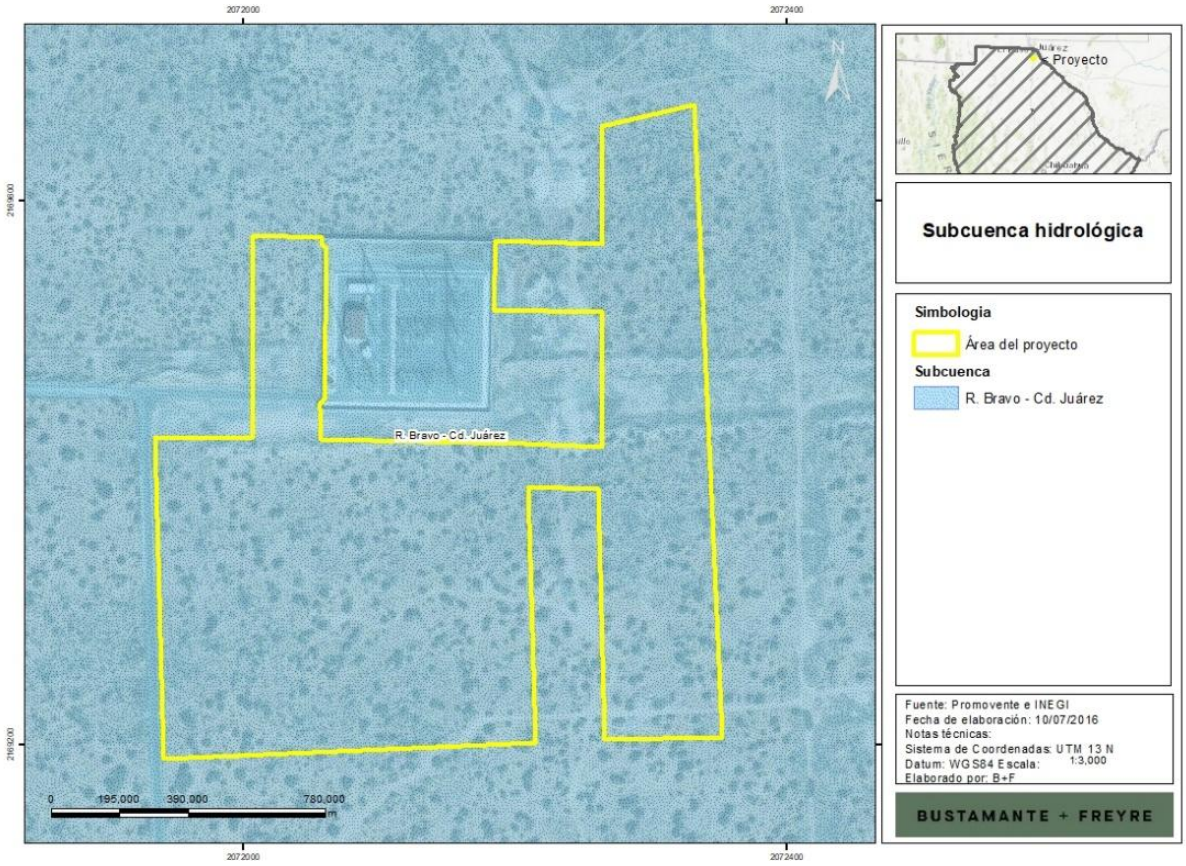
En las siguientes figuras se muestran los mapas correspondientes a la ubicación local del **Proyecto**, incluyendo la delimitación de las subcuencas y microcuencas hidrológicas.

Figura II.37. Representación gráfica local del Proyecto



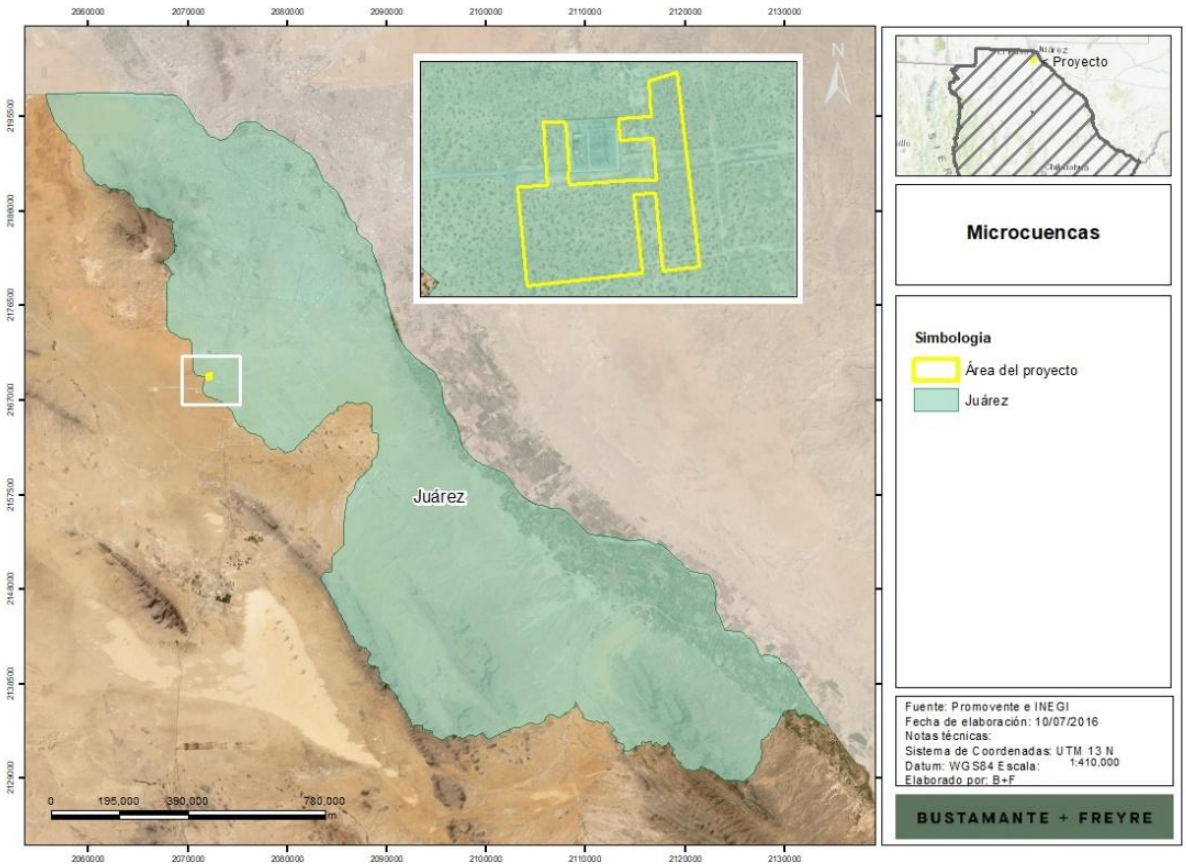
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.38. Subcuencas en donde se ubica el **Proyecto**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.39. Microcuenca en las que se ubica el **Proyecto**



II.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.

II.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 ingeniería básica y de detalle (mecánica, eléctrica, civil, geotécnica, hidrológica e hidráulica).
- Estudios ambientales (línea base, manifestación de impacto ambiental modalidad regional, estudios técnicos justificativos, etc.).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Gestión de permisos, autorizaciones y licencias ante las autoridades federales (**SEMARNAT**, **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.
- Procura y compra de equipos principales.
- Selección de contratistas y formalización de contratos de obra y servicios.
- Estudios complementarios (topográfico de detalle, geotécnico final, hidráulico, eléctrico de coordinación con **CFE**-**CENACE**, etc.).

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.

II.4.2. Preparación del sitio

La preparación del sitio comprende las siguientes actividades principales:

II.4.2.1. Trazo y 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.

II.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 áreas de caminos internos, subestación elevadora, 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**. 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 proyecto, favoreciendo la infiltración, reduciendo la escorrentía superficial y disminuyendo la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.40. Actividades típicas de desmonte y despalme



II.4.2.3. Instalación de obras provisionales

Se habilitarán áreas temporales o áreas de faena destinadas a las actividades de preparación del sitio y construcción. Las obras provisionales incluyen:

- Áreas de faenas donde podrán ubicarse: Oficinas temporales para administración y supervisión de obra, comedor y áreas de descanso para el personal, sanitarios portátiles con mantenimiento por empresas autorizadas (1 baño por cada 10 trabajadores), áreas de almacenamiento de materiales, equipos e insumos, etc.
- Almacén temporal de residuos
- Área de maniobras

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 obras provisionales serán ubicadas estratégicamente en el interior del polígono del **Proyecto** y retiradas al concluir las actividades.

II.4.2.4. Delimitación perimetral

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. Estas medidas tendrán como finalidad garantizar la seguridad del personal, proteger la maquinaria, equipos e infraestructura temporal, así como mantener un adecuado control operativo durante la etapa de construcción.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.4.3. Construcción

La etapa de construcción comprenderá las siguientes actividades constructivas:

II.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 la subestación elevadora, edificio de control, centros de transformación, sistema de almacenamiento de energía, caminos internos y demás infraestructura asociada al **Proyecto**.

II.4.3.2. 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, canales, alcantarillas, pasos de agua, vados y demás estructuras hidráulicas requeridas para mantener el drenaje natural del sitio y proteger la infraestructura del **Proyecto**.

II.4.3.3. Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación

Comprende el suministro e instalación de un vallado perimetral para delimitar físicamente el polígono del Proyecto y restringir el acceso a las áreas de obra y operación, con el fin de reducir la interferencia con el entorno inmediato y prevenir afectaciones accidentales a la vegetación, suelos y componentes del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías. Durante la etapa de construcción, esta infraestructura permitirá ordenar las actividades dentro del sitio, definir claramente las zonas de maniobra, resguardo de materiales y circulación interna, así como disminuir el riesgo de ingreso de personas ajenas y de fauna al área de trabajo.

De manera complementaria, se contempla la instalación de un sistema de videovigilancia e iluminación en puntos estratégicos del perímetro y accesos, con el propósito de reforzar el control operativo del sitio, mejorar la supervisión de las actividades y aumentar la seguridad durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. La iluminación se diseñará privilegiando su funcionalidad y eficiencia, evitando emisiones luminosas innecesarias hacia el entorno, a fin de minimizar posibles molestias sobre la fauna y la alteración de las condiciones del medio circundante.

II.4.3.4. Conformación de plataformas, accesos y caminos internos

Comprende la conformación de plataformas, accesos y caminos internos mediante trabajos de terracería, nivelación y colocación de materiales pétreos, con el fin de garantizar la circulación segura de vehículos, personal y equipos dentro del polígono del **Proyecto**. Estas obras permitirán el acceso a las distintas áreas operativas y de servicio del **SAEE**, así como el desarrollo de las actividades de construcción, operación, mantenimiento y atención de contingencias.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La ejecución de estas obras considerará las condiciones topográficas del sitio y los patrones naturales de escurrimiento, a efecto de evitar alteraciones innecesarias al drenaje superficial, disminuir riesgos de erosión y asegurar la estabilidad de las superficies intervenidas.

II.4.3.8. Instalación del SAEE

Una vez concluidas las actividades de cimentación y construcción de las losas de concreto, se procederá al suministro, traslado e instalación de los equipos principales del **SAEE**. La losa/plataforma de cimentación estará sujeta a validación mediante estudio geotécnico e ingeniería de detalle. Las maniobras permitirán colocar los equipos sobre las losas de cimentación en su ubicación definitiva, garantizando su correcta alineación, nivelación y estabilidad para su posterior conexión eléctrica y puesta en servicio.

En global, esta actividad comprende todas las actividades de preparación del sitio, construcción de cimentaciones, montaje de equipos, interconexión eléctrica, instalación de sistemas auxiliares, control, protección y comunicaciones, así como las pruebas y puesta en servicio del **SAEE**.

II.4.3.9. Instalación de la red subterránea de media tensión

Se realizarán actividades de trazo, excavación, conformación y nivelación de zanjas destinadas a la instalación de la red demedia tensión del **Proyecto**, mediante maquinaria especializada (retroexcavadoras, camiones de acarreo y equipo de compactación). Una vez concluida la excavación, se efectuará la limpieza y preparación de las zanjas, retirando materiales sueltos. Posteriormente, se realizará la colocación del sistema de cableado, seguida del relleno y compactación del material de excavación o de materiales de préstamo que resulten necesarios.

II.4.3.10. Construcción de la Subestación Elevadora

Comprende las actividades de preparación del sitio, cimentaciones, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de equipos de potencia, sistemas de protección, control, medición y demás infraestructura necesaria para la operación de la Subestación Elevadora del **Proyecto**.

II.4.3.11. Excavación de cimentaciones de subestación.

Las excavaciones se realizarán con procedimientos mecánicos o manuales y tendrán que ajustarse a las dimensiones indicadas en los planos generados en la ingeniería de detalle de la Subestación. El material de escarpe será retirado y dispuesto en lugares de acopio autorizados, que se definirán durante la ejecución de las actividades de construcción, considerando la cercanía con el área de trabajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.4.3.13. Instalación de la Torre de la Línea de Interconexión

Se realizará el suministro, montaje e instalación de la torre que conformará la línea de transmisión del **Proyecto**, incluyendo las actividades de replanteo, excavación, cimentación, izaje y fijación de las estructuras. La utilización del tipo de torre dependerá de las condiciones particulares del trazado, las características topográficas del terreno, los claros entre estructuras, las restricciones físicas existentes y los requerimientos de diseño eléctrico y mecánico de la línea.

Figura II.41. Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión



II.4.3.14. Tendido del cable de la Línea de Interconexión

Comprende el suministro, tendido, tensado y fijación de los conductores, cable de guarda (**OPGW**) y accesorios asociados de la línea de transmisión aérea de 230 kV, desde la subestación elevadora del **Proyecto** hasta el Punto de Interconexión. Estas actividades se realizarán una vez concluidos el montaje de la torre y la instalación de los herrajes, conforme a las especificaciones establecidas en la ingeniería de detalle y la normatividad aplicable.

II.4.3.15. Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio

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 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 **SAEE**, la subestación elevadora y la línea de interconexión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.4.4. Operación y Mantenimiento

La etapa de Operación tiene una duración prevista de 40 años y consiste en el almacenamiento de energía eléctrica. El **SAEE** permitirá tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al **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.

Durante la fase de operación, el almacenamiento de energía se realizará en el sistema de baterías instalado, 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.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del **SAEE**, el uso de agua será mínimo, limitado a actividades puntuales de limpieza, control de polvo en áreas de tránsito y, en su caso, atención de contingencias o requerimientos de seguridad. En condiciones normales de operación no se prevé un consumo continuo de agua asociado al funcionamiento del sistema, salvo que el fabricante establezca algún requerimiento específico para equipos auxiliares

Con el fin de garantizar la disponibilidad, confiabilidad y desempeño de las instalaciones, se realizarán actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo sobre los principales componentes del **SAEE**.

II.4.4.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo comprenderá inspecciones periódicas, limpieza de los equipos, control de vegetación mediante podas selectivas, conservación de caminos internos y áreas de maniobra, limpieza de obras de drenaje, así como la revisión y mantenimiento de centros de transformación, sistema colector de media tensión, subestación elevadora, y demás equipos auxiliares.

II.4.4.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realizará cuando se presenten fallas o condiciones que afecten el funcionamiento normal de las instalaciones, incluyendo la reparación o sustitución de equipos, componentes eléctricos, sistemas de control o elementos de infraestructura que presenten daños o deterioro.

II.4.4.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consistirá en la ejecución de inspecciones, mediciones, pruebas de diagnóstico y monitoreo continuo de parámetros operativos, con la finalidad de identificar oportunamente condiciones anómalas y programar intervenciones antes de que ocurran fallas que afecten la disponibilidad del **Proyecto**. Se realizarán:

- Inspecciones mayores con una frecuencia mínima anual, consistentes en revisiones detalladas de los principales componentes, sistemas eléctricos, estructuras y equipos auxiliares.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Inspecciones menores con una periodicidad semestral, consistentes principalmente en revisiones visuales y verificaciones generales orientadas a detectar oportunamente anomalías, desgaste, deterioro o condiciones que requieran acciones de mantenimiento.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, toda la maquinaria, vehículos y equipos utilizados en el **Proyecto** estarán sujetos a programas de mantenimiento preventivo, así como a verificaciones periódicas de emisiones y condiciones operativas.

II.4.5. Desmantelamiento

Al término de la vida útil del **Proyecto** se llevará a cabo un proceso ordenado de Desmantelamiento, con duración estimada de 1 año, el cual contempla el retiro del **SAEE**, estructuras de soporte, centros de transformación, subestación elevadora, línea de interconexión, cableado, equipos electromecánicos y demás infraestructura asociada.

Posteriormente, se realizarán actividades de limpieza del sitio, retiro de residuos y materiales remanentes, así como la ejecución de las medidas de restauración ambiental que resulten aplicables. Estas actividades incluirán la rehabilitación del terreno, la revegetación con especies adecuadas y, en su caso, la reforestación de las áreas intervenidas, con el propósito de favorecer la recuperación gradual de las condiciones del sitio.

La etapa de abandono se desarrollará conforme al Plan de Cierre del **Proyecto**, el cual establecerá las acciones técnicas, ambientales y de seguridad necesarias para el retiro de la infraestructura y la restauración de las áreas ocupadas, procurando la integración del sitio a las condiciones predominantes del entorno. Para esta etapa se toman las siguientes consideraciones:

- Durante la etapa de cierre se empleará maquinaria, equipo y vehículos similares a los utilizados durante la fase de construcción.
- Se requerirá agua para el control de polvo en caminos y áreas de trabajo, así como para el establecimiento y mantenimiento de las acciones de revegetación y restauración ambiental.
- Se contará con agua potable para consumo humano y servicios sanitarios temporales mediante sanitarios portátiles administrados por empresas autorizadas.
- Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente al uso de sanitarios portátiles por parte del personal que participe en las actividades de cierre, siendo manejadas y dispuestas conforme a la normatividad aplicable por prestadores de servicio autorizados.
- Se realizará el retiro de estructuras de soporte, cableado, equipos electromecánicos, sistema de almacenamiento de energía, subestación elevadora, línea de interconexión y demás infraestructura asociada al **Proyecto**.
- Se ejecutarán actividades de limpieza, rehabilitación y revegetación de las áreas intervenidas, con el propósito de favorecer la recuperación gradual del sitio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.5. Requerimientos de Recursos

A continuación, se describen los requerimientos de personal, agua, energía, combustibles, maquinaria y equipo, materiales de construcción y la gestión de residuos y aguas residuales asociados a las distintas etapas del **Proyecto**.

II.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 18:00 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; sin embargo, para actividades especializadas podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados.

Tabla II.17. Requerimiento de personal por etapa del **Proyecto**.

Etapa	Personal estimado
Preparación del sitio y Construcción	Actividades previas: Personal técnico, administrativo y de gestión (asignación en oficinas centrales y consultorías externas).
	Preparación del sitio y construcción: ≈ 280 personas (obreros, técnicos, operativos y especializados).
Operación y Mantenimiento	≈ 8 empleos permanentes (técnicos, administrativos y vigilancia)
Desmantelamiento	Demanda máxima estimada de aproximadamente 80 trabajadores (técnicos, operativos y especializados).

II.5.2. Agua

Para cubrir los requerimientos de agua del **Proyecto**, se contratará servicios de suministro mediante pipas autorizadas, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Este recurso será destinado al control de polvo en caminos, áreas de trabajo y demás actividades constructivas, así como para cubrir las necesidades básicas del personal que participe en las obras.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el uso de agua será mínimo, limitado a actividades puntuales de limpieza, control de polvo en áreas de tránsito y, en su caso, atención de contingencias o requerimientos de seguridad. En condiciones normales de operación no se prevé un consumo continuo de agua asociado al funcionamiento del sistema, salvo que el fabricante establezca algún requerimiento específico para equipos auxiliares.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el consumo de agua se considera nulo o no significativo, toda vez que el funcionamiento del sistema no requiere agua de manera continua. En su caso, el uso de agua se limitará a actividades

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

puntuales de limpieza, control de polvo o atención de contingencias, por lo que no se prevé un requerimiento ordinario de agua para la operación del **Proyecto**.

Adicionalmente, se requerirán volúmenes menores de agua para servicios sanitarios, limpieza de instalaciones y actividades de mantenimiento. En caso de resultar técnica, ambiental y legalmente viable, el suministro de agua para la operación del **Proyecto** podrá provenir de fuentes autorizadas, conforme a la normatividad aplicable.

Para el consumo humano del personal se suministrará agua potable mediante botellones o garrafones proporcionados por proveedores autorizados. Se estima un consumo promedio de 3 litros/persona/día, el cual podrá variar en función del número de trabajadores y de las actividades desarrolladas en cada etapa del **Proyecto**.

Tabla II.18. Resumen del requerimiento de agua por etapa

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimado
Preparación del sitio	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día).
Construcción	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). Estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción: aprox. 8,000 m^3
Operación y Mantenimiento	Fuentes autorizadas conforme a normatividad aplicable.	Volúmenes menores sanitarios.
Desmantelamiento	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Control de polvo y revegetación + consumo humano. Estimado: aprox. 5,000 m^3

II.5.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica requerida durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento será suministrada mediante generadores eléctricos temporales alimentados con combustible diésel, los cuales se instalarán en las áreas de faena, 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.

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 se requerirá energía eléctrica para el funcionamiento de los sistemas de control, protección, monitoreo, comunicaciones, videovigilancia, equipos de cómputo, alumbrado interior y exterior, así como para los servicios auxiliares asociados al **SAEE** y la subestación elevadora. Con base

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

en la información sobre **Proyectos** similares, una referencia útil indica que la carga auxiliar de un **SAEE** normalmente está entre 0.5% y 5% de su capacidad/potencia nominal, dependiendo del diseño, clima y necesidades de enfriamiento. Una vez que la central entre en servicio, dichos requerimientos serán abastecidos desde la propia instalación.

II.5.4. Combustibles

El combustible (principalmente diésel y en menor medida gasolina) se destinará a la maquinaria y a los vehículos durante las etapas de construcción y desmantelamiento, y de forma mínima durante la operación.

El combustible se utilizará principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, montaje electromecánico, pruebas, puesta en servicio y desmantelamiento. Su consumo estará asociado a la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte interno, grúas, equipos auxiliares, plantas de emergencia y vehículos de supervisión.

Como referencia preliminar para un **SAEE** de gran escala, incluyendo subestación elevadora y línea particular de interconexión, se estima un consumo total durante la construcción de aproximadamente **133.4 m³ de diésel y de 3.5 m³ de gasolina**.

La estimación preliminar de consumo por actividad se presenta a continuación:

Tabla II.19. Estimación preliminar de consumo de combustibles

Etapa o frente de trabajo	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado	Gasolina estimada
Preparación del sitio, caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	Aprox. 46 m³	Aprox. 1.15 m³
Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	Aprox. 50 m³	Aprox. 1.15 m³
Montaje **SAEE**, subestación, red de media tención y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	Aprox. 32.5 m³	Aprox. 0.75 m³
Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	Aprox. 3.4 m³	Aprox. 0.3 m³
Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	Aprox. 1.5 m³	Aprox. 0.15 m³
	Total estimado de construcción	**Aprox. 133.4 m³**	**Aprox. 3.5 m³**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante la operación y mantenimiento, el consumo de combustible será reducido, debido a que los servicios auxiliares del **Proyecto** se alimentarán desde la propia instalación. Se prevé un consumo anual de aproximadamente **1.5 m³ de diésel** para pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan, y **1.2 m³ de gasolina** para vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.

Durante el desmantelamiento y abandono se estima un consumo adicional de aproximadamente **25 m³ de diésel y 1.0 m³ de gasolina**, asociado al retiro de contenedores **SAEE**, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos.

El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente mediante proveedores autorizados y suministro directo a la maquinaria o mediante unidades móviles de abastecimiento. No se contempla la instalación de una estación de servicio o de almacenamiento permanente de combustibles dentro del predio.

El consumo real se controlará mediante bitácoras de abastecimiento, horas de operación de maquinaria, recorridos de vehículos y comprobantes de suministro. Se procurará reducir emisiones y consumo mediante mantenimiento preventivo, prohibición de periodos de espera con motores encendidos innecesarios, programación de rutas internas y uso de maquinaria en condiciones adecuadas de operación.

II.5.5. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo que se utilizaría en las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento se presenta en las tablas siguientes. Los consumos indicados corresponden a valores estimados de referencia y podrán variar en función del modelo de equipo, condiciones de operación, carga de trabajo, rendimiento del motor y tiempo efectivo de utilización durante la construcción del **Proyecto**.

Tabla II.20. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
Motoconformadora	Diésel	15 – 30 L/h
Tractor de orugas	Diésel	15–35 L/h
Cargador frontal (cargadores)	Diésel	10–28 L/h
Camiones revolvedores	Diésel	8–15 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Bomba de concreto	Diésel	6–15 L/h
Compactador ligero (placa vibratoria, bailarina)	Gasolina o diésel	1–4 L/h
Compactador / rodillo vibratorio	Diésel	8–14 L/h
Grúas de capacidad media	Diésel	15 – 30 L/h
Grúas de 100 a 300 t	Diésel	30–70 L/h
Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h
Montacargas eléctrico	Electricidad	8–12 kWh/h
Plataforma elevadora de trabajo	Diésel	3–6 L/h
Camión de carga	Diésel	15–25 L/h
Equipos de tendido	Diésel	15–30 L/h
Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
Vehículos ligeros	Gasolina	6 – 10 L/h
Malacates	Diésel	3–8 L/h
Perforadoras o equipos de cimentación	Diésel	15–35 L/h
Planta eléctrica portátil	Diésel	8 – 15 L/h
Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador	Diésel	2–8 L/h

Tabla II.21. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Camioneta pickup	Diésel	8 – 12 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Camioneta 3½ t	Diésel	8 – 15 L/h
Montacargas eléctrico	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
Plataforma de elevación eléctrica	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
Herramienta menor de mantenimiento	Eléctrico	Consumo integrado

Tabla II.22. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
Motoconformadora	Diésel	15 – 30 L/h
Tractor de orugas	Diésel	15–35 L/h
Cargador frontal (cargadores)	Diésel	10–28 L/h
Camiones revolvedores	Diésel	8–15 L/h
Bomba de concreto	Diésel	6–15 L/h
Compactador ligero (placa vibratoria, bailarina)	Gasolina o diésel	1–4 L/h
Compactador / rodillo vibratorio	Diésel	8–14 L/h
Grúas de capacidad media	Diésel	15 – 30 L/h
Grúas de 100 a 300 t	Diésel	30–70 L/h
Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h
Montacargas eléctrico	Electricidad	8–12 kWh/h
Plataforma elevadora de trabajo	Diésel	3–6 L/h
Camión de carga	Diésel	15–25 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Equipos de tendido	Diésel	15–30 L/h
Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
Vehículos ligeros	Gasolina	6 – 10 L/h
Malacates	Diésel	3–8 L/h
Perforadoras o equipos de cimentación	Diésel	15–35 L/h
Planta eléctrica portátil	Diésel	8 – 15 L/h
Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador	Diésel	2–8 L/h

La maquinaria y equipo requerida por etapa corresponde a una estimación preliminar congruente con la escala del **SAEE**, su infraestructura asociada de subestación, línea de interconexión y obras auxiliares. Las cantidades indicadas representan la dotación máxima referencial susceptible de participar de forma simultánea en distintos frentes de obra, por lo que podrán ajustarse durante la ingeniería de detalle y la programación definitiva de actividades, sin rebasar las características, superficies e impactos considerados en la presente evaluación.

Toda la maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán sujetos a programas de mantenimiento preventivo y correctivo, conforme a las recomendaciones de los fabricantes y a la normatividad aplicable. Estas actividades tendrán como finalidad garantizar condiciones seguras y eficientes de operación, optimizar el consumo de combustible, reducir la generación de emisiones atmosféricas y ruido, así como prevenir fugas de combustibles, aceites, grasas y otras sustancias potencialmente contaminantes.

II.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales)

Los materiales pétreos requeridos para la construcción de caminos, plataformas, subestación elevadora y demás obras civiles asociadas al **Proyecto** serán obtenidos de bancos de materiales autorizados ubicados dentro de su área de influencia. La selección de dichos bancos se realizará durante la etapa constructiva, considerando criterios de disponibilidad, calidad de los materiales, viabilidad técnica, distancia de transporte y cumplimiento de la normatividad aplicable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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, los cuales deberán contar con los permisos y autorizaciones vigentes para su operación.

II.5.7. Residuos y aguas residuales

II.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. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas de faena, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. 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 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.
- **Desmantelamiento y abandono**. 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.

II.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.23. Clasificación de residuos a generar por etapa

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Volumen estimado
Preparación del sitio y Construcción	Residuos de oficina (papel, cartón, plástico)	RSU	≤ 0.05 t/mes
	Vegetación producto del desmonte y despalme	RME	Según superficie intervenida
	Material excedente de excavaciones y nivelaciones	RME	Según balance de tierras
	Empaques de cartón, plástico, madera y tarimas	RSU / RME	8 a 15 t
	Chatarra metálica (acero, aluminio, conductores)	RME	3 a 7 t
	Restos de concreto y materiales de construcción	RME	5 a 12 t
	Aceites usados, grasas, filtros y absorbentes contaminados	RP	0.5 a 1.5 t
	Envases contaminados con hidrocarburos o pinturas	RP	0.2 a 0.6 t
	Residuos sanitarios de sanitarios portátiles	RSU	0.3 a 0.8 kg/trabajador/día
Operación y mantenimiento	Residuos domésticos del personal	RSU	0.5 a 1 t/año
	Equipos eléctricos menores y refacciones sustituidas	RME	< 2 t/año
	Aceites, lubricantes, filtros y absorbentes contaminados	RP	< 1 t/año
	Baterías, componentes electrónicos o eléctricos fuera de servicio	RP	Eventual
Desmantelamiento	Estructuras metálicas y conductores	RME (reciclaje y valorización)	Según inventario final
	Equipos eléctricos y electromecánicos	RME / RP según componente	Según inventario final
	Baterías y módulos de almacenamiento fuera de servicio	RME / RP según componentes	Según inventario final
	Residuos de demolición y retiro de infraestructura	RME	Según volumen desmontado
	Aceites, lubricantes, refrigerantes, filtros y absorbentes contaminados	RP	≤ 2 ton
	Residuos domésticos del personal de desmantelamiento	RSU	0.3 a 0.8 kg/trabajador/día

Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista EPC durante la etapa constructiva. 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,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

áreas de faena 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, el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) y las disposiciones municipales aplicables.

Asimismo, el **Proyecto** implementará medidas de manejo integral de residuos orientadas a la minimización, separación, reutilización, reciclaje, valorización y disposición adecuada de los residuos generados, procurando reducir los impactos ambientales asociados a su manejo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento.

Los residuos de construcción generados durante las obras civiles, incluyendo excedentes de concreto, cemento y materiales de construcción, serán manejados por los contratistas responsables de cada actividad, evitando su disposición en áreas con vegetación, cuerpos de agua, cauces o zonas no autorizadas. Cuando resulte técnica y ambientalmente viable, estos materiales podrán ser reutilizados, reciclados o enviados a disposición final mediante empresas autorizadas.

Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán manejados conforme a la legislación aplicable. Estos residuos serán almacenados temporalmente en un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro del Proyecto, el cual cumplirá con las disposiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**LGPGIR**) y su Reglamento. El periodo de almacenamiento temporal no excederá los plazos establecidos en la normatividad vigente. Asimismo, 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.

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.

II.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido

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 gasolina o diésel, así como a la generación de partículas suspendidas por las actividades de movimiento de tierras, excavaciones, tránsito vehicular y manejo de materiales. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (**CO**), hidrocarburos (**HC**), óxidos de nitrógeno (**NOx**), dióxido de azufre (**SO_2**) y material particulado. Estas emisiones tendrán carácter temporal y localizado, y serán mitigadas mediante el riego de caminos y áreas de trabajo, así como mediante programas de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. 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). De manera temporal y en áreas cercanas a maquinaria pesada, podrán registrarse niveles de ruido de hasta 95 dB(A) a una distancia aproximada de 5 m de la fuente. El personal expuesto utilizará equipo de protección auditiva conforme a los procedimientos de seguridad aplicables.

Durante la etapa de operación, al almacenamiento de energía eléctrica no implica procesos de combustión, por lo que, no se prevén emisiones atmosféricas directas asociadas a la producción de energía. Las emisiones se limitarán al tránsito ocasional de vehículos destinados a labores de inspección, operación y mantenimiento

II.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero

II.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 (gasolina y diésel), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla II.24. 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, operación y mantenimiento, desmantelamiento	Maquinaria, vehículos y generadores	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Partículas suspendidas (**PST**, **PM10**, **PM2.5**)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Movimientos de tierras y circulación vehicular	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Ruido (emisión acústica)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Maquinaria pesada	Hasta 95 dB(A) a 5 m, controlado por EPP y **NOM**-081-**SEMARNAT**-1994

II.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa

Los consumos de combustible considerados para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI)** se derivan de los valores presentados en el apartado II.5.5 Maquinaria y equipo y los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

requerimientos descritos en el apartado II.5.4 Combustibles. La relación de maquinaria y equipo considerada se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla II.25. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de **GEI**

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado		Gasolina estimada	
			m3	litros	m3	litros
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	46.00	46,000	1.15	1,150
	Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	50.00	50,000	1.15	1,150
	Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	32.50	32,500	0.75	750
	Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	3.40	3,400	0.30	300
	Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	1.50	1,500	0.15	150
Total estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción			**133.40**	**133,400.00**	**3.50**	**3,500.00**
Operación y mantenimiento (40 años)	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) Mantenimiento preventivo y correctivo	Pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan	60.0	60,000	0	0
		Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.	0	0	48.0	48,000
Total estimado para la etapa de operación y mantenimiento			**60.00**	**60,000**	**48.0**	**48,000**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado		Gasolina estimada	
			m3	litros	m3	litros
Desmantelamiento y abandono (12 meses)	Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos	Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura	25	25,000	1	1,000
Total estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono			**25.00**	**25,000.00**	**1.00**	**1,000.00**

NOTA: La estimación se determina conforme a la maquinaria identificada en el aparado II.5.5 Maquinaria y equipo y al programa de trabajo del Proyecto (Apartado II.3), considerando las tres etapas establecidas: (1) Preparación del sitio y Construcción de 2 años (que absorbe las Actividades Previas), (2) Operación y Mantenimiento de 40 años, y (3) Desmantelamiento de 1 año. Las horas de operación se estiman por tipo de equipo según su función específica dentro de cada etapa, conforme a lo descrito en los apartados II.5.4 (Combustibles) y II.5.5 (Maquinaria y equipo).

II.6.3. Conceptos básicos sobre GEI

Los **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 23 y para el **N_2O** es 298. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de metano es equivalente a emitir 25 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 II.26. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001)

Gas	GWP (100 años)
Dióxido de Carbono (**CO_2**)	1
Metano (**CH_4**)	23
Óxido Nitroso (**N_2O**)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	22,200

II.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)

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 II.27. 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI

Considerando la duración de cada etapa del **Proyecto** (2 años de preparación del sitio y construcción, 40 años de operación y mantenimiento, y 1 año de desmantelamiento), un factor de utilización promedio y los consumos medios, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de **GEI** por etapa. Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista **EPC** durante la ejecución del **Proyecto**, conforme al uso real de maquinaria y equipo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.28. Estimación preliminar de generación de **GEI** por etapa del **Proyecto**

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Consumo (litros)	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	Total kg CO_2e
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	46,000	Diésel	115,946.68	11.96	1,702.00	117,660.64
			1,150	Gasolina	2,470.26	8.28	7.59	2,486.13
	Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	50,000	Diésel	126,029.00	13.00	1,850.00	127,892.00
			1,150	Gasolina	2,470.26	8.28	7.59	2,486.13
	Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	32,500	Diésel	81,918.85	8.45	1,202.50	83,129.80
			750	Gasolina	1,611.04	5.40	4.95	1,621.39
	Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	3,400	Diésel	8,569.97	0.88	125.80	8,696.66
			300	Gasolina	644.42	2.16	1.98	648.56
	Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	1,500	Diésel	3,780.87	0.39	55.50	3,836.76
			150	Gasolina	322.21	1.08	0.99	324.28

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Consumo (litros)	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	Total kg CO2e
Subtotal estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción			**136,900**	**Diésel y gasolina**	**343,763.55**	**59.88**	**4,958.90**	**348,782.33**
Operación y mantenimiento (40 años)	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) Mantenimiento preventivo y correctivo	Pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan	60,000	Diésel	151,234.80	15.60	2,220.00	153,470.40
		Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.	48,000	Gasolina	103,106.40	345.60	316.80	103,768.80
Subtotal estimado para la etapa de operación y mantenimiento			**108,000**	**Diésel y gasolina**	**254,341.20**	**361.20**	**2,536.80**	**257,239.20**
Desmantelamiento y abandono (12 meses)	Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos	Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura	25,000	Diésel	63,014.50	6.50	925.00	63,946.00
			1,000	Gasolina	2,148.05	7.20	6.60	2,161.85
Subtotal estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono			**26,000**	**Diésel y gasolina**	**65,163**	**14**	**932**	**66,108**
Total estimado para el desarrollo del Proyecto			**270,900**	**Diésel y gasolina**	**663,267**	**435**	**8,427**	**672,129.38**

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la **Tabla II.27** (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 **GEI** del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 672,129.38 kg de CO2e, es decir, 672.129 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 (2 años) concentra el 51.89% del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras, montaje de estructuras, transporte de materiales, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los Tractocamiones, los Camiones de volteo, las Motoconformadoras/Bulldozer y los Camiones tipo Titán constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel. la etapa de Operación y Mantenimiento (40 años) aporta EL 38.27% del total, correspondiente a vehículos de supervisión, vigilancia y mantenimiento. Finalmente, la etapa de Desmantelamiento (1 año) representa el 9.84% del total, asociado al retiro de la infraestructura y al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono (CO_2) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso (N_2O) (1.25%) y el metano (CH_4) (0.06%). 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 II.27**.

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** contribuirá al desplazamiento de las emisiones de **GEI** asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del **SEN**, por lo que, su contribución neta al inventario nacional de **GEI** será negativa a lo largo de los 40 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:
"SAEE BORDER"

PROGRAMA DE CIERRE DE OPERACIONES, DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN DEL SITIO

PROMOVENTE

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

ÍNDICE

I.1. Naturaleza y alcance del programa....3
I.2. Datos del Proyecto....3
I.3. Marco normativo aplicable....3
I.4. Objetivos del cierre y abandono....4
I.5. Descripción general de la etapa de cierre y abandono....4
I.6. Actividades generales del cierre....5
I.7. Cronograma estimado....6
I.8. Manejo general de residuos....6
I.9. Medidas ambientales durante el cierre....7
I.9.1. Control de emisiones a la atmósfera y ruido....7
I.9.2. Protección del suelo y del agua....7
I.9.3. Seguridad ocupacional....8
I.10. Restauración del sitio....8
I.11. Articulación con los programas ambientales del Proyecto....8
I.12. Informe final de cierre....9
I.13. Actualización del programa....9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Datos generales del Proyecto....3
Tabla I.2. Actividades al cierre....5
Tabla I.3. Periodos estimados....6
Tabla I.4. Esquema general del manejo de residuos....6
Tabla I.5. Esquema general del manejo de baterías usadas dañas o retiradas....7
Tabla I.6. Programas ambientales....9

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 “**SAEE Border”** (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.12 del presente documento.

I.2. Datos del Proyecto

Para efectos de referencia, los datos identitarios del **Proyecto** al momento de elaboración son:

Tabla I.1. Datos generales del **Proyecto**

Concepto	Descripción
Nombre del **Proyecto**	SAEE Border
Promovente	ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.
Ubicación	Municipio de Juárez, Chihuahua; localidad Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado), C.P. 32674. Acceso por la Carretera Estatal Chihuahua-Miguel- Ahumada.
Superficie del predio	11.099 ha — superficie total del polígono del **Proyecto**, incluyendo área del **SAEE**, infraestructura asociada y derecho de vía de la línea de interconexión.
Componentes principales	Contenedores de baterías, Sistema de conversión de potencia, Sistema de gestión de baterías, estaciones de transformación de media tensión, red eléctrica de media tensión, línea de interconexión 230 kV con conexión a la Subestación SE Border Solar de la **CFE** (Punto de interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional), Subestación Elevadora 230/34.5 kV, vialidades internas, cableado eléctrico subterráneo y aéreo, cerco perimetral y obras complementarias de drenaje pluvial.
Vida útil estimada de operación	40 años (con posibilidad de ampliación mediante sustitución tecnológica de equipos)
Duración estimada de la etapa de cierre	1 año (12 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 del Sector Eléctrico y sus disposiciones reglamentarias, así como la normatividad técnica aplicable al desmantelamiento de instalaciones eléctricas.
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Juárez, Chihuahua, así como los instrumentos de planeación urbana y de ordenamiento ecológico territorial vigentes en el estado de Chihuahua.
- 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 12 meses (1 año) a partir de la suspensión formal de las actividades de almacenamiento 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 I.2. Actividades al cierre

Fase	Actividades generales
1. Cierre administrativo	Suspensión formal de las actividades de almacenamiento 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.
2. Desconexión de servicios	Desconexión y aislamiento de los equipos de almacenamiento respecto del Sistema Eléctrico Nacional, mediante coordinación con **CFE** y **CENACE**. Desenergización de la subestación elevadora 230/34.5 kV y de la línea de transmisión asociada. Retiro de medidores y elementos asociados al suministro de servicios auxiliares (energía eléctrica para servicios propios y telecomunicaciones del centro de control).
3. Desmantelamiento de instalaciones	Desmantelamiento del cableado eléctrico de media tensión, tanto en canalizaciones subterráneas como en líneas aéreas, comprobando previamente la ausencia de tensión. Retiro de tuberías de canalización, charolas y registros eléctricos. Desmantelamiento de las estructuras metálicas de la torre de la línea de interconexión 230 kV y de los componentes desmontables de la subestación elevadora 230/34.5 kV (barras, aisladores, transformadores de potencia y de instrumento, interruptores, seccionadores). Retiro del cerco perimetral, 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.
4. Demolición de obra civil	Demolición controlada de las obras civiles asociadas a la subestación elevadora 230/34.5 kV (edificios de control, cuartos eléctricos, cimentaciones de transformadores y de equipos de patio), a los centros de transformación, a las cimentaciones del **SAEE,** a las cimentaciones de la torre de la línea de interconexión y a las obras complementarias, 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).
5. 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

Fase	Actividades generales
	la disposición final, y entregando los residuos a prestadores autorizados al momento del cierre.
6. 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 de la región atendiendo de manera prioritaria a las superficies que hubieren sido sujetas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**).
7. 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 I.3. Periodos estimados

Fase	Periodo estimado
1. Cierre administrativo y desconexión de servicios	Primeros meses de la etapa de cierre
2. Desmantelamiento de instalaciones y demolición controlada	Fase principal de la etapa de cierre
3. Gestión y disposición final de residuos	De manera paralela al desmantelamiento y demolición
4. Restauración del sitio (nivelación, estabilización, revegetación)	Fase final, una vez retirados los residuos
5. 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 12 meses, sujeta a ajuste según condiciones al momento del cierre.

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 I.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, residuos de construcción y demolición (concreto, acero estructural y de refuerzo, mampostería, acabados, vidrio), residuos

Categoría de residuos	Esquema general de manejo
	metálicos (acero, aluminio, cobre, principalmente del cableado, estructuras y conductores de la línea de interconexión), plásticos, cableado eléctrico, lámparas, equipos electrónicos y similares. Se privilegiará la separación en sitio, la valorización (reúso y reciclaje de vidrio, aluminio, cobre) y la entrega a gestores y sitios de disposición autorizados por la autoridad competente.
Residuos peligrosos (RP)	Comprenden, entre otros, aceite dieléctrico del transformador de potencia de la subestación elevadora y de los centros de transformación, aceites y lubricantes remanentes de maquinaria, sólidos impregnados con hidrocarburos, envases contaminados, pinturas y solventes sobrantes, tierra contaminada por derrames y baterías (incluidas las de los sistemas de respaldo de control y comunicaciones). 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.

Con relación a las baterías usadas, dañadas o retiradas se considerará la siguiente clasificación:

Tabla I.5. Esquema general del manejo de baterías usadas dañas o retiradas

Condición de las baterías	Clasificación
Módulos íntegros, sin fugas, incendio, daño o evidencia de peligrosidad	Residuo de manejo especial
Módulos con fuga de electrolito, incendio/fuga térmica, daño físico, hinchamiento, corrosión, contaminación con absorbentes o que resulten peligrosos bajo NOM-052-SEMARNAT-2005	Residuo peligroso
Componentes asociados: electrolito, absorbentes, EPP, filtros, suelo o agua contaminados	Residuo peligroso

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 eléctrica específicos para la instalación. Las maniobras de desenergización, bloqueo, etiquetado, verificación de ausencia de tensión y puesta a tierra de las instalaciones 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 de la región. 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 la región, 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, como son:

Tabla I.6. Programas ambientales

Programa ambiental del Proyecto	Aplicación durante el cierre
Programa de Manejo Integral de Residuos	Establece los lineamientos de separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante el cierre.
Programa de Conservación de Suelos	Establece las medidas para prevenir la erosión y la degradación del suelo durante las actividades de demolición, retiro de cubiertas y restauración del sitio.
Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	Establece las disposiciones para mantener la maquinaria y equipo utilizado durante el cierre en condiciones adecuadas, asegurando el cumplimiento de los límites de emisión y previniendo derrames.
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 cuarenta 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.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

" SAEE BORDER"

BASE DE DATOS

PROMOVENTE

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE

I. Requerimientos de Recursos....3
I.1. Personal. 3
I.2. Agua. 3
I.3. Energía eléctrica. 4
I.4. Combustibles. 5
I.5. Maquinaria y equipo. 5
I.6. Materiales de construcción (bancos de materiales). 9
I.7. Residuos y aguas residuales. 9
I.7.1. Manejo de aguas residuales. 10
I.7.2. Manejo de residuos. 10
I.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido. 12
II. Generación de Gases de Efecto Invernadero. 12
II.1. Emisiones a la atmósfera. 13
II.2. Fuentes de generación de GEI por etapa. 13
II.3. Conceptos básicos sobre GEI. 15
II.4. Cálculo de CO_2 equivalente. 16
II.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI. 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto. 3
Tabla 2. Resumen del requerimiento de agua por etapa. 4
Tabla 3. Estimación preliminar de consumo de combustibles. 5
Tabla 4. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción 6
Tabla 5. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento 7
Tabla 6. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento 8
Tabla 7. Clasificación de residuos a generar por etapa. 10
Tabla 8. Emisiones atmosféricas principales por etapa 13
Tabla 9. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI. 14
Tabla 10. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001). 16
Tabla 11. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022) 16
Tabla 12. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto 18

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

BASE DE DATOS: REQUERIMIENTO DE RECURSOS Y GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

I.1. Requerimientos de Recursos

A continuación, se describen los requerimientos de personal, agua, energía, combustibles, maquinaria y equipo, materiales de construcción y la gestión de residuos y aguas residuales asociados a las distintas etapas del **Proyecto**.

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 18:00 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; sin embargo, para actividades especializadas podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados.

Tabla I.1. Requerimiento de personal por etapa del **Proyecto**

Etapa	Personal estimado
Preparación del sitio y Construcción	Actividades previas: Personal técnico, administrativo y de gestión (asignación en oficinas centrales y consultorías externas).
	Preparación del sitio y construcción: ≈ 280 personas (obreros, técnicos, operativos y especializados).
Operación y Mantenimiento	≈ 8 empleos permanentes (técnicos, administrativos y vigilancia)
Desmantelamiento	Demanda máxima estimada de aproximadamente 80 trabajadores (técnicos, operativos y especializados).

I.1.2. Agua

Para cubrir los requerimientos de agua del **Proyecto**, se contratará servicios de suministro mediante pipas autorizadas, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Este recurso será destinado al control de polvo en caminos, áreas de trabajo y demás actividades constructivas, así como para cubrir las necesidades básicas del personal que participe en las obras.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el uso de agua será mínimo, limitado a actividades puntuales de limpieza, control de polvo en áreas de tránsito y, en su caso, atención de contingencias o requerimientos de seguridad. En condiciones normales de operación no se prevé un consumo continuo de agua asociado al funcionamiento del sistema, salvo que el fabricante establezca algún requerimiento específico para equipos auxiliares.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el consumo de agua se considera nulo o no significativo, toda vez que el funcionamiento del sistema no requiere agua de manera continua. En su caso, el uso de agua se limitará a actividades

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

puntuales de limpieza, control de polvo o atención de contingencias, por lo que no se prevé un requerimiento ordinario de agua para la operación del **Proyecto**.

Adicionalmente, se requerirán volúmenes menores de agua para servicios sanitarios, limpieza de instalaciones y actividades de mantenimiento. En caso de resultar técnica, ambiental y legalmente viable, el suministro de agua para la operación del **Proyecto** podrá provenir de fuentes autorizadas, conforme a la normatividad aplicable.

Para el consumo humano del personal se suministrará agua potable mediante botellones o garrafones proporcionados por proveedores autorizados. Se estima un consumo promedio de 3 litros/persona/día, el cual podrá variar en función del número de trabajadores y de las actividades desarrolladas en cada etapa del **Proyecto**.

Tabla I.2. Resumen del requerimiento de agua por etapa

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimado
Preparación del sitio	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día).
Construcción	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). Estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción: aprox. 8,000 m^3
Operación y Mantenimiento	Fuentes autorizadas conforme a normatividad aplicable.	Volúmenes menores sanitarios.
Desmantelamiento	Pipas autorizadas (proveedor externo).	Control de polvo y revegetación + consumo humano. Estimado: aprox. 5,000 m^3

I.1.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica requerida durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento será suministrada mediante generadores eléctricos temporales alimentados con combustible diésel, los cuales se instalarán en las áreas de faena, 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.

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 se requerirá energía eléctrica para el funcionamiento de los sistemas de control, protección, monitoreo, comunicaciones, videovigilancia, equipos de cómputo, alumbrado interior y exterior, así como para los servicios auxiliares asociados al **SAEE** y la subestación elevadora. Con base

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

en la información sobre **Proyectos** similares, una referencia útil indica que la carga auxiliar de un **SAEE** normalmente está entre 0.5% y 5% de su capacidad/potencia nominal, dependiendo del diseño, clima y necesidades de enfriamiento. Una vez que la central entre en servicio, dichos requerimientos serán abastecidos desde la propia instalación.

I.1.4. Combustibles

El combustible (principalmente diésel y en menor medida gasolina) se destinará a la maquinaria y a los vehículos durante las etapas de construcción y desmantelamiento, y de forma mínima durante la operación.

El combustible se utilizará principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, montaje electromecánico, pruebas, puesta en servicio y desmantelamiento. Su consumo estará asociado a la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte interno, grúas, equipos auxiliares, plantas de emergencia y vehículos de supervisión.

Como referencia preliminar para un **SAEE** de gran escala, incluyendo subestación elevadora y línea particular de interconexión, se estima un consumo total durante la construcción de aproximadamente **133.4 m³ de diésel y de 3.5 m³ de gasolina**.

La estimación preliminar de consumo por actividad se presenta a continuación:

Tabla I.3. Estimación preliminar de consumo de combustibles

Etapa o frente de trabajo	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado	Gasolina estimada
Preparación del sitio, caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	Aprox. 46 m³	Aprox. 1.15 m³
Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	Aprox. 50 m³	Aprox. 1.15 m³
Montaje **SAEE**, subestación, red de media tención y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	Aprox. 32.5 m³	Aprox. 0.75 m³
Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	Aprox. 3.4 m³	Aprox. 0.3 m³
Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	Aprox. 1.5 m³	Aprox. 0.15 m³
	Total estimado de construcción	**Aprox. 133.4 m³**	**Aprox. 3.5 m³**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante la operación y mantenimiento, el consumo de combustible será reducido, debido a que los servicios auxiliares del **Proyecto** se alimentarán desde la propia instalación. Se prevé un consumo anual de aproximadamente **1.5 m³ de diésel** para pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan, y **1.2 m³ de gasolina** para vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.

Durante el desmantelamiento y abandono se estima un consumo adicional de aproximadamente **25 m³ de diésel y 1.0 m³ de gasolina**, asociado al retiro de contenedores **SAEE**, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos.

El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente mediante proveedores autorizados y suministro directo a la maquinaria o mediante unidades móviles de abastecimiento. No se contempla la instalación de una estación de servicio o de almacenamiento permanente de combustibles dentro del predio.

El consumo real se controlará mediante bitácoras de abastecimiento, horas de operación de maquinaria, recorridos de vehículos y comprobantes de suministro. Se procurará reducir emisiones y consumo mediante mantenimiento preventivo, prohibición de periodos de espera con motores encendidos innecesarios, programación de rutas internas y uso de maquinaria en condiciones adecuadas de operación.

I.1.5. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo que se utilizaría en las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento se presenta en las tablas siguientes. Los consumos indicados corresponden a valores estimados de referencia y podrán variar en función del modelo de equipo, condiciones de operación, carga de trabajo, rendimiento del motor y tiempo efectivo de utilización durante la construcción del **Proyecto**.

Tabla I.4. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
Motoconformadora	Diésel	15 – 30 L/h
Tractor de orugas	Diésel	15–35 L/h
Cargador frontal (cargadores)	Diésel	10–28 L/h
Camiones revolvedores	Diésel	8–15 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Bomba de concreto	Diésel	6–15 L/h
Compactador ligero (placa vibratoria, bailarina)	Gasolina o diésel	1–4 L/h
Compactador / rodillo vibratorio	Diésel	8–14 L/h
Grúas de capacidad media	Diésel	15 – 30 L/h
Grúas de 100 a 300 t	Diésel	30–70 L/h
Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h
Montacargas eléctrico	Electricidad	8–12 kWh/h
Plataforma elevadora de trabajo	Diésel	3–6 L/h
Camión de carga	Diésel	15–25 L/h
Equipos de tendido	Diésel	15–30 L/h
Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
Vehículos ligeros	Gasolina	6 – 10 L/h
Malacates	Diésel	3–8 L/h
Perforadoras o equipos de cimentación	Diésel	15–35 L/h
Planta eléctrica portátil	Diésel	8 – 15 L/h
Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador	Diésel	2–8 L/h

Tabla I.5. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Camioneta pickup	Diésel	8 – 12 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Camioneta 3½ t	Diésel	8 – 15 L/h
Montacargas eléctrico	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
Plataforma de elevación eléctrica	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
Herramienta menor de mantenimiento	Eléctrico	Consumo integrado

Tabla I.6. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
Motoconformadora	Diésel	15 – 30 L/h
Tractor de orugas	Diésel	15–35 L/h
Cargador frontal (cargadores)	Diésel	10–28 L/h
Camiones revolvedores	Diésel	8–15 L/h
Bomba de concreto	Diésel	6–15 L/h
Compactador ligero (placa vibratoria, bailarina)	Gasolina o diésel	1–4 L/h
Compactador / rodillo vibratorio	Diésel	8–14 L/h
Grúas de capacidad media	Diésel	15 – 30 L/h
Grúas de 100 a 300 t	Diésel	30–70 L/h
Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h
Montacargas eléctrico	Electricidad	8–12 kWh/h
Plataforma elevadora de trabajo	Diésel	3–6 L/h
Camión de carga	Diésel	15–25 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Equipo	Combustible	Consumo estimado
Equipos de tendido	Diésel	15–30 L/h
Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
Vehículos ligeros	Gasolina	6 – 10 L/h
Malacates	Diésel	3–8 L/h
Perforadoras o equipos de cimentación	Diésel	15–35 L/h
Planta eléctrica portátil	Diésel	8 – 15 L/h
Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador	Diésel	2–8 L/h

La maquinaria y equipo requerida por etapa corresponde a una estimación preliminar congruente con la escala del **SAEE**, su infraestructura asociada de subestación, línea de interconexión y obras auxiliares. Las cantidades indicadas representan la dotación máxima referencial susceptible de participar de forma simultánea en distintos frentes de obra, por lo que podrán ajustarse durante la ingeniería de detalle y la programación definitiva de actividades, sin rebasar las características, superficies e impactos considerados en la presente evaluación.

Toda la maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán sujetos a programas de mantenimiento preventivo y correctivo, conforme a las recomendaciones de los fabricantes y a la normatividad aplicable. Estas actividades tendrán como finalidad garantizar condiciones seguras y eficientes de operación, optimizar el consumo de combustible, reducir la generación de emisiones atmosféricas y ruido, así como prevenir fugas de combustibles, aceites, grasas y otras sustancias potencialmente contaminantes.

I.1.6. Materiales de construcción (bancos de materiales)

Los materiales pétreos requeridos para la construcción de caminos, plataformas, subestación elevadora y demás obras civiles asociadas al **Proyecto** serán obtenidos de bancos de materiales autorizados ubicados dentro de su área de influencia. La selección de dichos bancos se realizará durante la etapa constructiva, considerando criterios de disponibilidad, calidad de los materiales, viabilidad técnica, distancia de transporte y cumplimiento de la normatividad aplicable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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, los cuales deberán contar con los permisos y autorizaciones vigentes para su operación.

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. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas de faena, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. 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 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.
- **Desmantelamiento y abandono**. 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.7. Clasificación de residuos a generar por etapa

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Volumen estimado
Preparación del sitio y Construcción	Residuos de oficina (papel, cartón, plástico)	RSU	≤ 0.05 t/mes
	Vegetación producto del desmonte y despalme	RME	Según superficie intervenida
	Material excedente de excavaciones y nivelaciones	RME	Según balance de tierras
	Empaques de cartón, plástico, madera y tarimas	RSU / RME	8 a 15 t
	Chatarra metálica (acero, aluminio, conductores)	RME	3 a 7 t
	Restos de concreto y materiales de construcción	RME	5 a 12 t
	Aceites usados, grasas, filtros y absorbentes contaminados	RP	0.5 a 1.5 t
	Envases contaminados con hidrocarburos o pinturas	RP	0.2 a 0.6 t
	Residuos sanitarios de sanitarios portátiles	RSU	0.3 a 0.8 kg/trabajador/día
Operación y mantenimiento	Residuos domésticos del personal	RSU	0.5 a 1 t/año
	Equipos eléctricos menores y refacciones sustituidas	RME	< 2 t/año
	Aceites, lubricantes, filtros y absorbentes contaminados	RP	< 1 t/año
	Baterías, componentes electrónicos o eléctricos fuera de servicio	RP	Eventual
Desmantelamiento y abandono	Estructuras metálicas y conductores	RME (reciclaje y valorización)	Según inventario final
	Equipos eléctricos y electromecánicos	RME / RP según componente	Según inventario final
	Baterías y módulos de almacenamiento fuera de servicio	RME / RP según componentes	Según inventario final
	Residuos de demolición y retiro de infraestructura	RME	Según volumen desmontado
	Aceites, lubricantes, refrigerantes, filtros y absorbentes contaminados	RP	≤ 2 ton
	Residuos domésticos del personal de desmantelamiento	RSU	0.3 a 0.8 kg/trabajador/día

Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista EPC durante la etapa constructiva. 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 de faena y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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, el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) y las disposiciones municipales aplicables.

Asimismo, el **Proyecto** implementará medidas de manejo integral de residuos orientadas a la minimización, separación, reutilización, reciclaje, valorización y disposición adecuada de los residuos generados, procurando reducir los impactos ambientales asociados a su manejo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento.

Los residuos de construcción generados durante las obras civiles, incluyendo excedentes de concreto, cemento y materiales de construcción, serán manejados por los contratistas responsables de cada actividad, evitando su disposición en áreas con vegetación, cuerpos de agua, cauces o zonas no autorizadas. Cuando resulte técnica y ambientalmente viable, estos materiales podrán ser reutilizados, reciclados o enviados a disposición final mediante empresas autorizadas.

Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán manejados conforme a la legislación aplicable. Estos residuos serán almacenados temporalmente en un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro del Proyecto, el cual cumplirá con las disposiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**LGPGIR**) y su Reglamento. El periodo de almacenamiento temporal no excederá los plazos establecidos en la normatividad vigente. Asimismo, 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.

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

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 gasolina o diésel, así como a la generación de partículas suspendidas por las actividades de movimiento de tierras, excavaciones, tránsito vehicular y manejo de materiales. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (**CO**), hidrocarburos (**HC**), óxidos de nitrógeno (**NOx**), dióxido de azufre ($\mathbf{SO_2}$) y material particulado. Estas emisiones tendrán carácter temporal y localizado, y serán mitigadas mediante el riego de caminos y áreas de trabajo, así como mediante programas de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. En condiciones normales de operación se procurará

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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). De manera temporal y en áreas cercanas a maquinaria pesada, podrán registrarse niveles de ruido de hasta 95 dB(A) a una distancia aproximada de 5 m de la fuente. El personal expuesto utilizará equipo de protección auditiva conforme a los procedimientos de seguridad aplicables.

Durante la etapa de operación, al almacenamiento de energía eléctrica no implica procesos de combustión, por lo que, no se prevén emisiones atmosféricas directas asociadas a la producción de energía. Las emisiones se limitarán al tránsito ocasional de vehículos destinados a labores de inspección, operación y mantenimiento.

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 (gasolina y diésel), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla I.8. 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, operación y mantenimiento, desmantelamiento	Maquinaria, vehículos y generadores	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Partículas suspendidas (**PST**, **PM10**, **PM2.5**)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Movimientos de tierras y circulación vehicular	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Ruido (emisión acústica)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Maquinaria pesada	Hasta 95 dB(A) a 5 m, controlado por EPP y **NOM**-081-**SEMARNAT**-1994

I.2.2. Fuentes de generación de GEI por etapa

Los consumos de combustible considerados para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI)** se derivan de los valores presentados en el apartado I.1.5 Maquinaria y equipo y los requerimientos descritos en el apartado I.1.4 Combustibles. La relación de maquinaria y equipo considerada se sintetiza en la siguiente tabla:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I.9. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de **GEI**

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado		Gasolina estimada	
			m3	litros	m3	litros
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	46.00	46,000	1.15	1,150
	Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	50.00	50,000	1.15	1,150
	Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	32.50	32,500	0.75	750
	Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	3.40	3,400	0.30	300
	Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	1.50	1,500	0.15	150
Total estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción			**133.40**	**133,400.00**	**3.50**	**3,500.00**
Operación y mantenimiento (40 años)	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) Mantenimiento preventivo y correctivo	Pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan	60.0	60,000	0	0
		Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.	0	0	48.0	48,000
Total estimado para la etapa de operación y mantenimiento			**60.0**	**60,000**	**48.0**	**48,000**
Desmantelamiento y abandono (12 meses)	Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de	Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura	25	25,000	1	1,000

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado		Gasolina estimada	
			m3	litros	m3	litros
	obra civil y transporte interno de residuos					
Total estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono			**25.00**	**25,000.00**	**1.00**	**1,000.00**

NOTA: La estimación se determina conforme a la maquinaria identificada en el aparado I.1.5 Maquinaria y equipo y al programa de trabajo del Proyecto, considerando las tres etapas establecidas: (1) Preparación del sitio y Construcción de 2 años (que absorbe las Actividades Previas), (2) Operación y Mantenimiento de 40 años, y (3) Desmantelamiento de 1 año. Las horas de operación se estiman por tipo de equipo según su función específica dentro de cada etapa, conforme a lo descrito en los apartados I.1.4 (Combustibles) y I.1.5 (Maquinaria y equipo).

I.2.3. Conceptos básicos sobre GEI

Los **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 23 y para el **N_2O** es 298. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de metano es equivalente a emitir 25 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.10. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001)

Gas	GWP (100 años)
Dióxido de Carbono (**CO_2**)	1
Metano (**CH_4**)	23
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.

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.11. 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** (2 años de preparación del sitio y construcción, 40 años de operación y mantenimiento, y 1 año de desmantelamiento), un factor de utilización promedio y los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

consumos medios, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de **GEI** por etapa. Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista **EPC** durante la ejecución del **Proyecto**, conforme al uso real de maquinaria y equipo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Tabla I.12. Estimación preliminar de generación de **GEI** por etapa del **Proyecto**

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Consumo (litros)	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	Total kg CO2e
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros	46,000	Diésel	115,946.68	11.96	1,702.00	117,660.64
			1,150	Gasolina	2,470.26	8.28	7.59	2,486.13
	Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones	Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros	50,000	Diésel	126,029.00	13.00	1,850.00	127,892.00
			1,150	Gasolina	2,470.26	8.28	7.59	2,486.13
	Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión	Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros	32,500	Diésel	81,918.85	8.45	1,202.50	83,129.80
			750	Gasolina	1,611.04	5.40	4.95	1,621.39
	Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	3,400	Diésel	8,569.97	0.88	125.80	8,696.66
			300	Gasolina	644.42	2.16	1.98	648.56
	Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	1,500	Diésel	3,780.87	0.39	55.50	3,836.76
			150	Gasolina	322.21	1.08	0.99	324.28
Subtotal estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción			**136,900**	**Diésel y gasolina**	**343,763.55**	**59.88**	**4,958.90**	**348,782.33**

Etapa o frente de trabajo	Actividades	Maquinaria y equipo principal	Consumo (litros)	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	Total kg CO2e
Operación y mantenimiento (40 años)	Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) Mantenimiento preventivo y correctivo	Pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan	60,000	Diésel	151,234.80	15.60	2,220.00	153,470.40
		Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.	48,000	Gasolina	103,106.40	345.60	316.80	103,768.80
Subtotal estimado para la etapa de operación y mantenimiento			**108,000**	**Diésel y gasolina**	**254,341.20**	**361.20**	**2,536.80**	**257,239.20**
Desmantelamiento y abandono (12 meses)	Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos	Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura	25,000	Diésel	63,014.50	6.50	925.00	63,946.00
			1,000	Gasolina	2,148.05	7.20	6.60	2,161.85
Subtotal estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono			**26,000**	**Diésel y gasolina**	**65,163**	**14**	**932**	**66,108**
Total estimado para el desarrollo del Proyecto			**270,900**	**Diésel y gasolina**	**663,267**	**435**	**8,427**	**672,129.38**

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la **Tabla I.11** (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 **GEI** del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 672,129.38 kg de CO2e, es decir, 672.129 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 (2 años) concentra el 51.89% del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras, montaje de estructuras, transporte de materiales, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los Tractocamiones, los Camiones de volteo, las Motoconformadoras/Bulldozer y los Camiones tipo Titán constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel. la etapa de Operación y Mantenimiento (40 años) aporta EL 38.27% del total, correspondiente a vehículos de supervisión, vigilancia y mantenimiento. Finalmente, la etapa de Desmantelamiento (1 año) representa el 9.84% del total, asociado al retiro de la infraestructura y al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono (CO_2) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso (N_2O) (1.25%) y el metano (CH_4) (0.06%). 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.11**.

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** contribuirá al desplazamiento de las emisiones de **GEI** asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del **SEN**, por lo que, su contribución neta al inventario nacional de **GEI** será negativa a lo largo de los 40 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

“SAEE BORDER”

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 FIRME GAMMA S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

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 Fauana 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) 8
II.2.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 9
II.2.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 12
II.2.5. Ley General de Cambio Climático (LGCC) 13
II.2.7. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE) 14
II.2.7. Ley del Sector Eléctrico (LSE) 15
II.2.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAAH). 17
II.3. REGLAMENTOS FEDERALES 18
II.3.1. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS) 18
II.3.2. Reglamento de la LGVS (RLGVS) 20
II.4. LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES 21
II.4.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua (LEEPAECh). 21
II.4.2. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua (LDFSECh) 23
II.4.3. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Chihuahua (LVSCh) 25
II.4.4. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (LPGIRCh) 26
II.4.5. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua 30
II.4.6. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (RLPGIRCh) 31
II. 5. CONCLUSIONES 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación del Proyecto con la Convención CITES 5
Tabla II.2. Vinculación con la LGDFS 6
Tabla II.3. Vinculación con la LGVS 8
Tabla II.4. Vinculacón con la LGPGIR 10
Tabla II.5. Vinculacón con la LAN 12
Tabla II.6. Vinculacón con la LGCC 13
Tabla II.7. Vinculacón con la LPTE 15
Tabla II.8. Vinculacón con la LSE 16
Tabla II.9. Vinculacón con el RLGDFS 19
Tabla II.10. Vinculacón con eñ RLGVS 20
Tabla II.11. Vinculacón con el LEEPAECh 21
Tabla II.12. Vinculacón con el LDFSECh 24
Tabla II.13. Vinculacón con el LVSCh 25
Tabla II.14. Vinculacón con el LPCIRCh 27

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.15. Vinculacón con el RLEEPACh 30
Tabla II.16. Vinculacón con el RLPGIRCh 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto. 18

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 Chihuahua y el Municipio de Juárez, 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 el Presidente, 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 al Sistema de Almacenamiento de Baterías 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. 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,** 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.**
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: […].	

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. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé el cómo distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 Fracción XXIX inciso G de la **CPEUM**. Esto, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.2. Vinculación con la LGDFS

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** pretende la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a Base de Baterías (**SAEE**) para el almacenamiento y reinyección de energía eléctrica. 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.
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, el documento que se somete a evaluación, cuenta con la descripción de los impactos ambientales a generar con las actividades del Proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación a adoptar para su desarrollo y los posibles escenarios para reflejar el estado de los componentes ambientales con la implementación del mismo, velando siempre por su mantenimiento y cuidado dentro de la región y ecosistema en el que se encuentra inmerso.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; (…) III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies; (…) X.- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.	Es de señalar que el **Proyecto** no prevé el aprovechamiento de flora ni fauna silvestre, sin embargo, establece una serie de programas, de los cuales se destacan: • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora. • Programa de Reforestación. Así mismo, mediante el Programa de Capacitación y Educación Ambiental, la promovente se cerciorará y capacitará a los trabajadores, así como los contratistas que participen en el desarrollo del **Proyecto** con la finalidad de que cumplan con los criterios establecidos dentro del presente artículo.
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	Tal y como fue mencionado en el capítulo respectivo, el **Proyecto** requerirá del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en una superficie de 6.6465 ha de vegetación de desiertos arenosos** Asimismo, para poder llevar a cabo el **Proyecto**, se someterá a evaluación el correspondiente estudio técnico justificativo (ETJ) con el fin de obtener la autorización del **CUSTF** que se menciona. Además, 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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. ...	
Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.	En la presente **MIA-R** se propone un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se detallan las acciones a realizar para el manejo y almacenamiento temporal de los residuos generados por las actividades del **Proyecto**; dicho programa cumple con las Normas Oficiales Mexicanas en la materia. De tal forma, se debe de establecer que el manejo y disposición de los residuos se realizará mediante un tercero autorizado por la Autoridad Municipal.

II.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000 y su última reforme es el 16 de julio de 2025. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 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.

El **Proyecto**, se vincula con este ordenamiento, en cuanto que, por medio de la implementación de las acciones propuestas se reducirá el impacto de la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla:

Tabla II.3. Vinculación con la LGVS

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 18. 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 presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.	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 del **Proyecto**, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en la presente **MIA-R**. Aunado a ello, se destaca que la **Promovente** implementará un Programa de Ahuyentamiento,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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.	Rescate y Reubicación de Fauna con especial énfasis en aquellas listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para su relocalización en sitios que favorezcan su desarrollo en la región. En este sentido, se implementarán las siguientes medidas: • Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo. • Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada. • Mantener acompañamiento de la brigada de fauna durante desmonte, despalme y actividades de mayor riesgo.

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 General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforme 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.4. 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.	Los residuos que se lleguen a generar serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos que al efecto se autorice.
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 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 Chihuahua

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
	conforme a lo establecido en las 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 esa Secretaría 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. 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.	Se contratará los servicios de empresas especializados y se verificará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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 de Aguas Nacionales (LAN)

Publicada el 1° de diciembre de 1992 y su última reforme del 11 de diciembre de 2025, la **LAN** 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 para lograr su desarrollo integral sustentable. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación:

Tabla II.5. Vinculacón con la LAN

Artículos aplicables	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** o garrafones, 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** no se requiere de explotación, uso o cambio de los flujos hidrológicos en el área del **Proyecto**, aunado a que en el polígono del **Proyecto** no existe corrientes o cuerpos de agua superficial que cumplan con lo estipulado en el párrafo 5° del artículo 27 de la **CPEUM**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es acorde con lo dispuesto por esta ley.

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.6. 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; […] **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; […]	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 el almacenamiento y transmisión 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.
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: […]	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.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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; […]	

II.2.7. 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 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

[2] Artículo 1° de la LPTE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

cuestión. No obstante, a continuación se presenta una vinculación exhaustiva con los preceptos que demuestran un claro impulso al desarrollo del **Proyecto**.

Tabla II.7. Vinculacón con la LPTE

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 2. […] son objetivos de esta Ley: […] **II.** Impulsar el desarrollo sustentable y la seguridad energética […]; **III.** Impulsar proyectos de infraestructura estratégicos […]; **IV.** Establecer las obligaciones en materia de Transición Energética y Energías Limpias; […] **VII.** Promover las Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes; […] **X.** Aprovechar los recursos renovables y la economía circular […]; **XII.** Apoyar el cumplimiento de las metas de generación limpia […]	El **Proyecto** coadyuva con los objetivos de este precepto; el SAEE constituye infraestructura que fortalece la seguridad energética nacional al aportar potencia y energía disponibles para su reinyección al Sistema Eléctrico Nacional en los momentos que la operación de la red lo requiera. De igual forma el almacenamiento permite aprovechar los excedentes de generación limpia intermitente que de otro modo se verían restringidos, apoyando el cumplimiento de las metas de generación limpia del país.
Artículo 3. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: […] **XXVI. Tecnologías Limpias:** […] **Almacenamiento eléctrico**, Hidrógeno, Rebombeo, Captura y almacenamiento de dióxido de carbono […]	A reserva de la publicación de la Estrategia Nacional de Transición Energética que al efecto se expida, es claro que el **Proyecto** se encuentra acorde con los principios y objetivos que impulsaron la promulgación de la **LPTE**, en el sentido que al ser un **Proyecto** enfocado en el almacenamiento de energía lo cual impulsa la generación de ésta a través de fuentes limpias y renovables, lo cual contribuye con la consecución de las metas fijadas por el gobierno mexicano para la transición energética nacional. En este sentido, a través de la implementación del **Proyecto** se genera beneficios económicos, sociales y ambientales que sustentan la reducción de emisiones contaminantes en la actividad relacionada con la generación y transmisión de energía eléctrica. Con base en lo mencionado, el **Proyecto** es un claro mecanismo para la implementación de las políticas y objetivos de la presente Ley.
Artículo 25.- Los escenarios de largo plazo tienen un horizonte al menos de 30 años y los de mediano plazo de 15 años. La Estrategia debe incluir, al menos, las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias, Eficiencia Energética, reducción de la Pobreza Energética, electrificación de los usos finales de la energía y reducción de Emisiones Contaminantes que deben reflejar las aportaciones del Sector Energético a los compromisos en materia de cambio climático de México.	
Artículo 26.- Las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias establecidas en la Estrategia, deben constituir porcentajes mínimos en relación con el total de generación de electricidad en México.	

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*)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.8. Vinculacón con la LSE

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional; […] II. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico; […] V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional; […]	El **Proyecto** es congruente y coadyuva a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia, ya que éste implica el almacenamiento y la transmisión de energía En este orden de ideas, la implementación del **Proyecto** implica una fuerte inversión económica y de infraestructura en la región, lo cual conlleva una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos, que representan un aprovechamiento sustentable de los recursos en la región.
Artículo 11.- La CNE está facultada para: I. Otorgar los permisos a los que se refiere esta Ley, con excepción de las autorizaciones de importación y exportación, considerando los criterios de planeación vinculante del Sistema Eléctrico Nacional establecidos por la Secretaría, y resolver sobre su modificación, revocación, cesión, prórroga o terminación; […]	En cumplimiento con las disposiciones en mención, se informa que la Promovente acudirá antes las Autoridades competentes con la finalidad de obtener los permisos necesarios para la ejecución del **Proyecto**.
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 es consciente del respeto a los derechos humanos, actualmente se encuentra en proceso de elaboración de su Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (**MISSE)**.

[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

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 134.- La Secretaría debe informar a los interesados en la ejecución de Proyectos de Infraestructura del sector eléctrico sobre la presencia de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en las áreas en que se llevan a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos.	En esta línea de ideas y como se expuso, el **Proyecto no** se ubica en alguna comunidad indígena o afromexicana.
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: I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo; II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto; II. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto.	En cumplimiento con lo anterior, la Promovente actualmente se encuentra en proceso de elaboración de su **MISSE**.

II.2.9. 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.

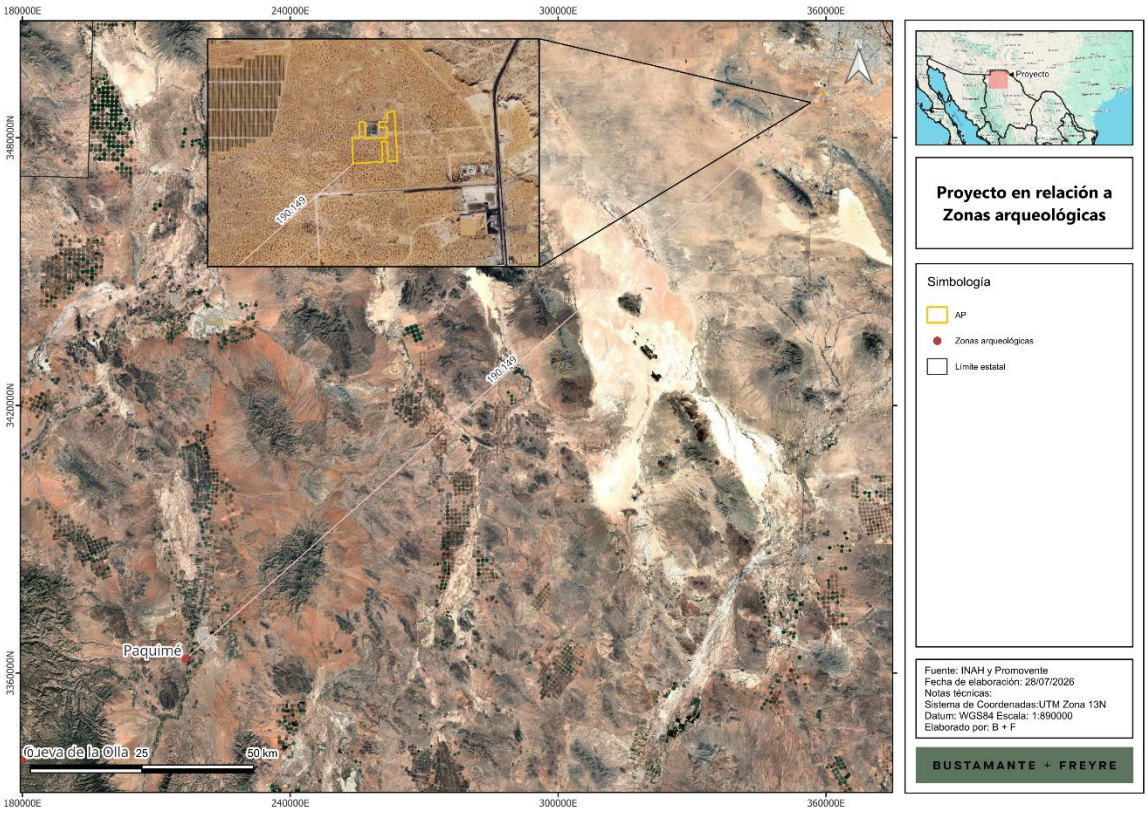
De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia **(INAH)**, descartándose la existencia de éstas en el área del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



En este sentido, la zona arqueológica más cercana que se identifica a 190.149 km de distancia del **Proyecto**, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura II.1. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto



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 —la más cercana se ubica a más de 190 km—, 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.3. Reglamentos Federales

II.3.1. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS)

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.9. Vinculacón con el RLGDFS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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; II. 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 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; VII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y	De acuerdo con lo mencionado en el capítulo respectivo, el **Proyecto** requerirá del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en una superficie de 6.6465 ha de vegetación de desiertos arenosos** Por lo anterior, se someterá a evaluación el correspondiente estudio técnico justificativo (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

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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; XII. 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.10. Vinculacón con eñ RLGVS

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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.4. Leyes y Reglamentos Estatales

II.4.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua (LEEPAECh)

La **LEEPAECh** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua No. 38, el 12 de mayo de 2018. Es reglamentaria del artículo 4º de la **CPEUM** y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y saludable, distribuyendo entre el Gobierno del Estado y los municipios las atribuciones que en materia ambiental no corresponden a la Federación, y correspondiendo su aplicación, en el ámbito estatal, a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (“**SDUE”**).

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 2, 6, 8, 40 y 41 toda vez que se desarrollará en el territorio del Estado de Chihuahua y deberá observar los objetivos de la política ambiental estatal, la congruencia del ordenamiento ecológico local con el federal y las atribuciones estatales y municipales en materia de atmósfera y residuos sólidos, precisándose que la evaluación del impacto ambiental del Proyecto corresponde de manera exclusiva a la Federación conforme al deslinde competencial que la propia Ley reconoce.

Tabla II.11. Vinculacón con el LEEPAECh

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 2. Son objetivos de la presente Ley: […] V. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y mejoramiento del ambiente, de los ecosistemas y bienes del Estado. […] VII. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo. VIII. La protección, conservación y regeneración de la flora y fauna silvestre comprendida en el territorio de la Entidad, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas. […]	El **Proyecto** es congruente con los objetivos de este precepto al llevarse a cabo los siguientes programas que tienen por objeto la mitigación y compensación de la posible afectación al medio ambiente: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora. • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. • Programa de Manejo Integral de Residuos. • Programa de Educación Ambiental. • Programa de Reforestación. • Programa de Conservación de Suelos. Lo anterior, también se verá complementado con la vigilancia y aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, contribuyendo así a la protección, conservación y regeneración de la flora y fauna silvestre del territorio estatal.
Artículo 6. Corresponde al Ejecutivo del Estado […]	Se precisa que el **Proyecto** no constituye una fuente fija industrial de emisiones a la atmósfera: durante la operación no se desarrollan procesos de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
VII. La prevención y control de la contaminación de la atmósfera que se genere por fuentes industriales, agroindustriales, agrícolas y de servicios, fuentes móviles, o como causa de la deforestación y degradación de los bosques, y por aquellas que no sean de jurisdicción municipal o federal. […] XVI. La regulación de las obras, instalaciones, equipos y acciones para el manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta Ley y sus disposiciones reglamentarias.	combustión, limitándose las emisiones a las indirectas y temporales de la maquinaria y vehículos empleados en la construcción, los cuales observarán los límites máximos permisibles de las **NOM-041-SEMARNAT y NOM-045-SEMARNAT** mediante la inspección físico-mecánica y el mantenimiento preventivo previstos en el **Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos**. Respecto de la fracción **XVI**, los residuos sólidos no peligrosos generados por el Proyecto —residuos sólidos urbanos y de manejo especial— se manejarán conforme al **Programa de Manejo Integral de Residuos**, sujetándose a la regulación estatal aplicable en cuanto a su manejo y disposición final, y privilegiando su valorización, reúso y reciclaje.
Artículo 8. Corresponde a los municipios de la Entidad, dentro de sus respectivas jurisdicciones: […] **VII.** La prevención y control de la contaminación de la atmósfera, generada por fuentes fijas que funcionan como establecimientos mercantiles o de servicios, fuentes naturales, quemas y fuentes móviles, excepto del transporte federal. […] **XVI.** La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental de los ecosistemas en los centros de población […]	El **Proyecto** reconoce las atribuciones del Municipio de Juárez en las materias de este precepto y se coordinará con dicha autoridad para su cumplimiento. En particular, la disposición final de los residuos sólidos urbanos se realizará en los sitios que autorice la autoridad municipal, y se gestionarán ante ésta las licencias y permisos de su competencia. Se precisa que el **Proyecto** se ubicará en suelo rural, fuera de los centros de población a que se refiere la fracción XVI, por lo que no incide en la problemática ambiental derivada del crecimiento urbano ni en los servicios municipales que dicha fracción enuncia.
Artículo 40. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento técnico-administrativo a través del cual la Secretaría analiza y valora los impactos que sobre el ambiente y los recursos naturales generarán una obra o actividad, a fin de establecer las condiciones a que se sujetará su realización, para prevenir o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El **Proyecto** reconoce la naturaleza y finalidad del procedimiento de evaluación del impacto ambiental en el ámbito estatal, coincidente con la del procedimiento federal al que se somete el Proyecto mediante la presente **MIA-R.** En ambos casos, la finalidad es establecer las condiciones a que se sujetará la realización de la obra para prevenir o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, objetivo que el Proyecto atiende mediante el paquete de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración articulado en ocho programas ambientales y verificado a través del programa de vigilancia ambiental.
Artículo 41. Quienes realicen obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en las disposiciones aplicables, deberán	No se actualiza el supuesto de este precepto respecto del **Proyecto**. Si bien la fracción XVIII enuncia a las subestaciones eléctricas entre las obras sujetas a autorización estatal, dicho supuesto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
solicitar a la Secretaría, previo al inicio de estas, la autorización en materia de impacto ambiental, particularmente tratándose de las siguientes: I. Carreteras, caminos, puentes y vías de comunicación no reservadas a la Federación. […] XVIII. Subestaciones eléctricas. […] XXIII. Obras y actividades de carácter público o privado, destinadas a la prestación de un servicio público o para el aprovechamiento de recursos naturales. XXIV. Las demás que, aun cuando sean distintas a las anteriores, puedan causar impactos ambientales significativos de carácter adverso y que por razón de la obra, actividad o aprovechamiento de que se trate, no estén sometidas para su evaluación a la regulación federal.	opera únicamente respecto de aquellas que no se encuentran sometidas a la regulación federal, como lo confirma la propia estructura del artículo por lo que su evaluación corresponde de manera exclusiva a la **SEMARNAT**, conforme a la distribución de competencias de los artículos 4o. y 7o., fracción XVI, de la **LGEEPA**, sin que proceda una doble evaluación sobre la misma obra. En consecuencia, el Proyecto se somete a la evaluación federal mediante la presente **MIA-R** y no requiere autorización estatal en materia de impacto ambiental.

Sin perjuicio de lo anterior, la promovente gestionará ante las autoridades estatales y municipales competentes las licencias, permisos y constancias de carácter local que resulten aplicables al **Proyecto** —entre otras, las relativas a uso de suelo, construcción y funcionamiento—, en los términos de la legislación estatal en materia de asentamientos humanos y de la reglamentación del Municipio de Juárez.

A la luz de lo anterior, se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LEEPAEC**: atiende los objetivos de la política ambiental estatal en materia de preservación del equilibrio ecológico, prevención de la contaminación y protección de la flora y fauna silvestre; es congruente con el instrumento de ordenamiento ecológico aplicable; observará las disposiciones estatales y municipales en materia de atmósfera y residuos sólidos no peligrosos; y, por tratarse de una obra del sector eléctrico sometida a la regulación federal, su evaluación en materia de impacto ambiental corresponde exclusivamente a la **SEMARNAT**, conforme al deslinde que la propia Ley estatal reconoce en las fracciones I, VI, XXIII y XXIV de su artículo 41.

II.4.2. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua (LDFSECh)

La **LDFSEC** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 85, el 24 de octubre de 2018, con su última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 30, el 15 de abril de 2026. Es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer los lineamientos generales para la conservación, protección, inspección, vigilancia, sanción, restauración, producción, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales en el Estado.

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 4, 39, 40 y 51, toda vez que el predio del **Proyecto** presenta vegetación forestal de zonas áridas cuya remoción parcial será

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

necesaria para el desarrollo de las obras, y en tanto que la promovente asumirá, en su carácter de poseedora de un terreno forestal, las obligaciones de prevención y combate de incendios forestales que este ordenamiento impone.

Tabla II.12. Vinculacón con el LDFSECh

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: […] **LIX. Terreno forestal:** El que está cubierto por vegetación forestal. […] **LXVI. Vegetación forestal:** El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.	Conforme a estas definiciones —coincidentes en lo sustancial con las de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable—, las superficies del predio cubiertas por vegetación forestal de zonas áridas constituyen **terreno forestal**, calidad que se reconoce expresamente y que determina la aplicación tanto del régimen federal de cambio de uso del suelo como de las obligaciones estatales de protección forestal que se analizan en las filas siguientes.
Artículo 39. Para que el Ejecutivo Estatal autorice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, los solicitantes deberán presentar los estudios técnicos justificativos que demuestren lo siguiente: I. Que no se comprometa la biodiversidad. II. Que no se provoca la erosión del suelo. III. Que no hay deterioro de la calidad del agua o disminución en su captación. IV. Que el terreno forestal y preferentemente forestal ya no puede seguir con dicho fin. V. Que el cambio de uso del suelo que se proponga sea más productivo a largo plazo. VI. Que el terreno en cuestión no haya sido afectado intencionalmente con un incendio, por parte del solicitante.	La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales que requiere el Proyecto corresponde a la **Federación**, por conducto de la **SEMARNAT**, en términos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ordenamiento reglamentario del artículo 27 constitucional que reserva dicha facultad al ámbito federal y al que la propia ley estatal remite en su artículo 4. No obstante, se hace notar que el Proyecto satisface materialmente los criterios sustantivos que este precepto enuncia: **(I)** no compromete la biodiversidad, al acotarse la intervención a superficies delimitadas dentro de un predio inserto en una zona donde ya opera infraestructura eléctrica, con rescate y reubicación de flora y fauna; **(II y III)** no provoca erosión ni deterioro de la calidad o captación del agua, en virtud del **Programa de Conservación de Suelos; (V)** el destino propuesto —infraestructura de almacenamiento de energía eléctrica reconocida como Tecnología Limpia por la Ley de Planeación y Transición Energética— resulta de mayor productividad y utilidad pública a largo plazo; y **(VI)** el terreno no ha sido afectado por incendio alguno, según se acredita con la información oficial de la CONAFOR**.**
Artículo 40. Las personas interesadas en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales deberán acreditar ante la Secretaría, que otorgaron depósito ante el FIDEFOSE, por concepto de compensación	Por corresponder la autorización de cambio de uso del suelo del Proyecto al ámbito federal, la compensación ambiental se acreditará mediante el depósito ante el **Fondo Forestal Mexicano**,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ambiental para que sea destinado a actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento […] Las autorizaciones deberán atender a lo dispuesto en los ordenamientos ecológicos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias e inscribirse en los Registros Forestal Nacional y Estatal.	conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y a los costos de referencia y metodología expedidos por la **SEMARNAT**, y no ante el fideicomiso estatal a que se refiere este precepto. Sin perjuicio de ello, la promovente atenderá lo dispuesto en el último párrafo de este artículo en cuanto a la observancia de los ordenamientos ecológicos y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, y gestionará la inscripción de la autorización en el **Registro Forestal Nacional** y, en su caso, su remisión al Registro Estatal, coordinándose con la autoridad forestal estatal para tal efecto.

A la luz de lo anterior, se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LDFSEC**: reconoce el carácter forestal de las superficies del predio, satisface materialmente los criterios sustantivos que la ley estatal exige para el cambio de uso del suelo —cuya autorización, por disposición de la Ley General de la materia, corresponde a la Federación—, acreditará la compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano y asumirá las obligaciones de prevención, combate y control de incendios forestales que este ordenamiento impone a las personas poseedoras de terrenos forestales.

II.4.3. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Chihuahua (LVSCh).

La **LVSCh** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 50, el 21 de junio de 2014, con su última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 52, el 1 de julio de 2026. Es de orden público, de interés social y de observancia general en todo el territorio del Estado y sus municipios, y tiene por objeto establecer la regulación para la preservación, conservación, remediación, restauración, recuperación, rehabilitación, protección, cuidado y fomento para el aprovechamiento sustentable y sostenible de la vida silvestre y su hábitat, de conformidad con el artículo 10 de la Ley General de Vida Silvestre.

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 15, 16 y 45, toda vez que en el sitio del **Proyecto** y su área de influencia se distribuye vida silvestre, y en tanto que la promovente, en su carácter de legítima poseedora del predio, asume las obligaciones de conservación del hábitat y de no obstaculizar la dispersión de la fauna silvestre nativa que este ordenamiento impone.

Tabla II.13. Vinculacón con el LVSCh

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 15. Es deber de todos los habitantes del Estado: **I.** Conservar la vida silvestre y su hábitat, así como su aprovechamiento sustentable.	El **Proyecto** cumple con las obligaciones señaladas a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental** y la señalización preventiva, restrictiva y prohibitiva instalada en los frentes de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
II. Coadyuvar en la protección y cuidado de la fauna y la flora silvestre en el Estado. **III.** Denunciar, ante las autoridades competentes, cualquier violación a la presente Ley o a los ordenamientos federales, estatales y municipales del rubro. **IV.** Contribuir al cuidado y preservación de la fauna y la flora estatales, acatando las recomendaciones de las autoridades ambientales. **V.** Observar en todo momento lo dispuesto en la presente Ley.	obra. En particular, queda estrictamente prohibida la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora y fauna silvestre durante todas las etapas del **Proyecto**, y se establecerá un límite máximo de velocidad de 30 km/h en las circulaciones internas para prevenir atropellamientos de fauna. Asimismo, la promovente acatará las recomendaciones que formulen las autoridades ambientales estatales y federales en el ejercicio de sus atribuciones.
Artículo 16. Queda prohibido cualquier acto que implique destrucción, daño o perturbación de la flora y fauna silvestre, en perjuicio de los intereses del Estado y de la nación.	
Artículo 45. 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 en la presente Ley […]	En su carácter de legítima poseedora del predio, la promovente contribuirá a la conservación del hábitat I desmonte se ejecutará de manera paulatina y direccional, principalmente por medios manuales, limitándose a las superficies donde se registre vegetación forestal, y se implementarán los siguientes programas: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. • Programa de Conservación de Suelos. • Programa de Reforestación.

Se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LVSECh** al no contemplar el aprovechamiento de la vida silvestre, por lo que asume los deberes de conservación del hábitat que corresponden al legítimo poseedor del predio, garantiza la libre dispersión de la fauna silvestre nativa mediante un cercado de finalidad exclusivamente perimetral y de seguridad, y otorga atención prioritaria a las especies en categoría de riesgo a través de sus programas de rescate y reubicación.

II.4.4. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (LPGIRCh)

La **LPGIREC** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 50, el 21 de junio de 2014, con entrada en vigor el 6 de marzo de 2015 y última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 84, el 20 de octubre de 2018. Tiene por objeto regular la prevención, generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado de Chihuahua.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 5, 22, 23, y 46, toda vez que durante sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento generará residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, cuya regulación corresponde al ámbito estatal y municipal, sin perjuicio del régimen federal aplicable a los residuos peligrosos.

Tabla II.14. Vinculacón con el LPCIRCh

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por: […] **VII. Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo. […] **IX. Gran generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida. […] **XVI. Plan de manejo:** Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valoración de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social […] **XXII. 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, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. **XXIII. Residuos sólidos urbanos:** Los generados en las casas-habitación […]; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias […]	Los residuos que se lleguen a generar serán manejados conforme al programa que al efecto se autorice.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículo 22. Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicios que involucren este tipo de residuos están obligados a: I. Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial. II. Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados. III. Aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos. IV. Realizar o destinar los residuos a actividades de separación, reutilización, reciclado o composta, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados. V. Contar con un espacio destinado exclusivamente al acopio y almacenamiento de residuos sólidos urbanos, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas, cuando se trate de unidades habitacionales y de otros grandes generadores de los mismos. […] VII. Instalar depósitos separados de residuos, según su tipo […] VIII. Participar en eventos educativos sobre residuos. IX. Cumplir con lo establecido en la normatividad federal, estatal y municipales en materia de residuos. […]	El **Proyecto** cuenta con el **Programa de Manejo Integral de Residuos** mediante el cual se cumple con las obligaciones. Para asegurar el cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos, el **Proyecto** habilitará un área de almacén temporal de residuos dentro de sus obras provisionales, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas, y el personal recibirá capacitación sobre la clasificación y el manejo de los residuos a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículo 23. Los generadores de residuos de manejo especial, están obligados además a: **I.** Obtener el registro de generador de residuos de la autoridad respectiva. **II.** Identificar, clasificar y separar los residuos para su acopio, almacenamiento o transporte […] **III.** Presentar un informe anual ante la Secretaría relativo al manejo dado a sus residuos generados durante el año inmediato anterior y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá a disposición de las autoridades competentes […] **V.** Prevenir la contaminación de suelos. **VI.** Acreditar ante la Secretaría, mediante el dictamen de estudio de abandono de sitio al cierre o suspensión de las actividades generadoras de residuos, que el sitio está libre de todo tipo de residuos y niveles de contaminación. **VII.** Dar el manejo integral a sus residuos conforme a lo dispuesto en la Ley, ya sea por sí mismos o mediante prestadores de servicio autorizados por las autoridades competentes. **VIII.** Capacitar a su personal en el manejo de residuos sólidos urbanos y de residuos de manejo especial. **IX.** Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes […] **X.** Entregar a la empresa o prestador del servicio para el transporte de residuos de manejo especial […] un formato de entrega de residuos de manejo especial […]	El Plan de Manejo Integral de Residuos contempla los residuos de manejo especial, por lo cual se obtendrá el registro de generador ante la autoridad estatal competente, cumpliendo con las obligaciones que de este registro se deriven.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículo 46. Estarán obligados a la manifestación de la generación de sus residuos y 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 los ordenamientos jurídicos aplicables.	En cumplimiento con el Plan de Manejo Integral de Residuos presentará ante la Secretaría estatal la **manifestación de la generación de sus residuos** y formulará y ejecutará el **plan de manejo** correspondiente, integrándolo al Programa de Manejo Integral de Residuos del Proyecto.

A la luz de lo anterior, se concluye que el Proyecto es compatible y congruente con las disposiciones de la **LGPGIRCh**, al prever la separación, el almacenamiento temporal en condiciones seguras, la valorización y la disposición final de sus residuos sólidos urbanos y de manejo especial a través de prestadores de servicios autorizados, así como el registro de generador y, en su caso, la manifestación y el plan de manejo que corresponden al gran generador.

II.4.5. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua

Este Reglamento fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Chihuahua el 01 de octubre de 2016 y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua.

A continuación, se realiza la vinculación de las disposiciones de este Reglamento con el **Proyecto**:

Tabla II.15. Vinculacón con el RLEEPACh

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 219.- Las emisiones de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Los propietarios de dichos vehículos deberán observar las medidas de prevención y control de la contaminación atmosférica que se establezcan en la Ley, el presente Reglamento y demás disposiciones aplicables	Durante la construcción, las emisiones a la atmósfera serán principalmente temporales y estarán asociadas al uso de maquinaria, vehículos y generación de polvo. No obstante, la Promovente implementará medidas de control, tales como mantenimiento de equipos, control de velocidad y manejo adecuado de materiales, a fin de cumplir con la normativa ambiental aplicable.
ARTÍCULO 223.- Los responsables de las fuentes emisoras deberán proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera,	Estas disposiciones se refieren a la emisión de ruido. En relación con el Proyecto, durante la etapa de construcción, se solicitará a los transportistas la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
respecto a la emisión de ruido, la Secretaría y los Municipios, en el ámbito de su competencia se consideran auxiliares de la Secretaría de Salud Estatal. **ARTÍCULO 224.-** Los niveles máximos permitidos de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica serán los que se determinen en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables y la Secretaría realizará mediciones en las fuentes de jurisdicción estatal.	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 los límites señalados en las NOM.

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en el **RLEEPACh**, en razón de que se implementarán diversas medidas de mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

II.4.6. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (RLPGIRCh)

Este Reglamento se publicó en el Periódico Oficial del Estado en 09 de marzo de 2016. Mediante este instrumento reglamentan las disposiciones de la **LPGIRCh** en lo relativo a la prevención, 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 dichos residuos.

En la siguiente tabla se realiza la vinculación de los preceptos establecidos en este Reglamento en relación con el **Proyecto**.

Tabla II.16. Vinculacón con el RLPGIRCh

Disposición Legal	Vinculación
ARTÍCULO 7. En la formulación y conducción de la política del Estado en materia de la prevención y gestión integral de residuos y la emisión de actos que deriven de la normatividad aplicable, y sin perjuicio de lo señalado en el artículo 3 de la Ley, se observarán los siguientes principios: I. Los residuos deben ser controlados y manejados adecuadamente en tanto que constituyan la principal fuente de contaminación de los suelos, por lo que es necesario minimizar su generación e incorporar técnicas y procedimientos para su valorización, co-procesamiento, reutilización y reciclado;	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 Chihuahua conforme a lo establecido en las Programa de Manejo Integral de Residuos. Los residuos sólidos urbanos o de manejo especial 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación
(…) IV. Toda persona que genere residuos referidos tiene la propiedad y responsabilidad de los mismos; V. Corresponde a quien genere residuos, asumir los costos derivados del manejo integral de éstos y, en su caso, de la reparación de los daños que con dichos residuos se causen; (…). ARTÍCULO 25. Los generadores de residuos de manejo especial que realicen cualquiera de las etapas del manejo integral señaladas en el artículo anterior, deberán observar, según corresponda, las siguientes disposiciones sin perjuicio de lo establecido en este y otros ordenamientos: I. … (…) XI.. Lo dispuesto en las fracciones I, III, IX y X anteriores, será observado exclusivamente por los grandes generadores de residuos de manejo especial.	

Como es posible observar, a través de las medidas establecidas en el Proyecto, así como el Plan de Manejo que al efecto se establezca, se dará cumplimiento a lo establecido en esta Ley y demás normatividad aplicable en materia de residuos.

II. 5. Conclusiones

Del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye que el **Proyecto "SAEE BORDER"** 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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,

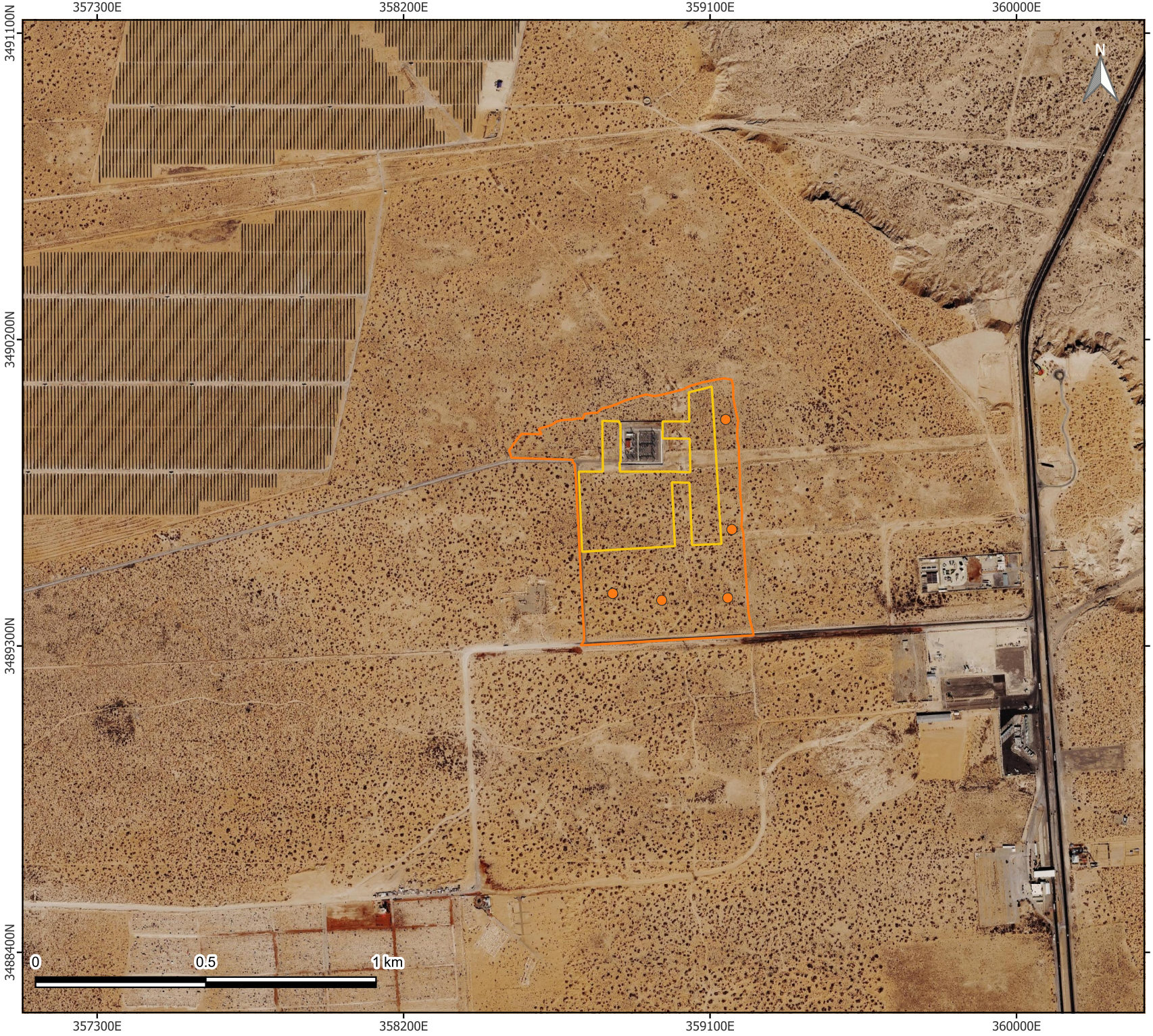
Por otra parte, como se ha señalado, el **Proyecto** dará cumplimiento a las **NOM** aplicables en materia de aire, ruido, residuos, flora y fauna, aguas residuales, así como seguridad e higiene en el trabajo.

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; Reforestación; 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas





Sitios de muestreo AI

Simbología

AP

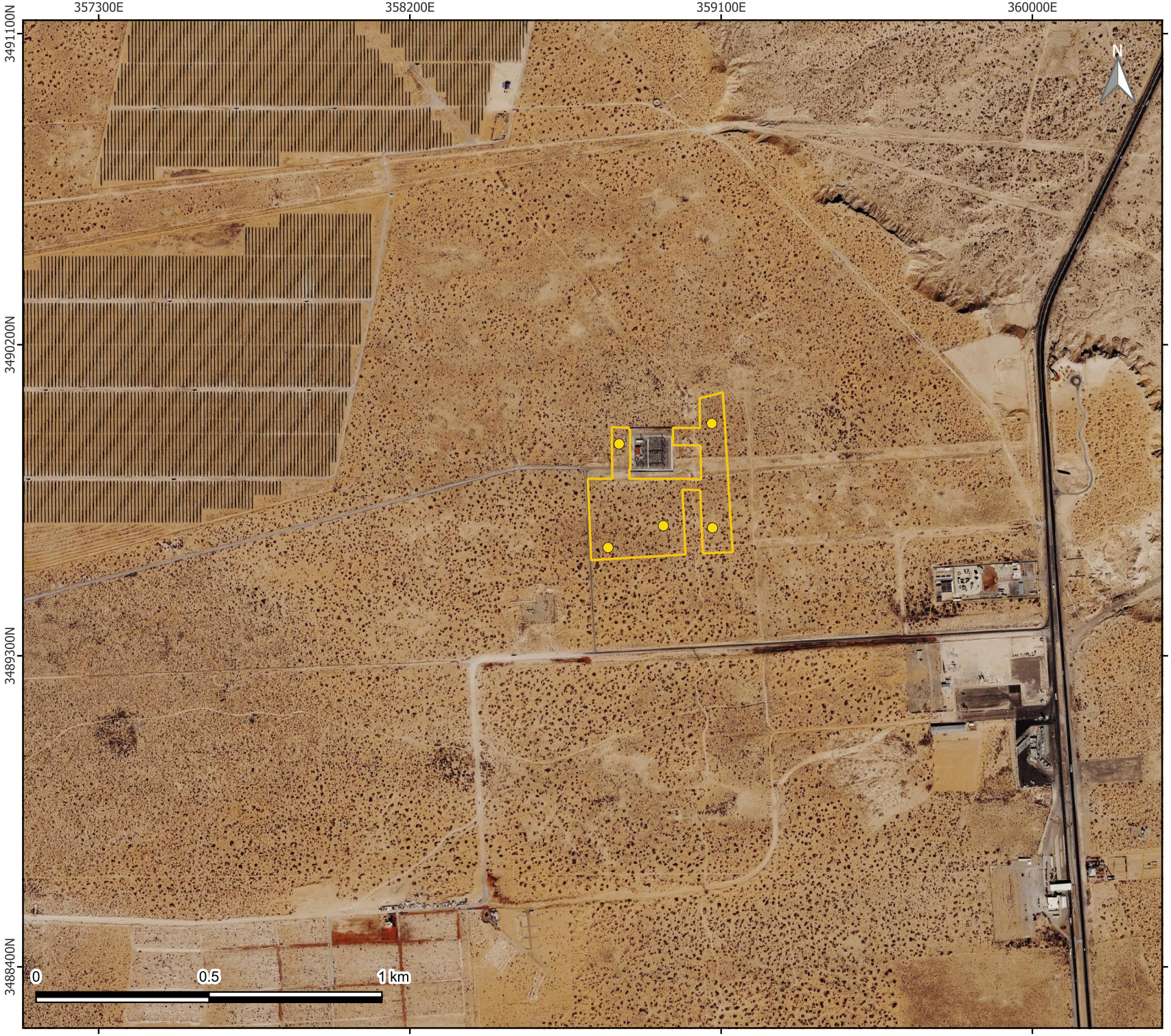
Sitios de muestreo

AI

AI

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 03/08/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 13N
Datum: WGS84 Escala: 1:15000
Elaborado por: B + F

BUSTAMANTE + FREYRE





Sitios de muestreo AP

Simbología

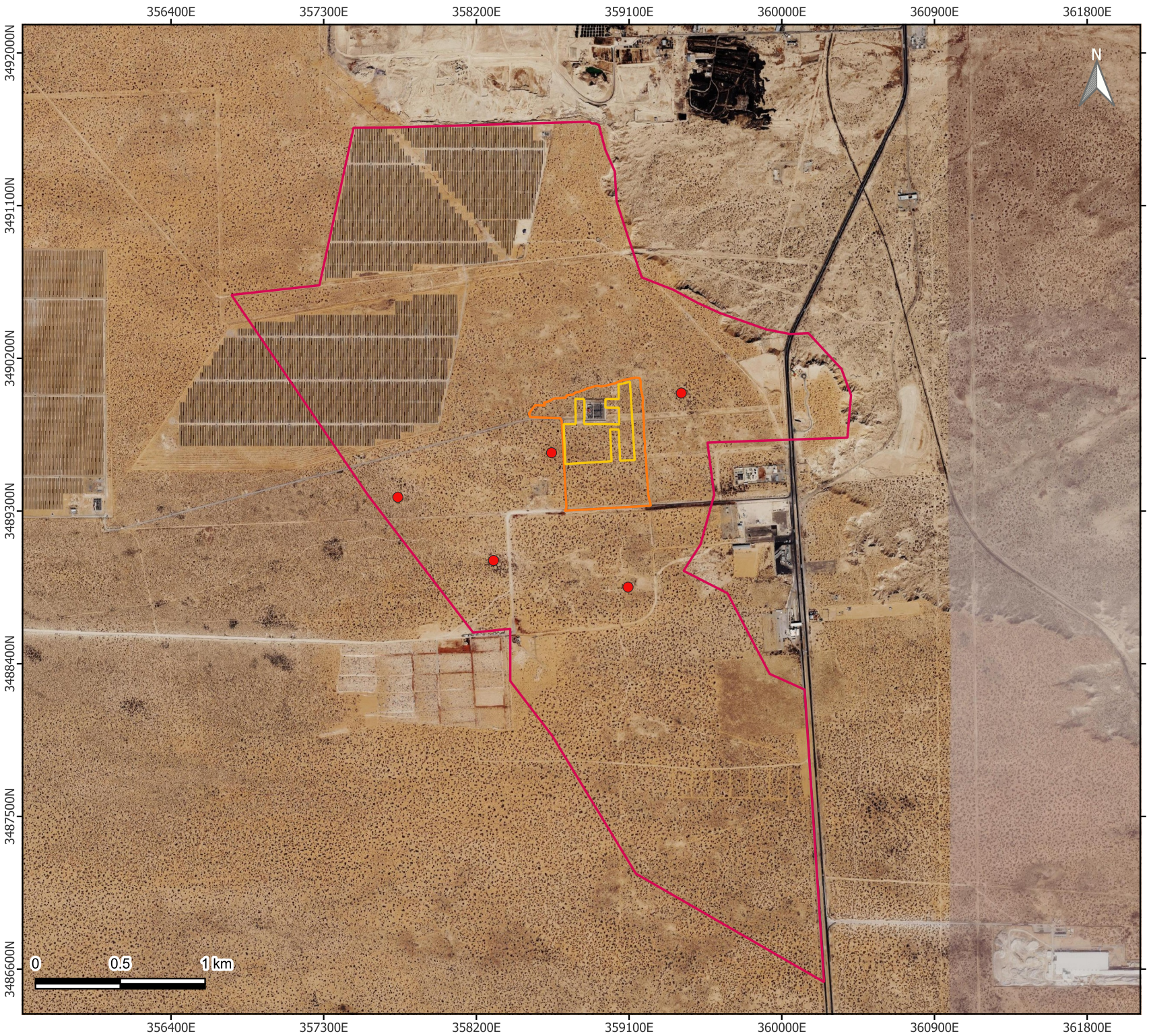
AP

Sitios de muestreo

AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 03/08/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 13N
Datum: WGS84 Escala: 1:15000
Elaborado por: B + F

BUSTAMANTE + FREYRE





Sitios de muestreo RE

Simbología

- AP
- AI

Sitios de muestreo

- RE
- RE

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 03/08/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 13N
Datum: WGS84 Escala: 1:30000
Elaborado por: B + F

BUSTAMANTE + FREYRE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

" SAEE BORDER "

CAPÍTULO III

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

REPORTE FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

[redacted]

Índice

Figura III. 1. Sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia. 3
Figura III.2. Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo. 5
Figura III.3. Levantamiento de datos en campo 6
Figura III.4. Paisaje dentro del área de influencia 7

[redacted]

Para el área de influencia se realizaron 5 sitios de muestreo para Vegetación de desiertos arenosos, debido a que es el tipo de vegetación presente en esta superficie.

A continuación, se presenta la evidencia fotográfica del levantamiento de sitios de muestreo en campo.

Figura III.1. Sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia.

Sitio 01



Sitio 02



Sitio 03



Sitio 04



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio 05



Para el caso de los sitios de muestreo se hicieron parcelas circulares de 12.62 m de radio correspondientes a 500 m^2 tanto para el estrato arbóreo como el arbustivo, para el caso del estrato herbáceo fue un radio de 3 m correspondiente a 28 m^2.

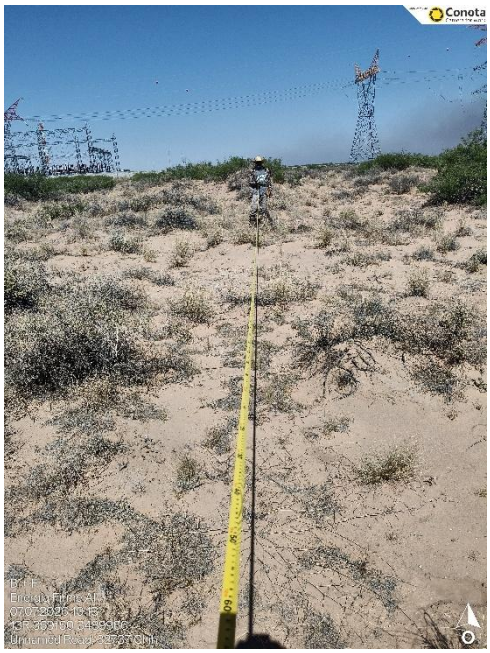
Para el levantamiento de información se tomaron Diámetros Normales, altura y cobertura de copa para las especies presentes en el estrato arbóreo; para el estrato arbustivo y herbáceo se tomaron en cuenta existencias y coberturas de copa.

A continuación, se muestra evidencia de la metodología empleada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.2. Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo.





Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.3. Levantamiento de datos en campo



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por último, se presentan algunas imágenes del paisaje en el área de Influencia.

Figura III.4. Paisaje dentro del área de influencia



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“SAEE BORDER”

REPORTE FOTOGRÁFICO DE FAUNA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO
2026

[redacted]

Índice

Figura III.1. Herpetofauna..... 3
Figura III.2. Avifauna 4
Figura III.3. Mastofauna..... 5

Especies de fauna registradas durante los trabajos de campo

Como parte de la caracterización del componente biótico del área de estudio del **Proyecto**, se llevó a cabo un registro fotográfico de la fauna presente en las distintas zonas evaluadas: **AP, AI** y **RE**. Este reporte documenta la evidencia visual obtenida durante las jornadas de muestreo en campo, mediante observación directa, avistamientos oportunistas y, en su caso, fototrampeo, como respaldo de los registros incluidos en las listas de especies y en el análisis de diversidad faunística presentado en el Capítulo III y sus anexos.

El material fotográfico presentado tiene como objetivo evidenciar la presencia de las especies de herpetofauna, aves y mamíferos detectadas durante los recorridos de campo, Cada fotografía constituye un elemento de verificación que complementa la información generada a partir de los muestreos y permite corroborar la composición faunística reportada.

Figura III.1. Herpetofauna



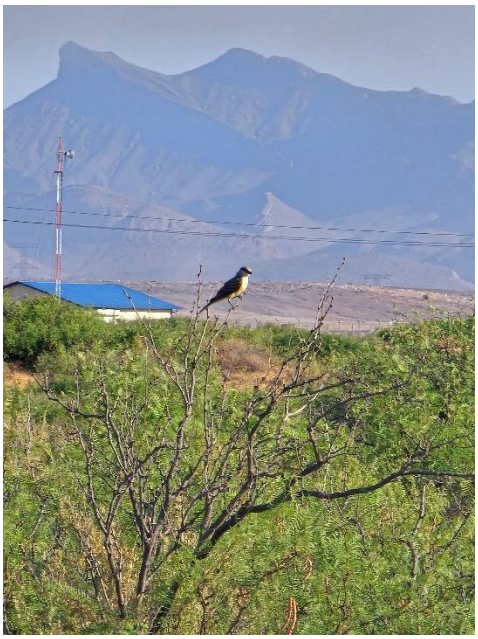
Aspidocelis marmoratus



Uta stansburiana

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.2. Avifauna



Tyrannus verticalis

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.3. Mastofauna



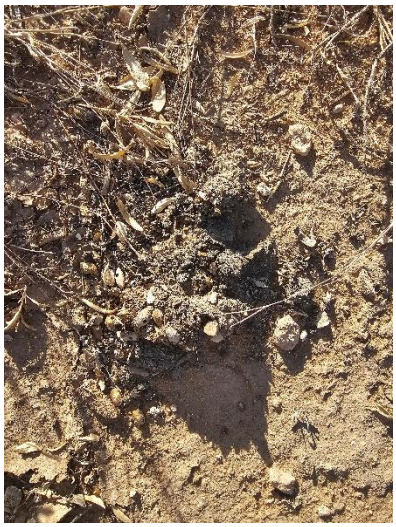
Huella de *Canis latrans*



Cráneo de *Dicotyles angulatus*



Excreta de *Lepus californicus*



Excreta de *Procyon lotor*

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Xerospermophilus spilosoma

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“SAEE BORDER”

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Índice

III. Descripción de la región ecológica (RE) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región 5
III.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 5
III.2. Caracterización y análisis de la región ecológica 9
III.2.1. Medio abiótico 10
III.2.1.1. Clima 10
III.2.2.2. Geomorfología 20
III.2.2.3. Suelo 32
III.2.2.4. Geología 36
III.2.2.5. Agua 37
III.2.2.6. Aire 46
III.2.2. Medio biótico 48
III.2.2.1. Uso de suelo y vegetación 48
III.2.2.2. Corredores biológicos 52
III.2.2.3. Flora 55
III.2.2.4. Fauna 85
III.2.3. Medio socioeconómico 100
III.2.3.1. Contexto regional 100
III2.3.2. Contexto municipal 101
III.4. Paisaje 106

Índice de tablas

Tabla III.1. Superficies del área de estudio 6
Tabla III.2. Estación climatológica próxima a la RE 12
Tabla III.3. Temperatura media mensual 12
Tabla III.4. Precipitación media y máxima mensual 13
Tabla III.5. Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente 23
Tabla III.6. Escala de Mercalli. 27
Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP 33
Tabla III.8. Superficies con erosión en la RE, AI y AP 35
Tabla III.9. Superficies por tipo de degradación del suelo en RE, AI y AP 36
Tabla III.10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden la RE, AI y AP 44
Tabla III.11. Parámetros de calidad del agua subterránea. 45
Tabla III.12. Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP. 47
Tabla III.13. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9] 47
Tabla III.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI 48
Tabla III.15. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo 49
Tabla III.16. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo 50
Tabla III.17. Coordenadas centrales de los rodales de muestreo 60
Tabla III.18. Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo 61
Tabla III.19. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 67
Tabla III.20. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 68
Tabla III.21. Resultados del proceso de determinación de intensidad de muestreo 69
Tabla III.22. Índice de representatividad en la RE. 72
Tabla III.23. Índice de representatividad en el AI. 74
Tabla III.24. Índice de representatividad en el AP. 76
Tabla III.25. Listado de especies de flora registradas durante los muestreos en el área de estudio 77

Tabla III.26. Índices de diversidad de flora 79
Tabla III.27. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo 81
Tabla III.28. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo 82
Tabla III.29. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo 83
Tabla III.30. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo 83
Tabla III.31. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 84
Tabla III.32. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 85
Tabla III.33. Coordenadas de los transectos de muestreo 88
Tabla III.34. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 91
Tabla III.35. Listado de fauna registrada en la RE, AI y AP 93
Tabla III.36. Índice de representatividad de fauna 96
Tabla III.37. Abundancia registrada por especie en la RE, AI y AP 97
Tabla III.38. Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves 98
Tabla III.39. Índices de diversidad estimados para el grupo de los mamíferos 98
Tabla III.40. Índices de diversidad estimados para el grupo de los reptiles 99
Tabla III.41. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP. 107
Tabla III.42. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 109
Tabla III.43. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV 109
Tabla III.44. Escala de referencia CAV. 113

Índice de figuras

Figura III.1. Elementos para la delimitación de la RE 7
Figura III.2. Elementos para la delimitación del AI 8
Figura III.3. Delimitación de la RE, AI y AP 9
Figura III.4. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP 11
Figura III.5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas 13
Figura III.6. Comportamiento de la precipitación 14
Figura III.7. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP 15
Figura III.8. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP 16
Figura III.9. Nivel de peligro por granizo en la RE 17
Figura III.10. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP 18
Figura III.11. Vulnerabilidad a inundaciones 19
Figura III.12. Vulnerabilidad a deslaves 20
Figura III.13. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas 21
Figura III.14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas 22
Figura III.15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP 23
Figura III.16. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP. 24
Figura III.17. Rango de pendientes en la RE, AI y AP 25
Figura III.18. Ubicación de la RE, AI y AP con relación a fallas y fracturas 26
Figura III.19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México 27
Figura III.20. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México. 29
Figura III.21. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP 30
Figura III.22. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP 31
Figura III.23. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP 32
Figura III.24. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP 33
Figura III.25. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP 35
Figura III.26. Degradación de suelos en la RE, AI y AP 36

Figura III.27. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP 37
Figura III.28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas 38
Figura III.29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas 39
Figura III.30. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas. 40
Figura III.31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las microcuencas 41
Figura III.32. Hidrología superficial de la RE, AI y AP 42
Figura III.33. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales 43
Figura III.34. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los acuíferos 44
Figura III.35. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en la RE, AI o AP. 46
Figura III.36. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI 49
Figura III.37. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP 51
Figura III.38. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos. 54
Figura III.39. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos 55
Figura III.40. Ubicación de los rodales de muestreo en la RE 58
Figura III.41. Ubicación de los rodales de muestreo en la AI 59
Figura III.42. Ubicación de los rodales de muestreo en la AP 60
Figura III.43. Forma del sitio y subsitios de muestreo 61
Figura III.44. Curvas de acumulación de especies para la RE (esfuerzo de muestreo) 71
Figura III.45. Modelo comparativo de riqueza en la RE (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 72
Figura III.46. Curvas de acumulación de especies para el AI (esfuerzo de muestreo) 73
Figura III.47. Modelo comparativo de riqueza en el AI (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2). 74
Figura III.48. Curvas de acumulación de especies para el AP (esfuerzo de muestreo) 75
Figura III.49. Modelo comparativo de riqueza en el AI (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 76
Figura III.50. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de fauna 88
Figura III.51. Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo) 95
Figura III.52. Modelo comparativo de riqueza de fauna (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 96
Figura III.53. Demografía en el municipio de Juárez 101
Figura III.54. Etnicidad en el municipio de Juárez 102
Figura III.55. Disponibilidad de bienes y servicios 102
Figura III.56. PEA y PNEA en el municipio de Juárez 104
Figura III.57. Escolaridad en el municipio de Juárez 104
Figura III.58. Servicios de salud en el municipio de Juárez 105
Figura III.59. Población con alguna discapacidad en el municipio de Juárez 105
Figura III.60. Migración en el municipio de Juárez 106

III. Descripción de la región ecológica (RE) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

El presente documento tiene el objetivo de describir y analizar en forma integral la Región Ecológica (**RE**) que constituye el entorno del **Proyecto**. Por ello, se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

Posteriormente, se caracteriza y analiza la **RE** considerando la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje y la composición de los ecosistemas (por ejemplo, unidades climáticas, patrones hidrológicos y vegetación, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el **Proyecto**.

III.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación de la **RE** se generó mediante la combinación de diferentes criterios espaciales, tomando como unidad principal el uso de suelo y la vegetación presentes en la región, con base en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de **INEGI**. En el área predominan las unidades de matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos, así como zonas puntuales de asentamientos humanos vinculados a la infraestructura existente.

Debido a que se trata de una planicie desértica relativamente homogénea, y considerando la magnitud y tipo de **Proyecto**, fue necesario incorporar otros elementos físicos y antrópicos observables en la imagen satelital y en la cartografía disponible, con el fin de obtener un polígono de **RE** de dimensiones acotadas y con menor heterogeneidad, congruente con el Área del **Proyecto** (**AP**) y su Área de Influencia (**AI**).

Por lo tanto, la delimitación de la **RE** se realizó con los siguientes criterios:

- Cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, a escala 1:250 000, a partir de la cual se identificaron los polígonos de matorral desértico micrófilo, vegetación de desiertos arenosos y asentamientos humanos que enmarcan el **Proyecto**.
- Trazos de carreteras, caminos y senderos existentes, que permiten definir la accesibilidad al sitio y el vínculo funcional de la **RE** con la infraestructura regional.
- Delimitación de la infraestructura asociada al **Proyecto** y a obras cercanas (SE existente de la **CFE**, derecho de vía existente y caminos de acceso), la cual se incorporó como insumo para establecer el contorno de la **RE** en torno a las áreas con mayor concentración de posibles impactos directos e indirectos.
- Imagen satelital de alta resolución (Google Earth) de mayo de 2024 (imagen más reciente disponible), utilizada para verificar la continuidad de la vegetación, la presencia de áreas previamente desmontadas y el trazo actualizado de caminos y construcciones.
- Se consideraron como límites funcionales de la **RE** las principales carreteras, vías férreas y caminos de acceso que atraviesan la zona, ya que estructuran la conectividad del **Proyecto** con la región y marcan cambios en el patrón de ocupación del territorio

- Hacia los sectores donde la cobertura de matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos se mantiene continua y sin presencia de infraestructura relevante, la **RE** se acotó de forma que englobara únicamente el entorno donde es razonable esperar impactos directos e indirectos del **Proyecto** sobre el suelo, la vegetación y la fauna.

De esta manera, a partir de la sobreposición de la imagen satelital reciente, la cartografía de uso de suelo y vegetación y la información vectorial de infraestructura, carreteras y caminos, se obtuvo un polígono de **RE** que engloba el área del **Proyecto (AP)** y su Área de Influencia (**AI**) inmediata, representando de forma adecuada el ámbito espacial de análisis para la evaluación de impactos ambientales.

Para la delimitación del **AI** se tomaron como base los caminos y senderos que forman parte el área que circunda al **AP,** así como la presencia de infraestructura clave como la **SE** de **CFE.**

Atendiendo todo lo anterior, se delimitó un **AI** del **Proyecto** que tendrá una superficie de 36.343 ha y una **RE** con una superficie de 879.955 ha. Las superficies y ubicación del área del Proyecto (**AP**), **AI** y **RE** se presentan en la **Tabla III.1** y en la **Figura III.1** y **Figura III.2** se presentan los elementos de delimitación de la **RE** y el **AI**. Finalmente, en la **Figura III.3** se presentan las tres áreas de interés: **RE, AI** y **AP.**

Tabla III.1. Superficies del área de estudio

Nombre	m²	ha
Área del Proyecto (**AP**)	110,992.193	11.099
Área de Influencia (**AI**)	363,432.749	36.343
Región Ecológica (**RE**)	8,799,549.965	879.955

Figura III.1. Elementos para la delimitación de la **RE**

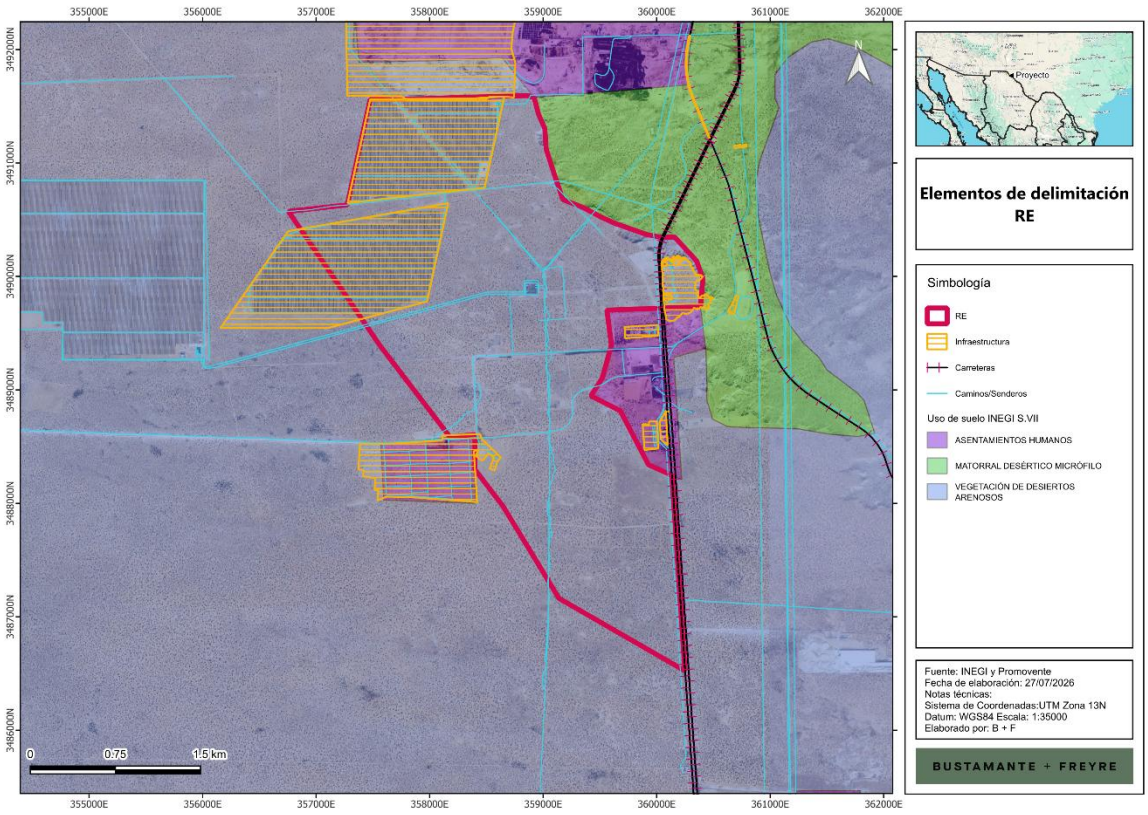
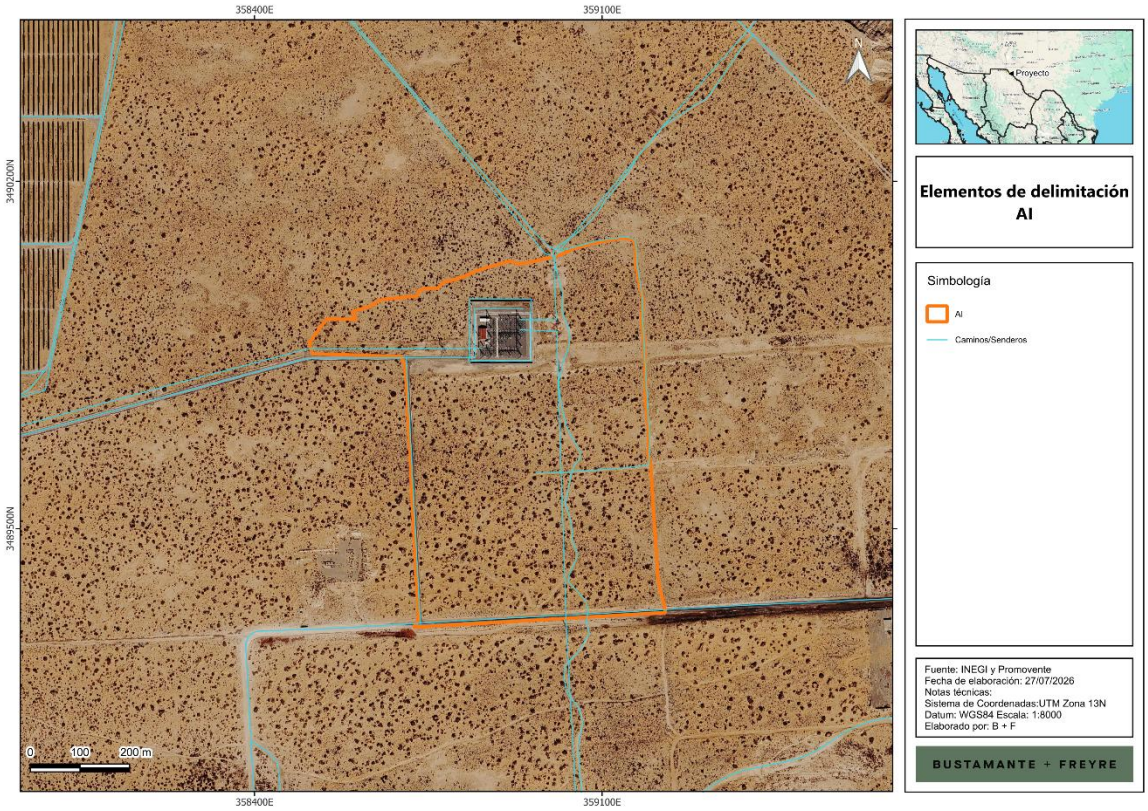
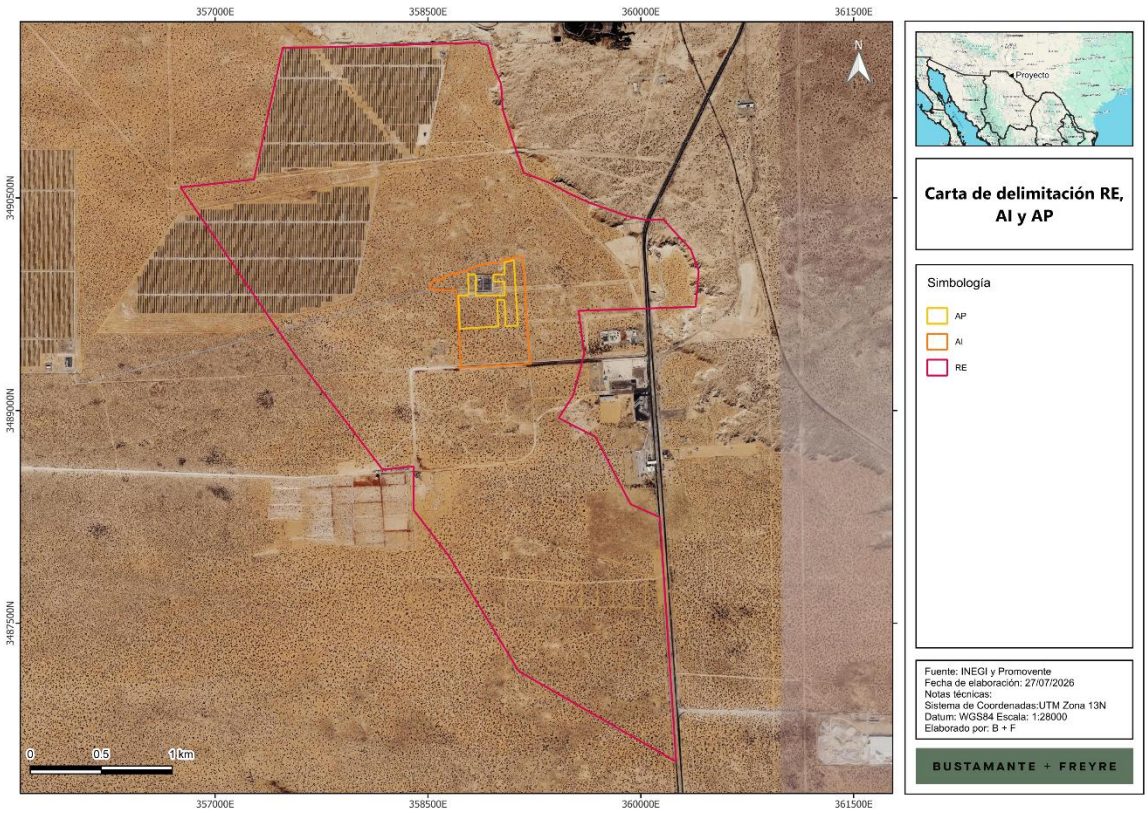


Figura III.2. Elementos para la delimitación del **AI**



En el **Anexo III.1,** se adjunta el plano georreferenciado de la **RE** y el **AI** en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV.

Figura III.3. Delimitación de la **RE, AI** y **AP**



III.2. Caracterización y análisis 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]

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/
[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones

III.2.1. Medio abiótico

III.2.1.1. 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.

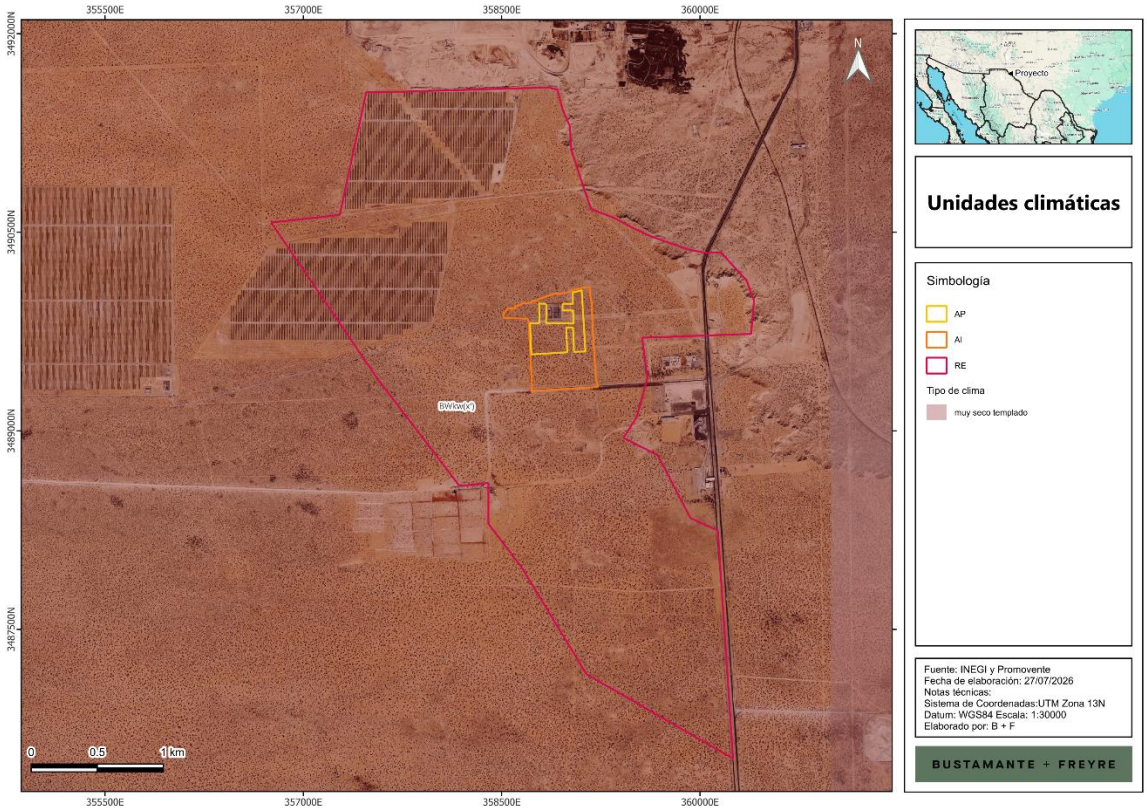
Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. Con base en la clasificación de Köppen, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para su clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, 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 figura, de acuerdo con esta clasificación, en la **RE,** el **AI** y el **AP** se presenta una sola unidad climática, que corresponde al clima desértico muy seco templado (BWkw(x')) (**Figura III.4**).

[3] http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Figura III.4. Distribución de tipos de climas en la **RE**, **AI** y **AP**



El clima desértico muy seco templado tiene una temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una amplitud térmica marcada entre el mes más frío y el más cálido. La precipitación total anual es muy baja, insuficiente para compensar la evapotranspiración potencial, lo que genera condiciones de aridez extrema. El régimen de lluvia es predominantemente de verano, pero con el distintivo de que las lluvias son escasas a lo largo de todo el año, presentándose en forma de chubascos aislados de corta duración. La temporada invernal es fría y muy seca; los veranos son cálidos a calurosos, secos, con alta radiación solar y gran variación diaria de temperatura. Estas condiciones favorecen la presencia de vegetación xerófila escasa (matorral desértico, pastizales áridos) y suelos someros, con fuerte susceptibilidad a la erosión eólica[4,5].

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), donde se identificó que, la estación próxima a la **RE** y que se encuentra operando y con datos para el periodo de 1961 a 1990 es la estación Juárez (DGE), la cual se encuentra a aproximadamente 20

[4] García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México.
[5] INEGI. Diccionario de Datos Climáticos : Vectorial : Escalas 1 : 250 000 y 1 : 1 000 000. 2001

km de la **RE** con dirección norte y se ubica en el mismo tipo de clima que la **RE**, el **AI** y el **AP** (**Tabla III.2**).

Tabla III.2. Estación climatológica próxima a la RE

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
Juárez (DGE)	8213	Chihuahua	Juárez	31.73638889	-106.4863889	1135	1961-1990

Con el registro de información de la estación, se realizó una síntesis de las variables climatológicas de temperatura y precipitación, obteniendo la siguiente información.

III.2.1.1.1. Temperatura

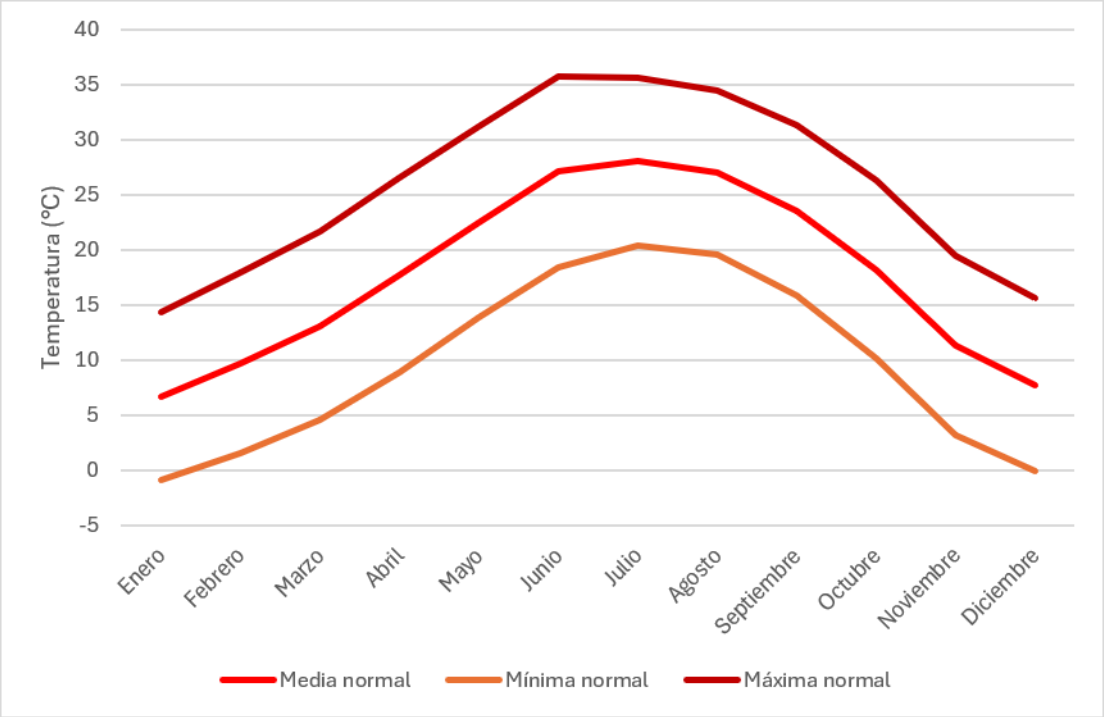
La temperatura promedio anual registrada en la estación oscila entre los 6.7 °C y los 27.1 °C (con una temperatura promedio de 17.7 °C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto, con una media de 27.1, 28 y 27°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con una media de 6.7 y 7.7 °C, respectivamente (**Tabla III.3**).

Tabla III.3. Temperatura media mensual

Mes	Temperatura (°C)		
	Media normal	Mínima normal	Máxima normal
Enero	6.7	-0.9	14.3
Febrero	9.7	1.5	17.9
Marzo	13.1	4.6	21.6
Abril	17.7	8.9	26.5
Mayo	22.5	13.9	31.2
Junio	27.1	18.4	35.7
Julio	28	20.4	35.6
Agosto	27	19.6	34.4
Septiembre	23.5	15.8	31.3
Octubre	18.2	10.1	26.3
Noviembre	11.3	3.2	19.5
Diciembre	7.7	-0.1	15.6
Promedio	17.7	9.6	25.8

Asimismo, en la **Figura** III.5 se muestra el comportamiento de la temperatura media mensual registrada en la estación meteorológica.

Figura III.5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas



III.2.1.1.2. Precipitación

La precipitación media anual registrada en la estación varía entre 5 y 46.4 mm, con una precipitación total anual de 237.5 mm. Los meses más lluviosos son de julio a septiembre, con precipitaciones de hasta 46.4 mm en agosto, mientras que los meses de menor precipitación son de marzo a mayo con registros de 5.9 y 5 mm, respectivamente (**Tabla III.4**).

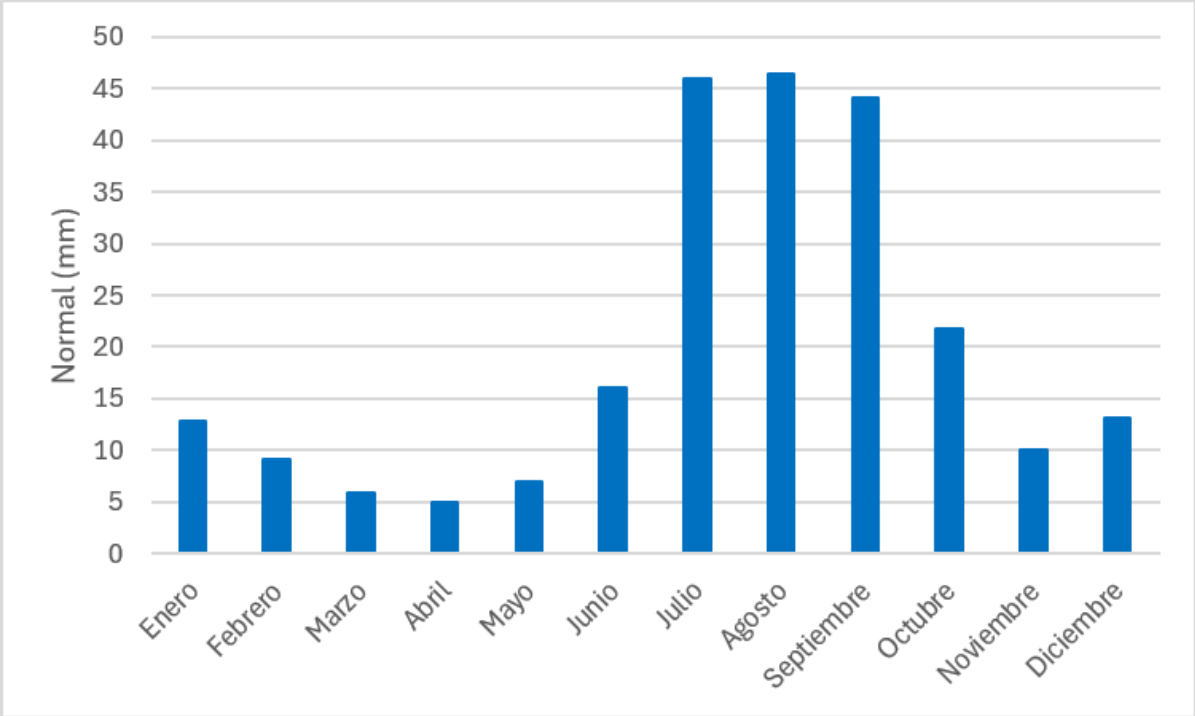
Tabla III.4. Precipitación media y máxima mensual

Precipitación (mm)			
Mes	**Normal**	**Máxima mensual**	**Máxima diaria**
Enero	12.8	50	25
Febrero	9.1	46.5	18
Marzo	5.9	36	17
Abril	5	35	35
Mayo	7	37.2	30.9
Junio	16.1	89.2	38
Julio	46	191.1	113.5
Agosto	46.4	138.7	78
Septiembre	44.1	193.7	63

Precipitación (mm)			
Mes	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Octubre	21.8	85.3	38
Noviembre	10.1	43.2	18
Diciembre	13.2	78.8	19.5
Total	237.5	-	-

Por otro lado, en la **Figura III.6** se presenta el comportamiento de la precipitación media mensual de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura III.6. Comportamiento de la precipitación

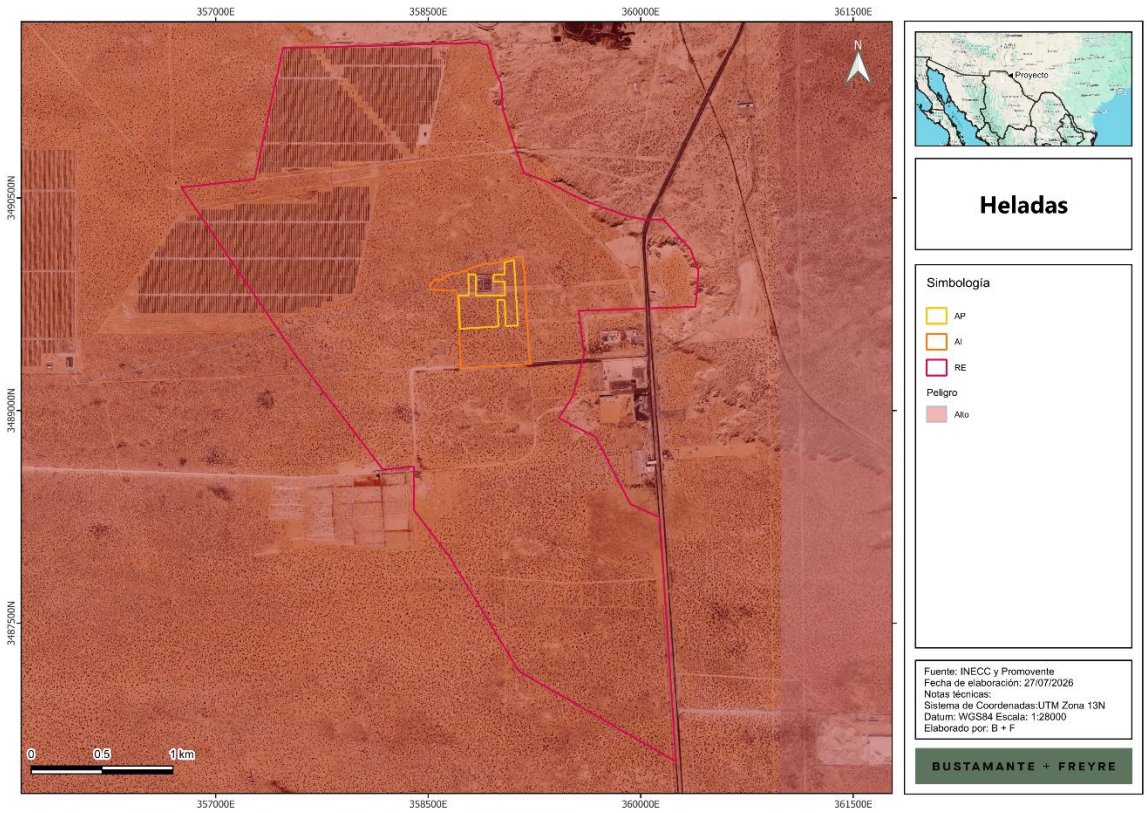


III.2.1.1.3. Fenómenos meteorológicos

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**), el nivel de riesgo por heladas en la **RE**, **AI** y **AP** es alto (**Figura III.7**).

Figura III.7. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP

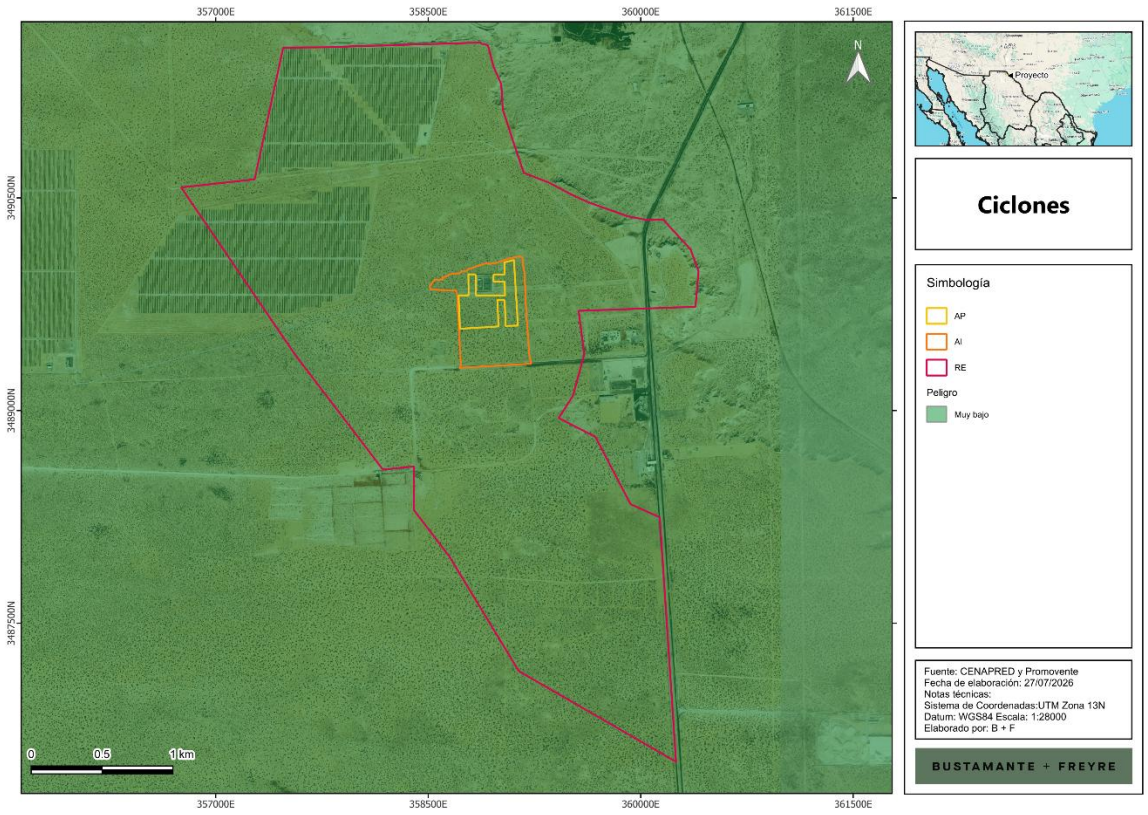


Ciclones

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.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el riesgo por ciclones tropicales en la **RE**, **AI** y **AP** es muy bajo (**Figura III.8**).

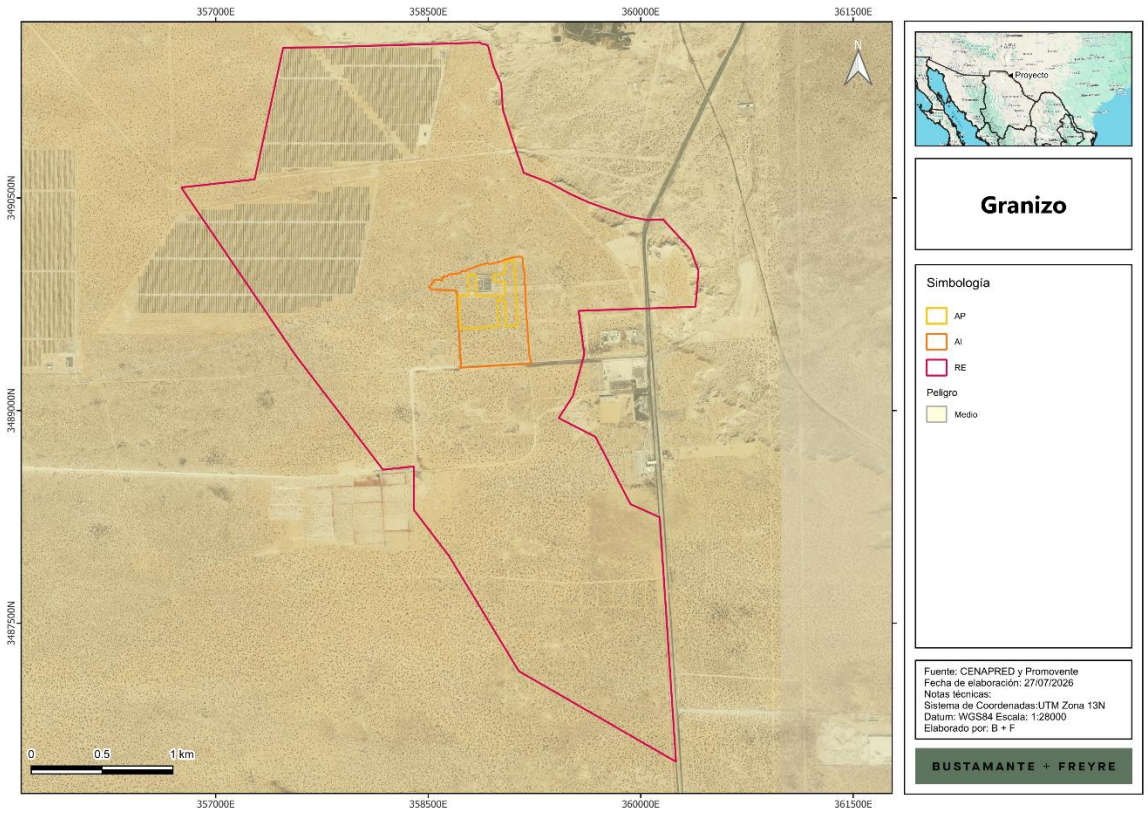
Figura III.8. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP



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 medio (**Figura III.9**).

Figura III.9. Nivel de peligro por granizo en la RE



Sequía

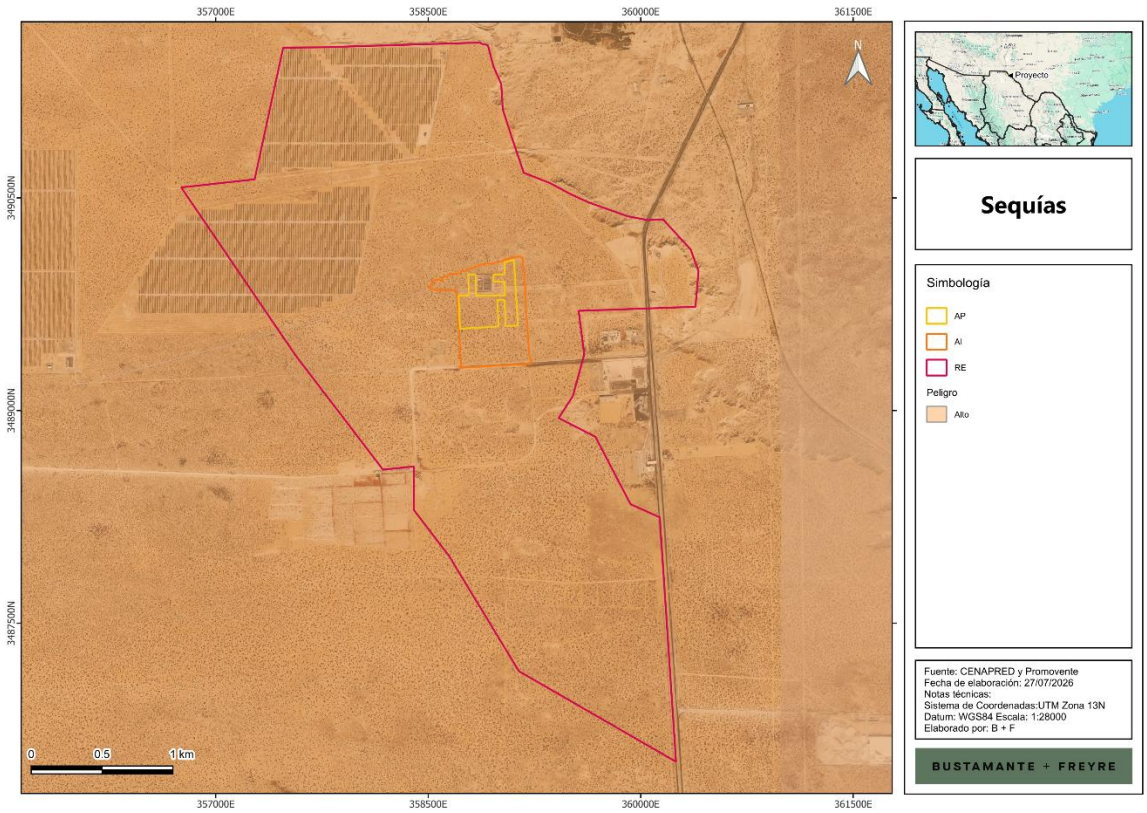
La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un 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.

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 alto (**Figura III.10**).

Figura III.10. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP



Cambio climático

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) y la Ley General de Cambio Climático 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.

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 baja a inundaciones y muy bajo por deslaves, como se observa en la **Figura III.11** y **Figura III.12**.

Figura III.11. Vulnerabilidad a inundaciones

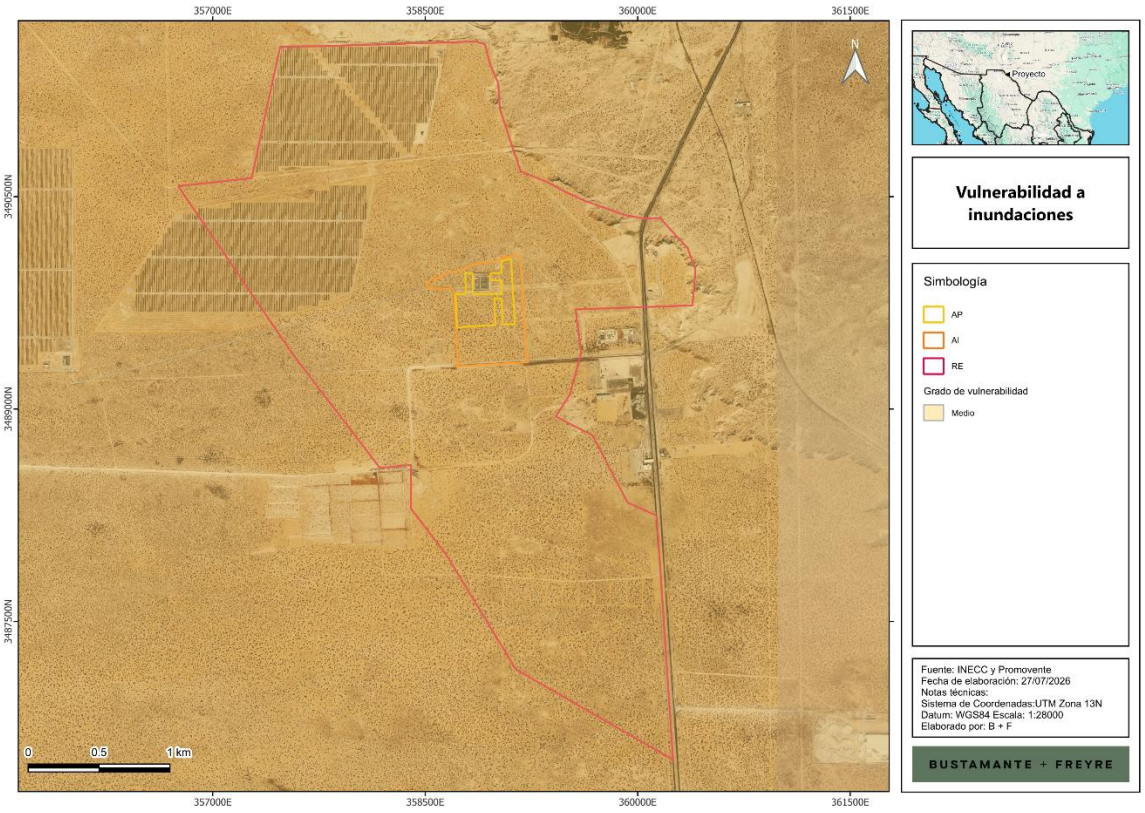
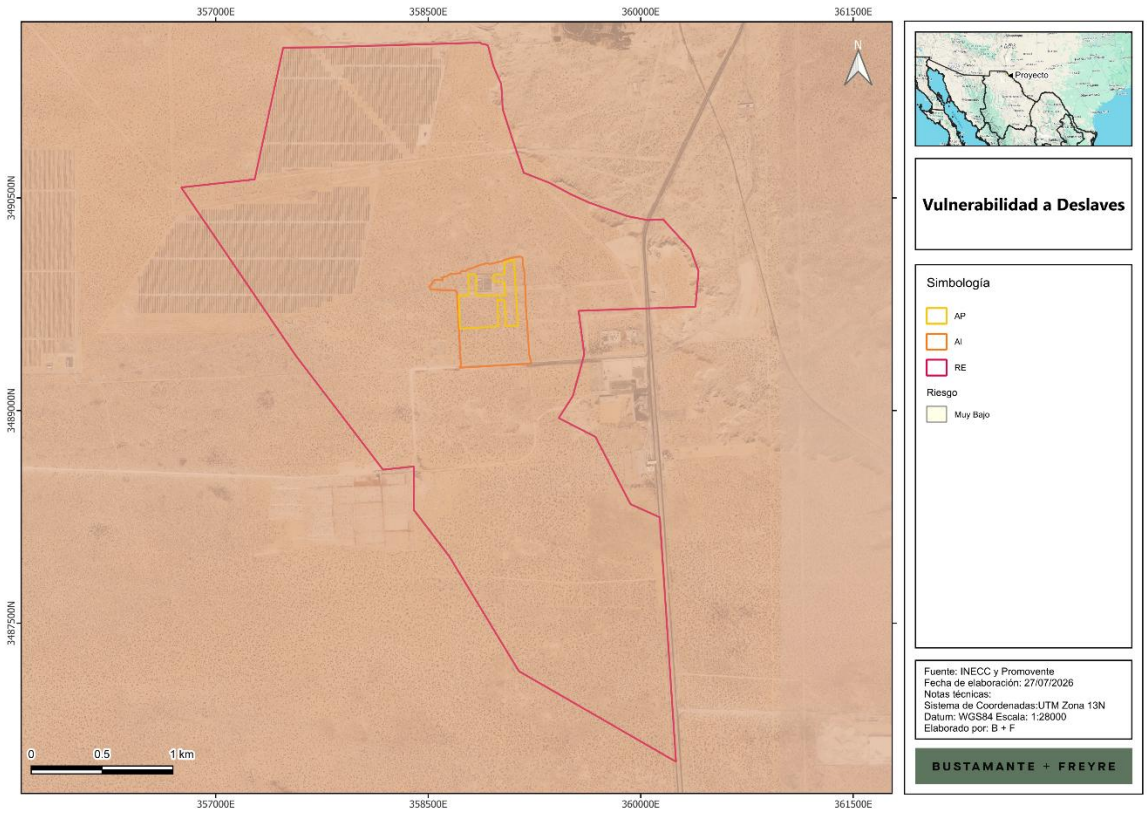


Figura III.12. Vulnerabilidad a deslaves



III.2.2.2. Geomorfología

III.2.2.2.1. 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. La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la provincia Sierras y Llanuras del Norte (**Figura III.13**), así como en la subprovincia Sierras Plegadas del Norte (**Figura III.14**).

Figura III.13. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas

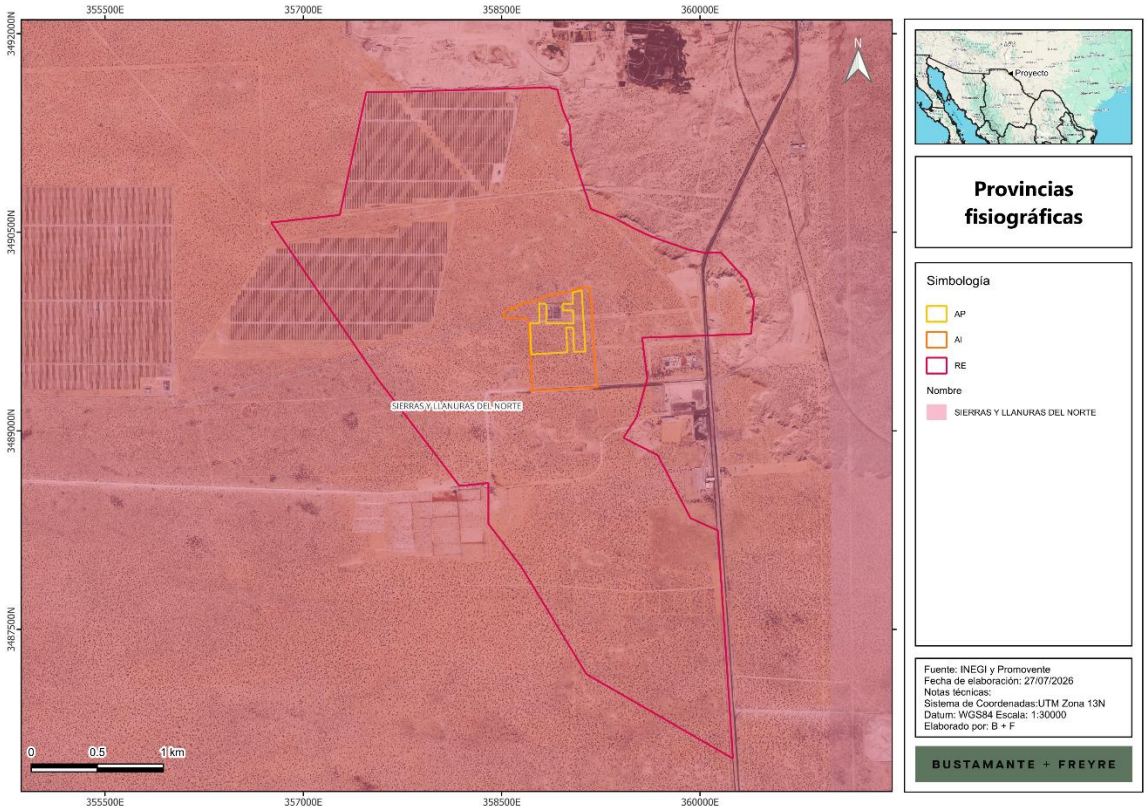
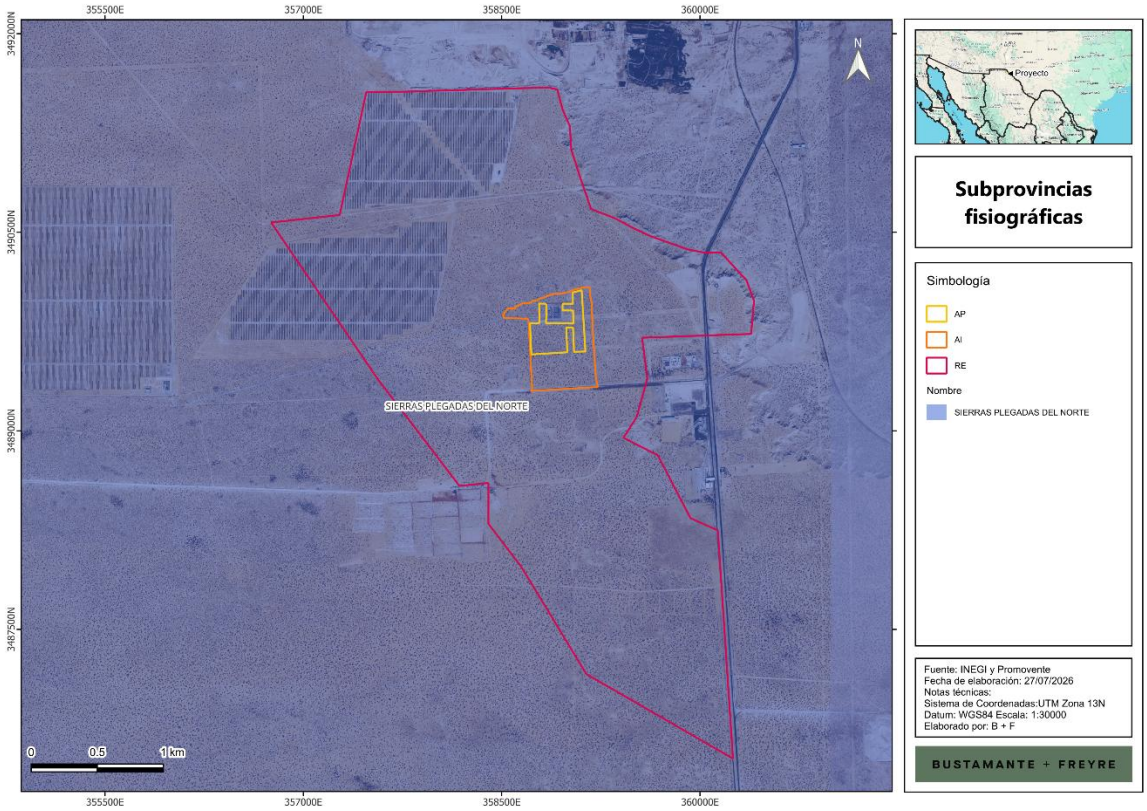


Figura III.14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas



III.2.2.2.2. Relieve

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**, **AI** y **AP** se ubican en dos sistemas de topoformas: llanura desértica y llanura desértica de piso rocoso o cementado (**Figura III.15, Tabla III.5**). Lo anterior refiere a que la **RE, AI** y **AP** se encuentran en una región caracterizada por relieve plano, aridez, cobertura vegetal escasa y suelos poco desarrollados.

Figura III.15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP

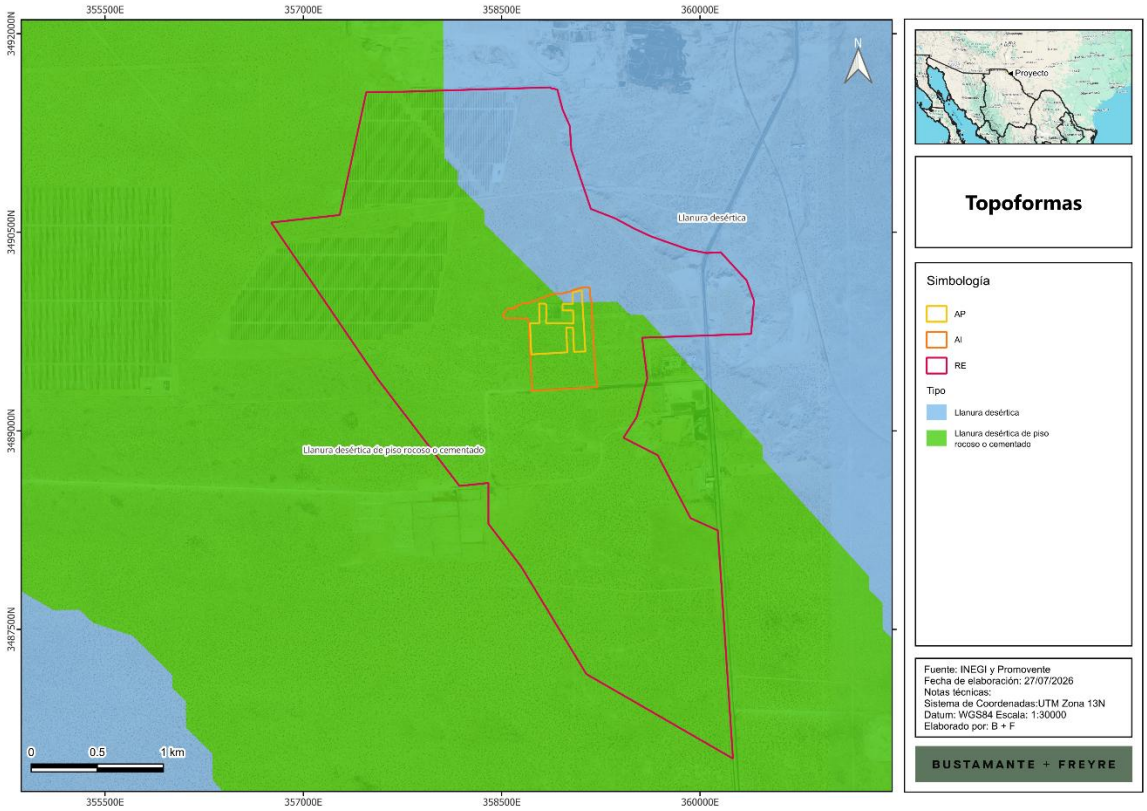


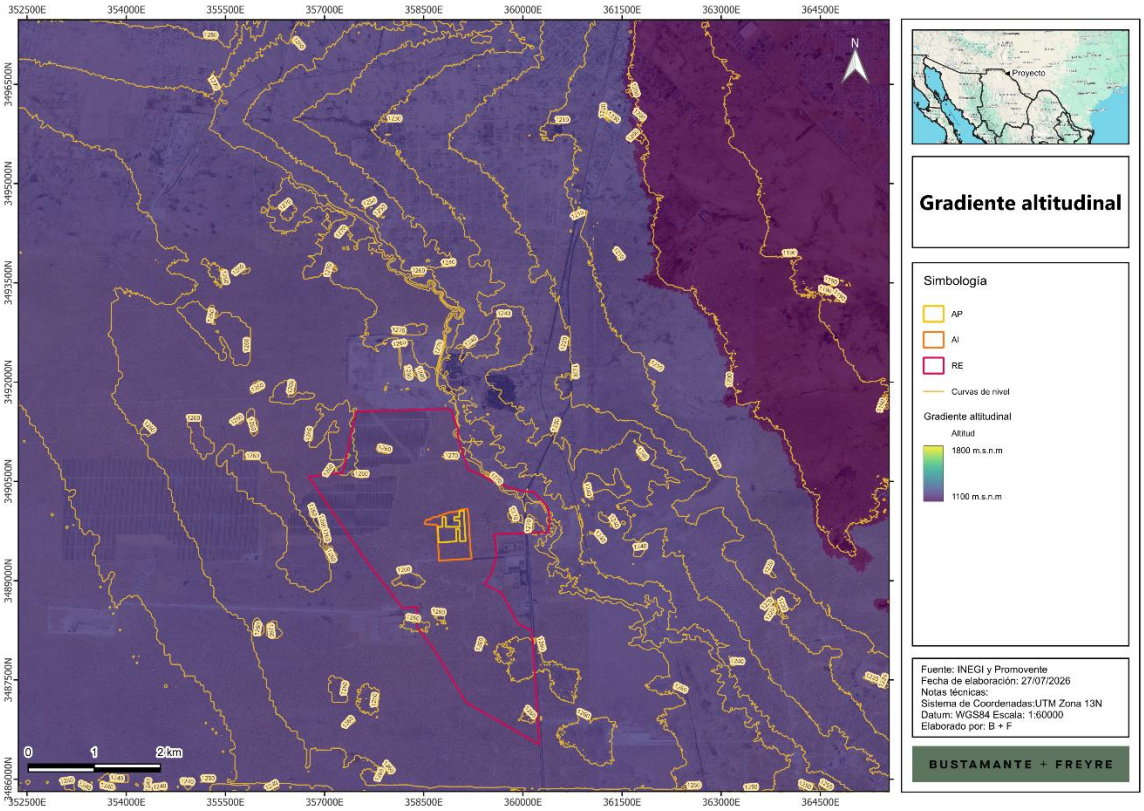
Tabla III.5. Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente

Nombre	Descripción	RE		AI		AP	
		ha	%	ha	%	ha	%
Llanura	Llanura desértica de piso rocoso o cementado	681.203	77.4	34.198	94.10	10.528	94.86
Llanura	Llanura desértica	198.752	22.6	2.145	5.90	0.571	5.14
Total general		879.955	100.00	36.343	100	11.099	100

Gradiente altitudinal

La **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 1260 a 1270 msnm (**Figura III.6).**

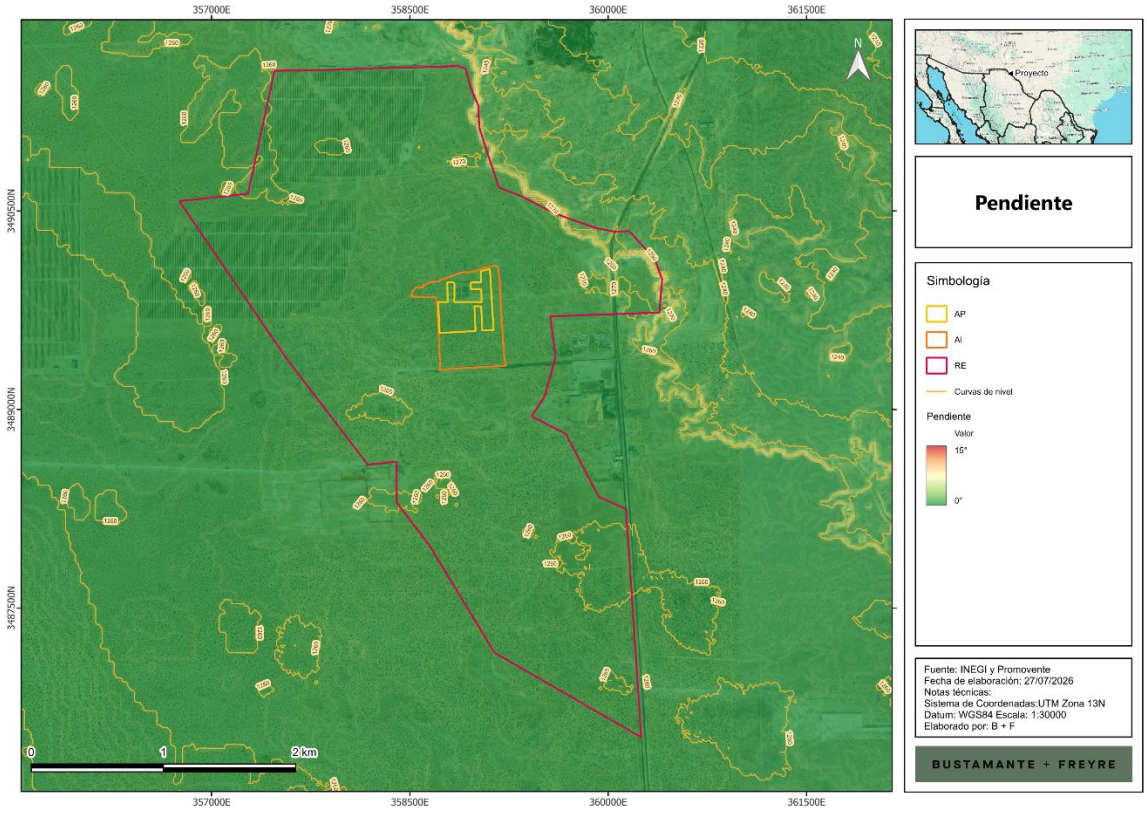
Figura III.16. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP.



Pendiente

La topografía en la **RE**, el **AI** y el **AP** se caracteriza por pendientes dominantes cercanas a 0°, lo que refleja una morfología prácticamente plana asociada a llanuras desérticas (**Figura III.17**). En el conjunto del área de estudio predomina la clase de pendiente mínima, con variaciones locales suaves, por lo que, no se identifican gradientes topográficos relevantes que condicionen de manera marcada la distribución de la vegetación o el escurrimiento superficial.

Figura III.17. Rango de pendientes en la RE, AI y AP



III.2.2.2.3. Fallas y fracturas

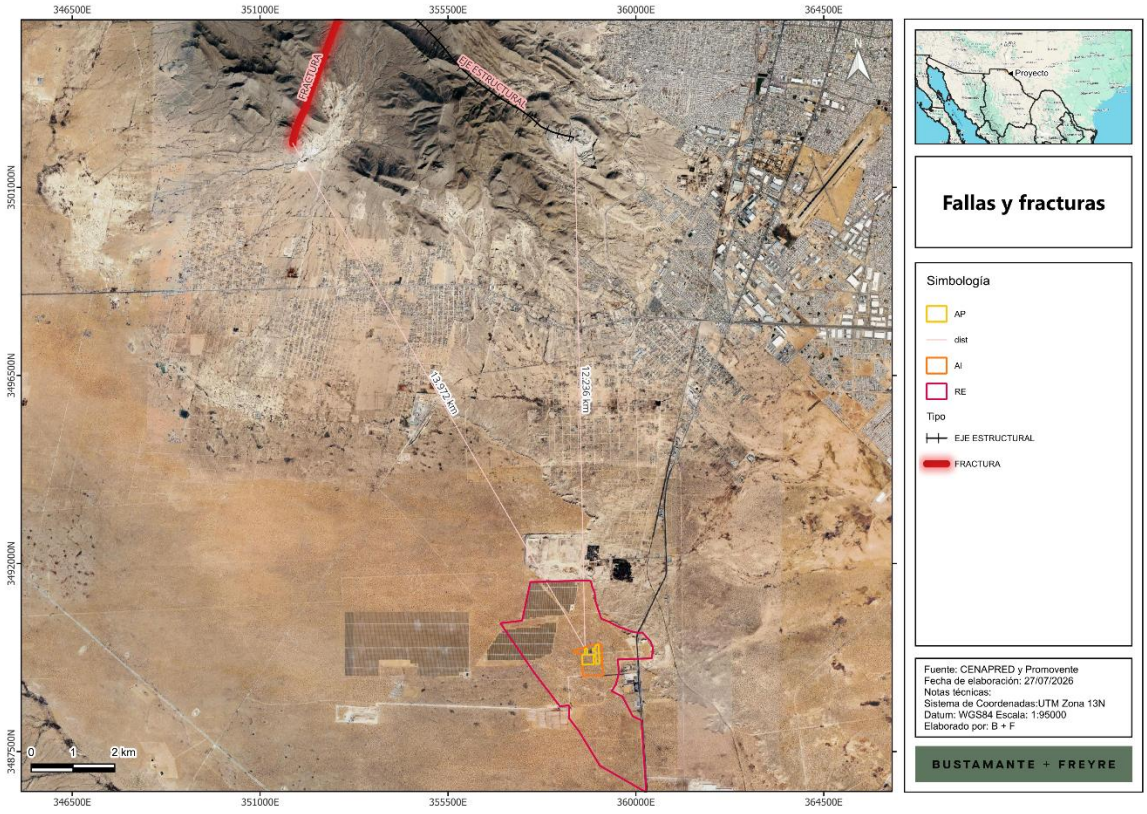
Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[6], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas 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.

De acuerdo con el **INEGI,** dentro de la **RE, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas (**Figura III.18**).

[6] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf

Figura III.18. Ubicación de la RE, AI y AP con relación a fallas y fracturas



III.2.2.2.4. Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes e inundaciones, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

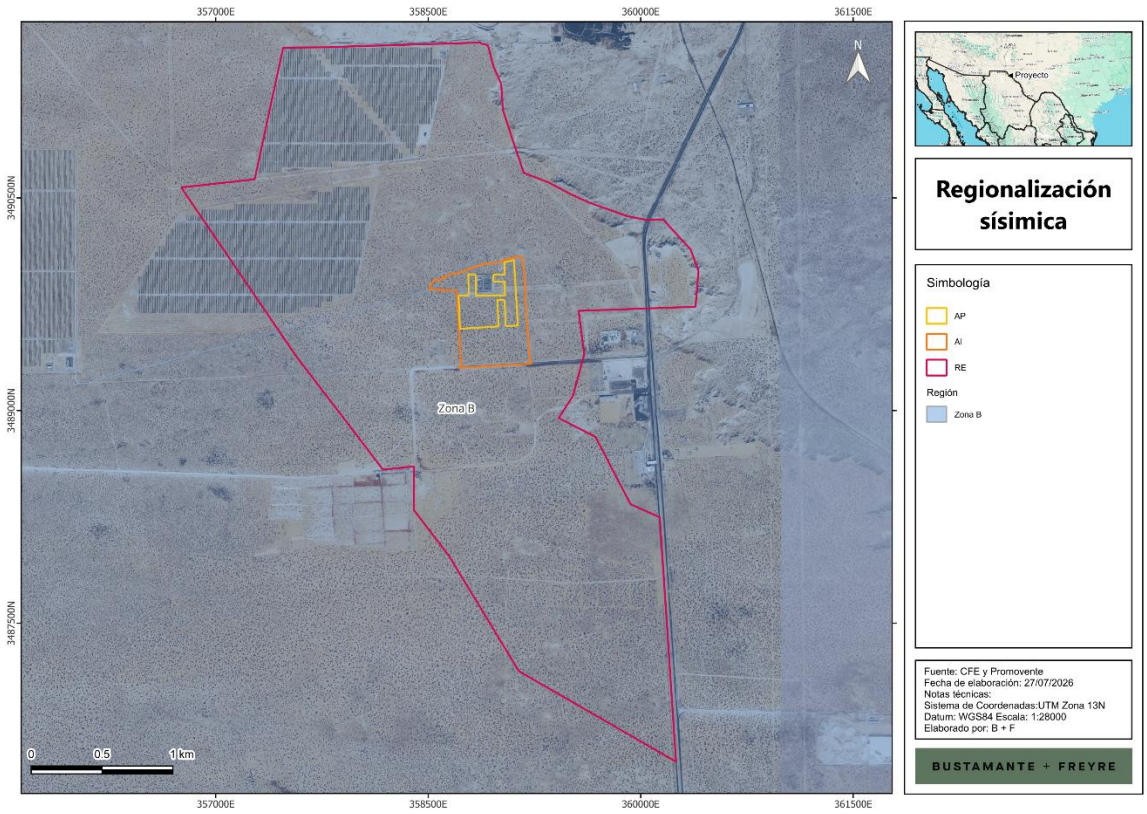
Regionalización sísmica

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%.
- *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, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la zona B (**Figura III.19**), la cual es una zona de media intensidad sísmica, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Figura III.19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México



Intensidad sísmica

La intensidad sísmica se refiera al grado de afectación que la ocurrencia de un sismo puede tener sobre la infraestructura y las actividades humanas. Se mide a través de la escala modificada de Mercalli (Servicio Sismológico Nacional, s.f.) como se muestra a continuación:

Tabla III.6. Escala de Mercalli.

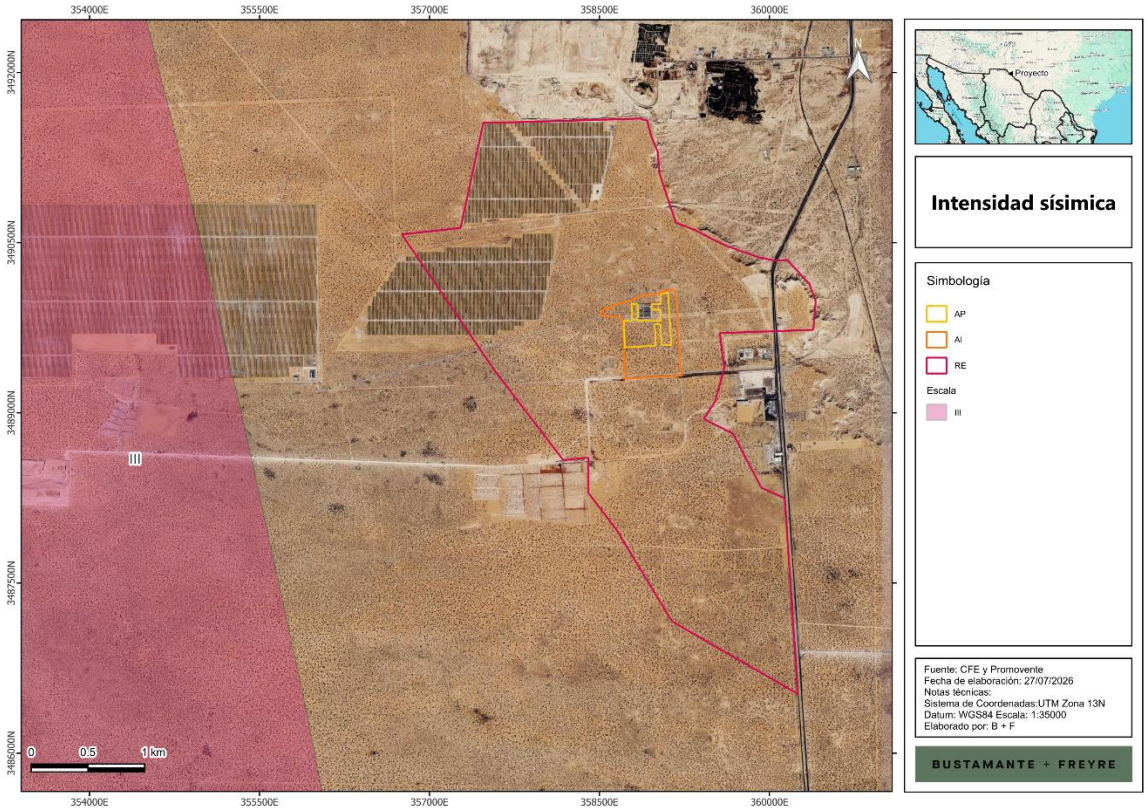
Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como el paso de un camión. Duración apreciable.

Intensidad	Efectos
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libe por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno.

De acuerdo con el mapa global de intensidad que representa la actividad sísmica en el país, la **RE, AI** y **AP** no inciden en áreas con clasificación de intensidad (**Figura III.20**).

Figura III.20. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México.



Deslizamientos / derrumbes

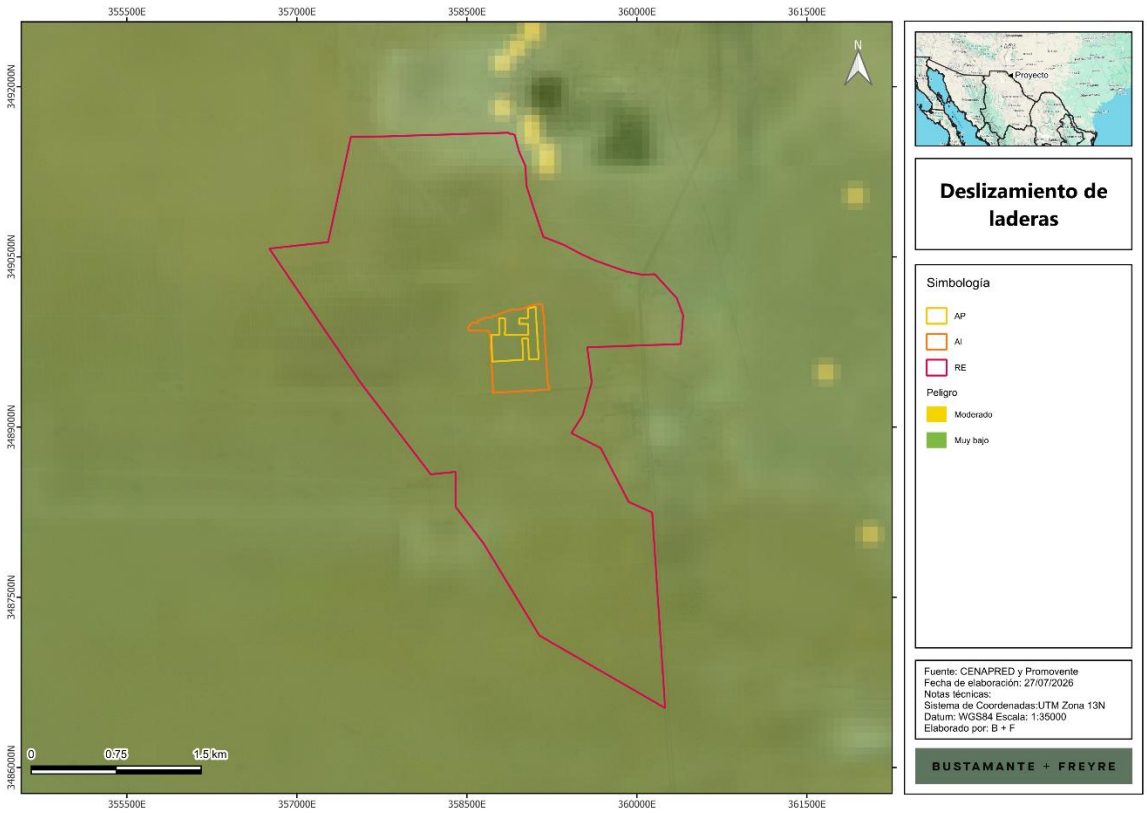
Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor 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), publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, la **RE**, **AI** y **AP** pertenecen a una región con peligro por deslizamiento potencial de laderas, sin embargo, es una clasificación regional que, en el caso particular de la **RE**, **AI** y **AP** podría considerarse con potencial muy bajo, dado que se trata de una zona predominantemente llana (**Figura III.21**).

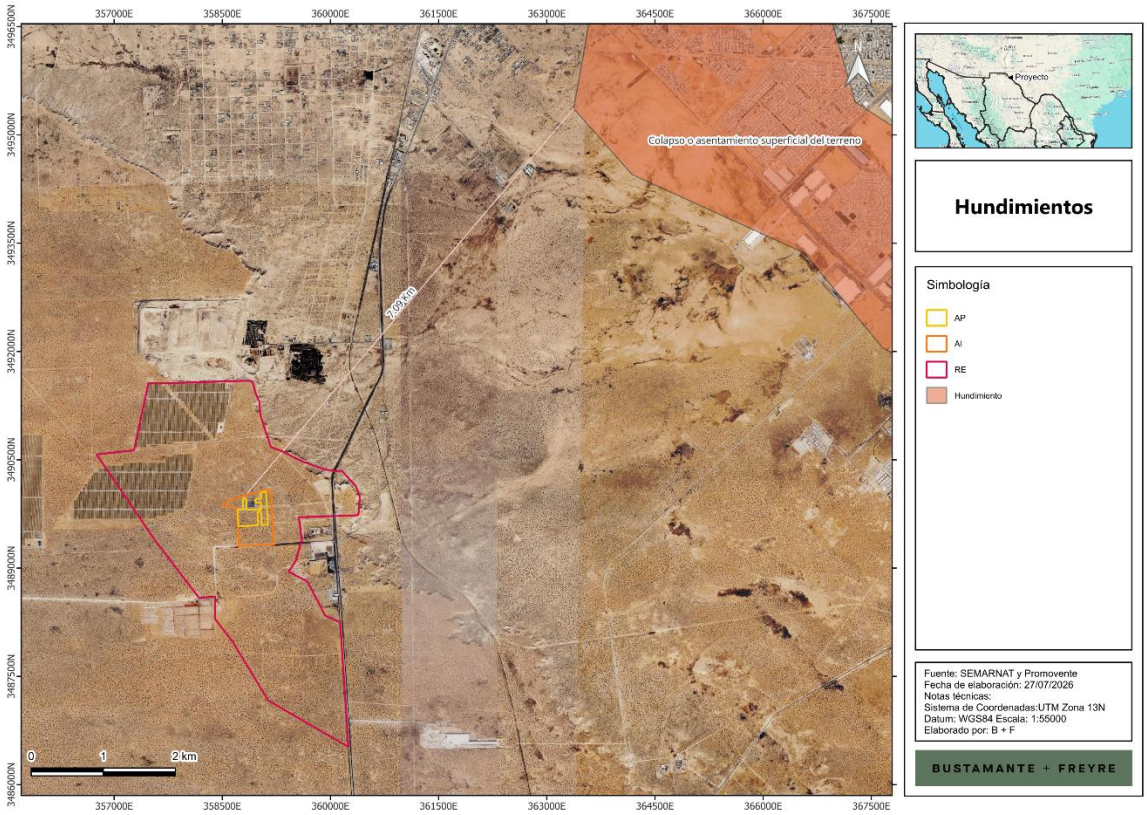
Figura III.21. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP



Hundimientos

Por otro lado, el **CENAPRED** también cuenta con la ubicación de los municipios susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran fuera de zonas con peligro por hundimientos (**Figura III.22**).

Figura III.22. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP

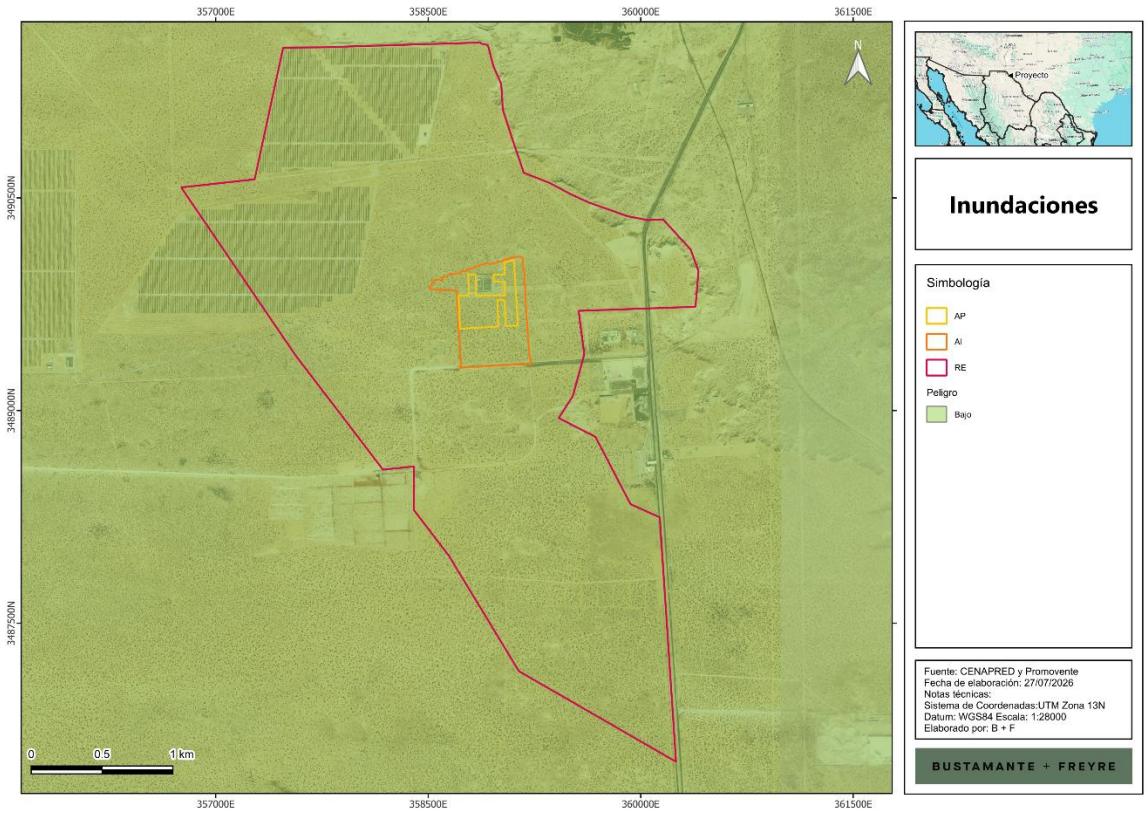


Inundaciones

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.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** la **RE, AI** y **AP** se ubican en zonas de peligro bajo por inundaciones (**Figura III.23**).

Figura III.23. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP

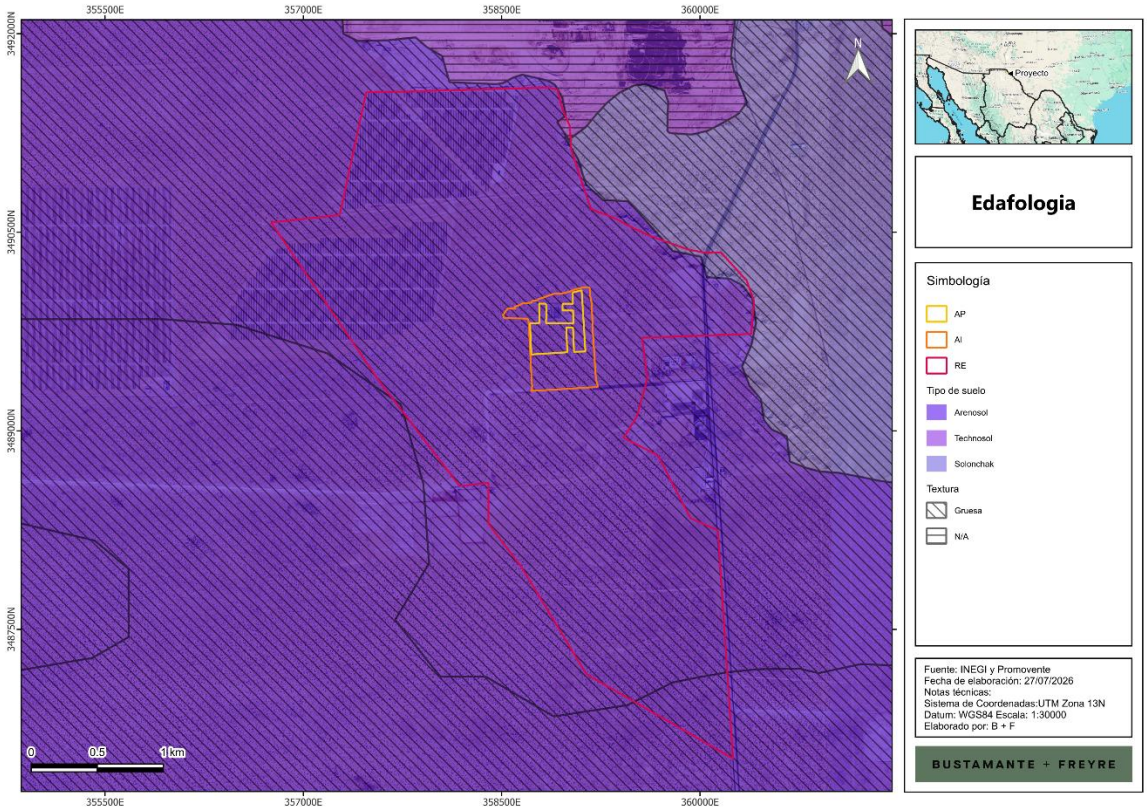


III.2.2.3. Suelo

III.2.2.3.1. Tipos de suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, en esta **MIA-R** se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000, a partir de la cual se obtuvo que, en la **RE** los tipos de suelo presentes son arenosol, technosol y solonchack; mientras que el **AI** y **AP** inciden únicamente en arenosol; la distribución de estos tipos de suelo se muestra en la **Figura III.24**.

Figura III.24. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP



En la **RE** el tipo de suelo predominante es el arenosol, mientras que, en el **AI** y **AP** únicamente se encuentra el arenosol (**Tabla III.7**).

Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP

Clave	Tipo	Textura	RE		AI		AP	
			ha	%	ha	%	ha	%
SCha-qs+RGszn-ca/1	Solonchak	Gruesa	6.135	0.7%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
SNap-pcp+ARso-ca/1	Arenosol	Gruesa	25.493	2.9%	0.00	0.00%	0	0.00%
SNap-qc+ARso-ad/1			847.444	96.3%	36.34	100.00%	11.099	100.00%
TCsp	Technosol	N/A	0.882	0.1%	0.00	0.00%	0	0.00%
Total general			879.955	100.00%	36.343	100.00%	11.099	100.00%

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).

- **Solonchack**

Este grupo integra suelos con alta concentración de sales solubles en alguna época del año. Los Solonchaks se localizan principalmente en zonas áridas y semiáridas, así como en regiones costeras o depresiones cerradas, donde la evaporación supera ampliamente a la precipitación. En consecuencia, suelen presentar vegetación escasa, fuerte limitación para el desarrollo radicular y restricciones importantes para el uso agrícola sin manejo de sales y drenaje.

Material parental: materiales salinos o con aporte salino, frecuentemente en cuencas cerradas, planicies aluviales o depósitos costeros.

Medio ambiente: climas áridos y semiáridos, con alta evaporación, drenaje deficiente o acumulación de sales por ascenso capilar; relieve generalmente plano o ligeramente deprimido.

Desarrollo del perfil: por lo común, presentan poca diferenciación de horizontes y acumulación de sales en la parte superficial o subsuperficial.

- **Arenosol**

Este grupo integra suelos de textura predominantemente arenosa, desarrollados sobre arenas residuales o materiales arenosos depositados recientemente. Los Arenosols presentan baja retención de agua y nutrientes, escaso desarrollo del perfil y alta susceptibilidad a la erosión eólica, por lo que su aptitud para usos productivos depende fuertemente del agua disponible y del manejo del suelo.

Material parental: arenas no consolidadas, en ocasiones calcáreas, provenientes de sedimentos arenosos o de arenas in situ derivadas de la meteorización de rocas ricas en cuarzo.

Medio ambiente: desde zonas áridas hasta húmedas, aunque son muy comunes en superficies arenosas, dunas, planicies arenosas y llanuras extensas; la vegetación puede ir de desértica a herbácea o de bosque ligero.

Desarrollo del perfil: en zonas secas muestran desarrollo edáfico muy pobre o nulo; en ambientes más húmedos pueden presentar horizontes de alteración o eluviación, pero generalmente insuficientes para definir un desarrollo fuerte.

- **Techonosol**

Este grupo integra suelos cuya génesis y propiedades están dominadas por materiales técnicos o de origen humano. Los Technosols incluyen suelos con presencia significativa de artefactos, rellenos, escombros, materiales construidos o superficies selladas, y por ello suelen mostrar un comportamiento muy heterogéneo y condicionado por la actividad antrópica.

Material parental: materiales expuestos, depositados o transformados por actividad humana, como rellenos, residuos, escombros, capas constructivas o materiales tecnificados.

Medio ambiente: principalmente zonas urbanas, industriales o de infraestructura, en áreas pequeñas pero de distribución compleja, donde el suelo natural ha sido reemplazado o profundamente modificado.

Desarrollo del perfil: el perfil es muy variable y frecuentemente artificial, con escasa o nula pedogénesis natural y fuerte influencia de materiales antrópicos.

III.2.2.3.2. Erosión

De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), la **RE** se ubica en áreas con procesos erosivos eólicos y, en una pequeña porción, con procesos erosivos antrópicos e hídricos. El **AI** y **AP** se encuentran totalmente en áreas con procesos erosivos eólicos (**Figura III.25** y **Tabla III.8**).

Figura III.25. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP

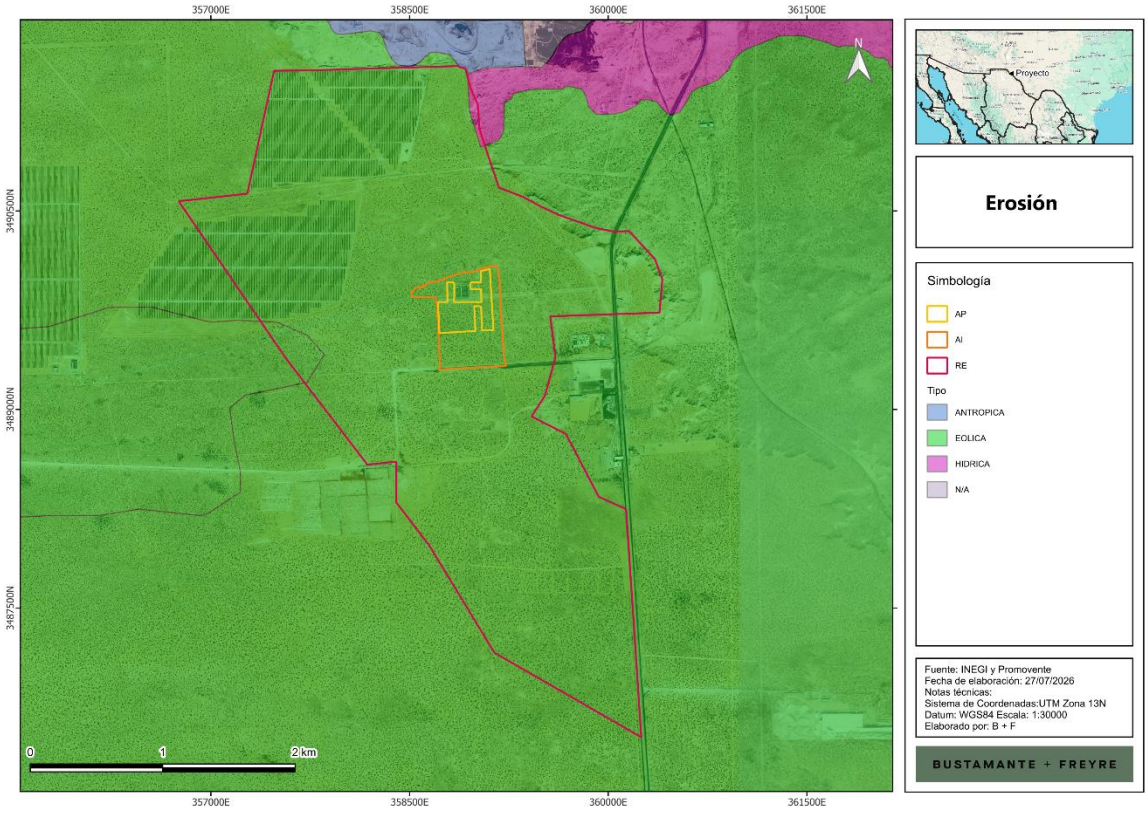


Tabla III.8. Superficies con erosión en la RE, AI y AP

Clase	Tipo	Forma	Grado	RE		AI		AP	
				ha	%	ha	%	ha	%
A	ANTROPICA	N/A	N/A	0.015	0.0%	0	0.00%	0	0.00%
ED + EM	EOLICA	Dunas/Monticulos	N/A	877.933	99.8%	36.343	100.00%	11.099	100.00%
HL2	HIDRICA	**Laminar**	**Moderado**	2.0077	0.2%	0	0.00%	**0**	0.00%
Total general				879.955	100.00%	36.34	100.00%	11.099	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[7]), se observa que, al noreste de la **RE** existe una pequeña

[7] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

superficie con degradación física por pérdida de la función productiva. Sin embargo, en la mayor parte de la **RE,** así como del **AI** y el **AP** no se detectan polígonos con degradación del suelo (**Figura III.26** y **Tabla III.9**).

Figura III.26. Degradación de suelos en la RE, AI y AP

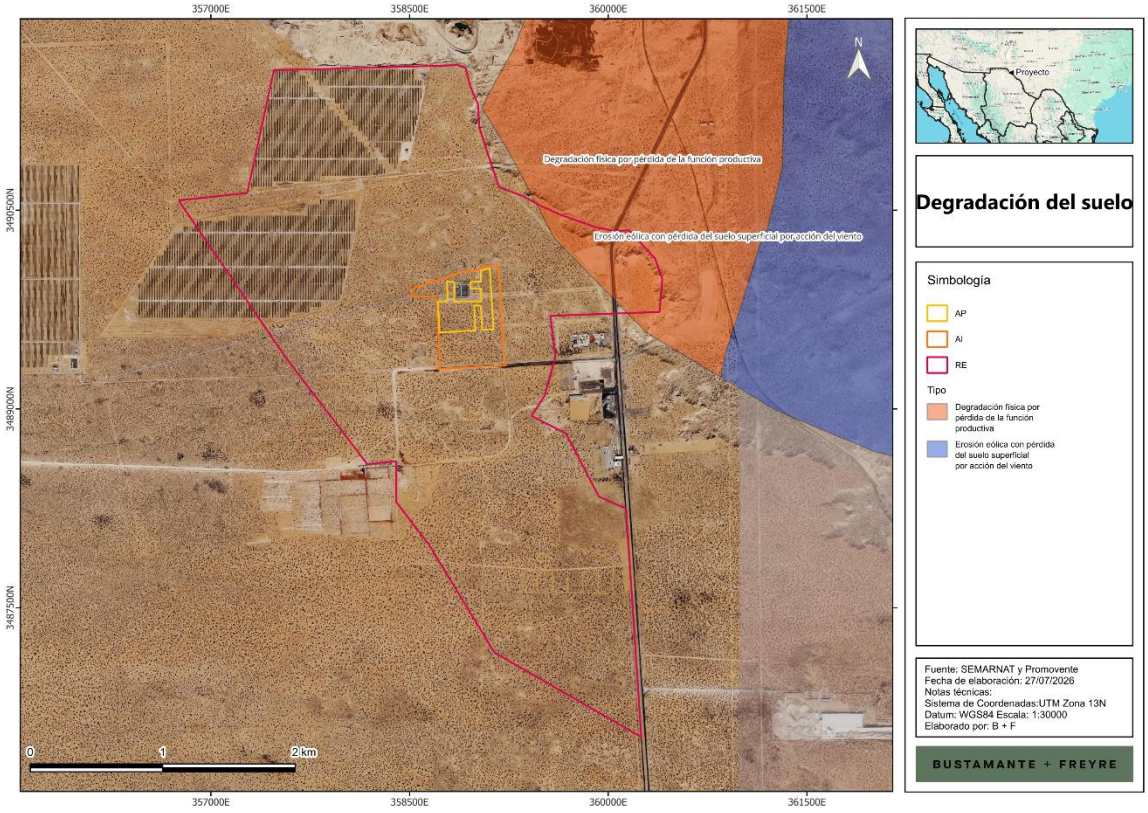


Tabla III.9. Superficies por tipo de degradación del suelo en RE, AI y AP

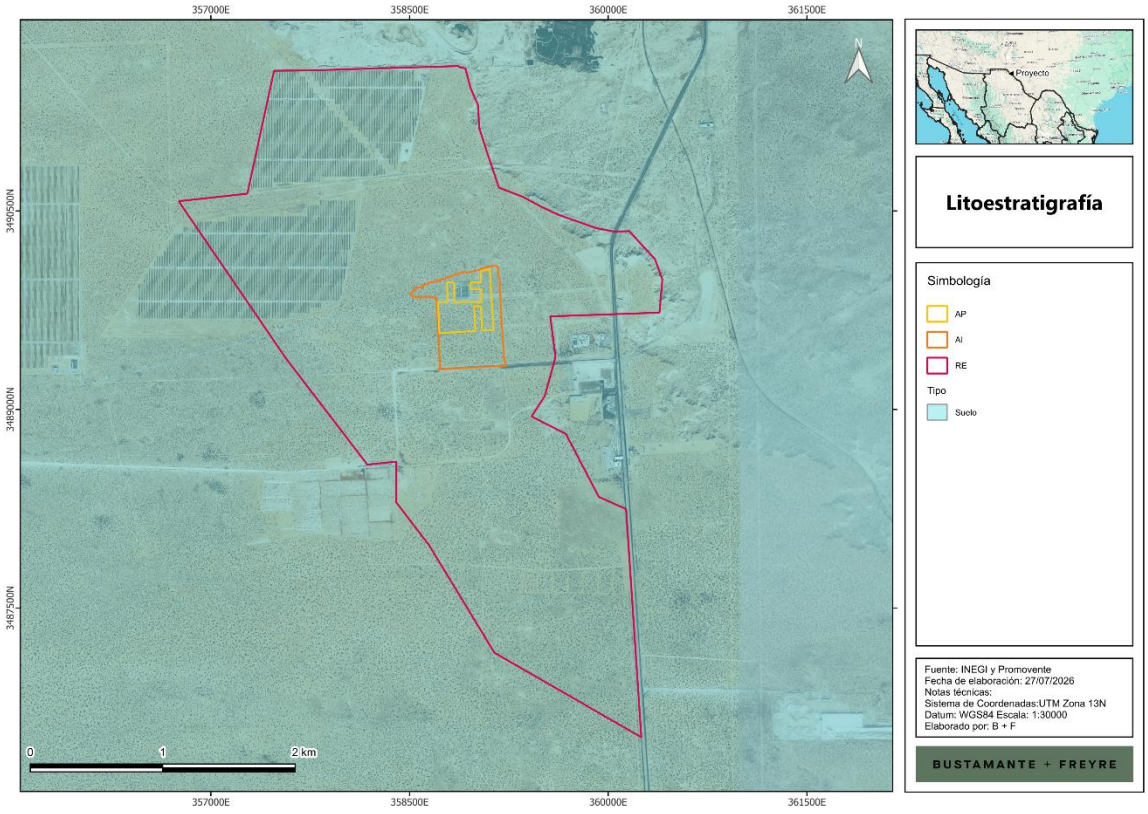
Tipo	Grado	Causa	Superficie RE (ha)	Porcentaje RE	Superficie AI (ha)	Porcentaje AI	Superficie AP (ha)	Porcentaje AP
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Urbanización	35.589	4%	0	0%	0	0%
Sin degradación			844.366	96%	36.343	100%	11.0992	100%
Total			879.955	100.00%	36.343	100%	11.0992	100%

III.2.2.4. Geología

La **RE, AI** y **AP** se encuentra en zonas con unidad litoestratigráfica de tipo “suelo”, la cual corresponde al depósito edáfico formado por la meteorización del material parental y la acumulación de materia orgánica, que presenta horizontes diferenciados y características físicas y químicas propias (textura, estructura, contenido de carbono orgánico, sales, carbonatos, etc.) (**Figura III.27**).

Es el cuerpo natural que recubre la superficie rocosa o la regolita y que permite el desarrollo de la vegetación, clasificado en diferentes unidades y subunidades (Arenosol, Solonchak, Regosol, Feozem, etc.) de acuerdo con el sistema de clasificación de suelos adoptado por **INEGI**.

Figura III.27. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP



III.2.2.5. Agua

III.2.2.5.1. Hidrología superficial

Ubicación en la región hidrográfica, cuenca, subcuenca y microcuenca

La **RE**, el **AI** y el **AP** se localizan dentro de la región hidrológica RH-24 Bravo-Conchos (**Figura III.28**). En lo que respecta a las cuencas hidrológicas, la **RE** se encuentra comprendida en las cuencas Río Bravo-Ciudad Juárez y Río Santa María, mientras que el **AI** y el **AP** se ubican únicamente en la **cuenca Río Bravo-Ciudad Juárez (Figura III.29).**

A nivel de subcuenca, la **RE** se emplaza en las subcuencas Río Bravo y Palmar del Berrendo-El Traque; por su parte, el **AI** y el **AP** se localizan exclusivamente en la subcuenca **Río Bravo (Figura III.30).** De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se sitúa en las microcuencas Samalayuca y Juárez, mientras que el **AI** y el **AP** corresponden únicamente a la microcuenca Juárez (**Figura III.31)**.

Figura III.28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas

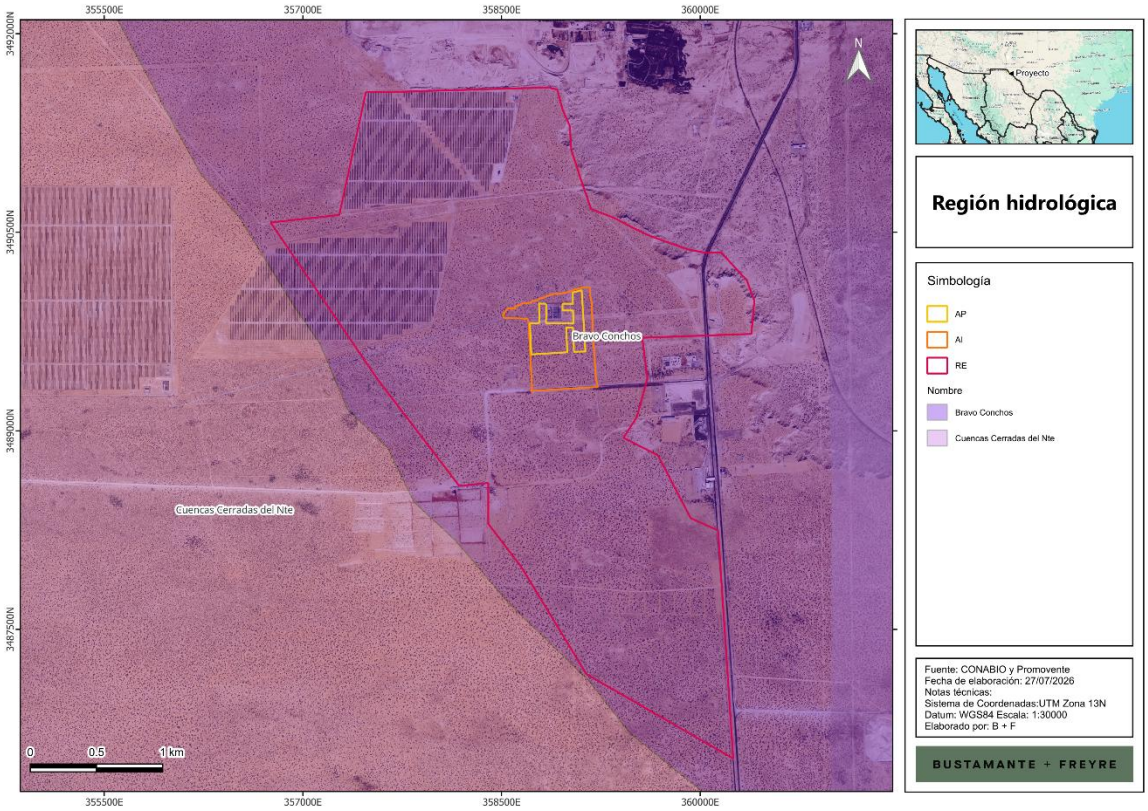


Figura III.29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas

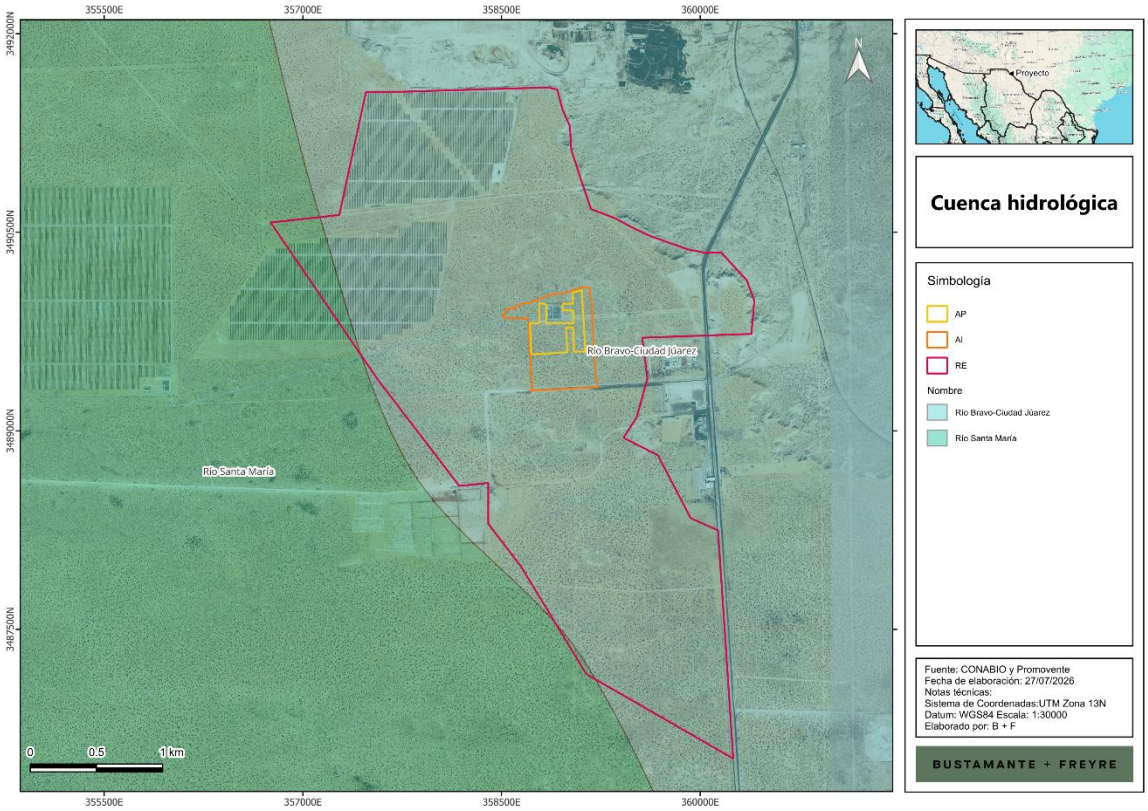


Figura III.30. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas.

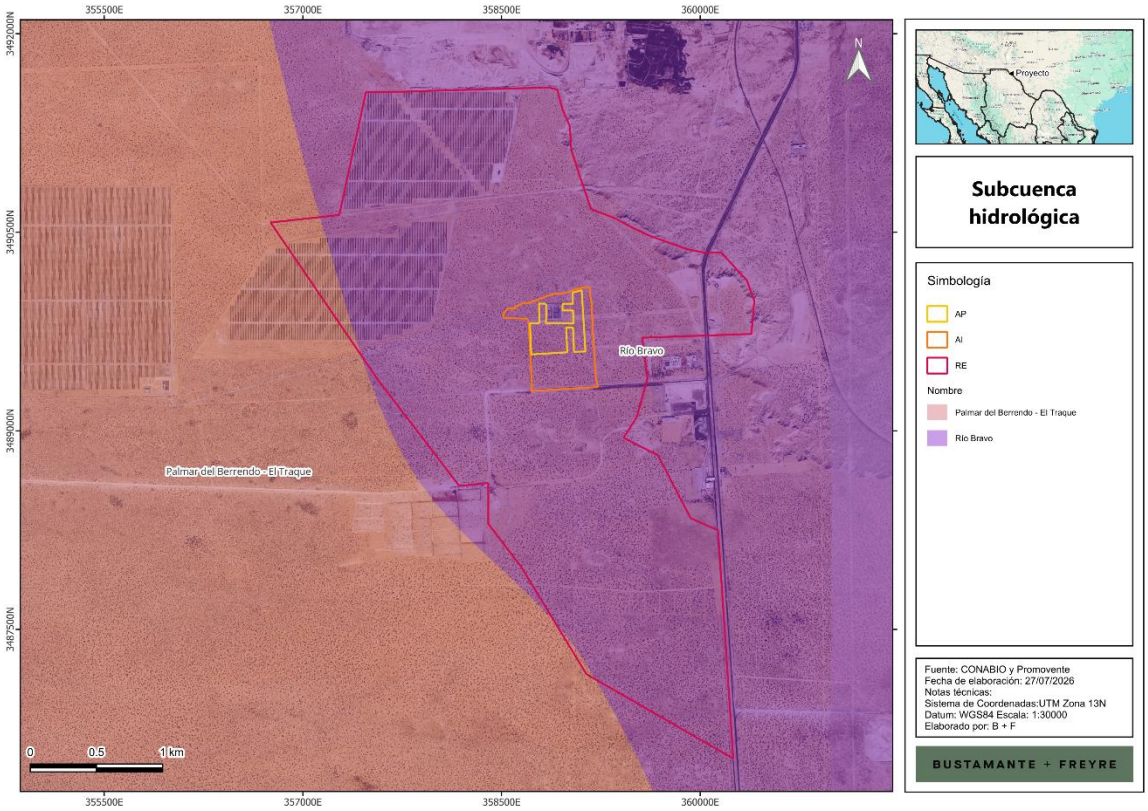
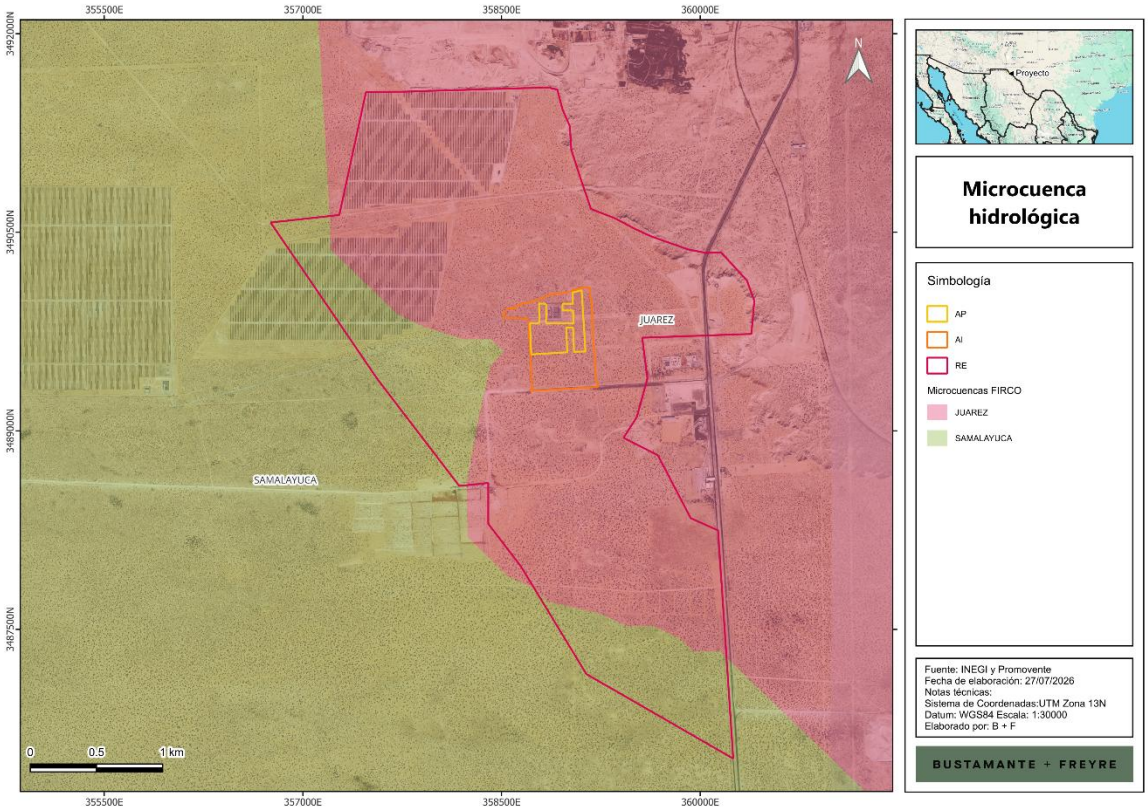


Figura III.31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las microcuencas



Corrientes y cuerpos de agua

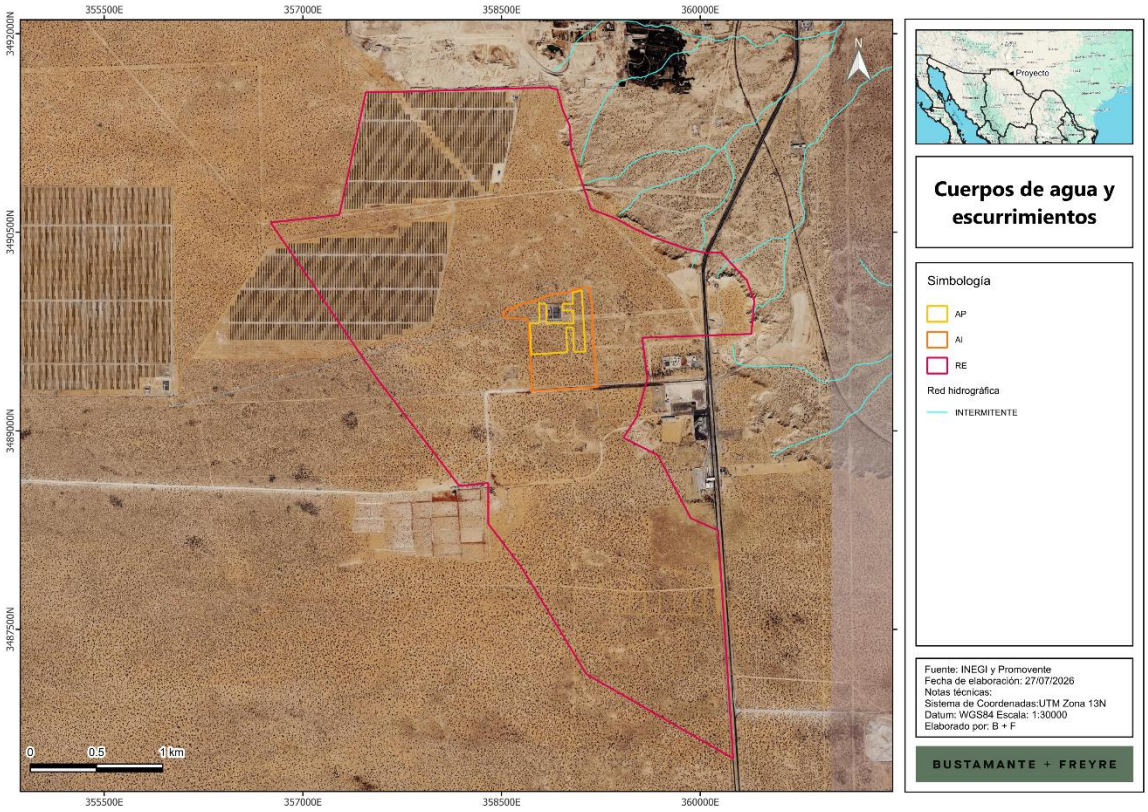
Con el propósito de evaluar la interacción de la **RE**, el **AI** y el **AP** con la hidrografía superficial de la región, se realizó la consulta y compilación de la información disponible en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas **(SIATL)**, complementada con la interpretación de la cartografía e imagen satelital del sitio. De acuerdo con la revisión realizada, en el entorno de la **RE** se identifican dos escurrimientos de tipo intermitente localizados hacia el noreste del polígono, los cuales forman parte de la red de drenaje superficial regional y corresponden a cauces que únicamente presentan flujo en eventos de precipitación o avenidas extraordinarias. Estos escurrimientos siguen una dirección general asociada al relieve local, en un contexto de superficie predominantemente árida y con escasa densidad de drenaje. Esta condición sugiere que el patrón hidrológico del sitio está dominado por escurrimientos efímeros e intermitentes, propios de ambientes desérticos, en los que la presencia de cauces activos es limitada y la circulación superficial del agua ocurre de manera temporal y dispersa.

Por otra parte, dentro del **AI** y del **AP** no se registran corrientes, escurrimientos ni cuerpos de agua superficiales, lo que indica una ausencia de hidrografía permanente o bien definida en el **AI** y **AP**. En consecuencia, la interacción directa del **Proyecto** con cuerpos de agua superficiales es nula,

aunque deberá considerarse que, durante lluvias intensas, los escurrimientos regionales pueden incrementar de forma temporal el transporte de agua y sedimentos en las zonas aledañas.

La distribución espacial de las corrientes y cuerpos de agua respecto de la **RE**, el **AI** y el **AP** se presenta en la **Figura III.32**.

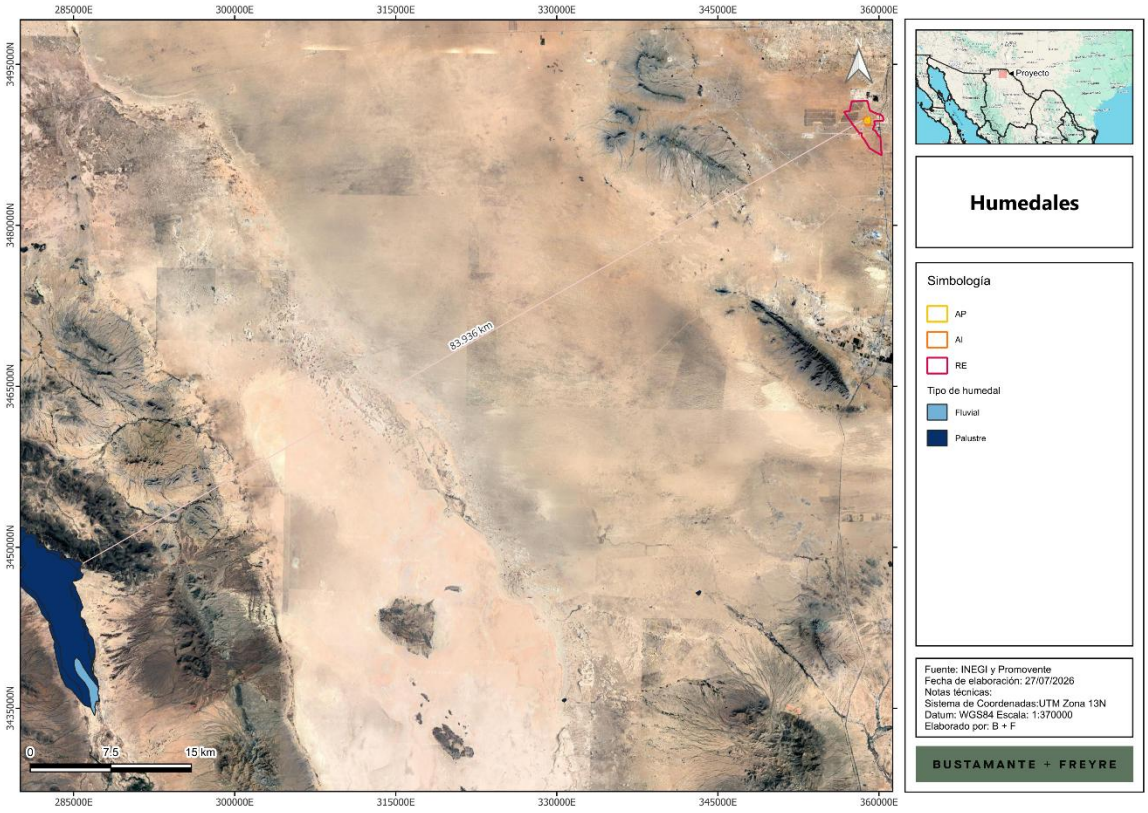
Figura III.32. Hidrología superficial de la **RE, AI** y **AP**



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 los más próximos se encuentran al suroeste fuera de la **RE**, a una distancia aproximada de 83.936 km (**Figura III.33**).

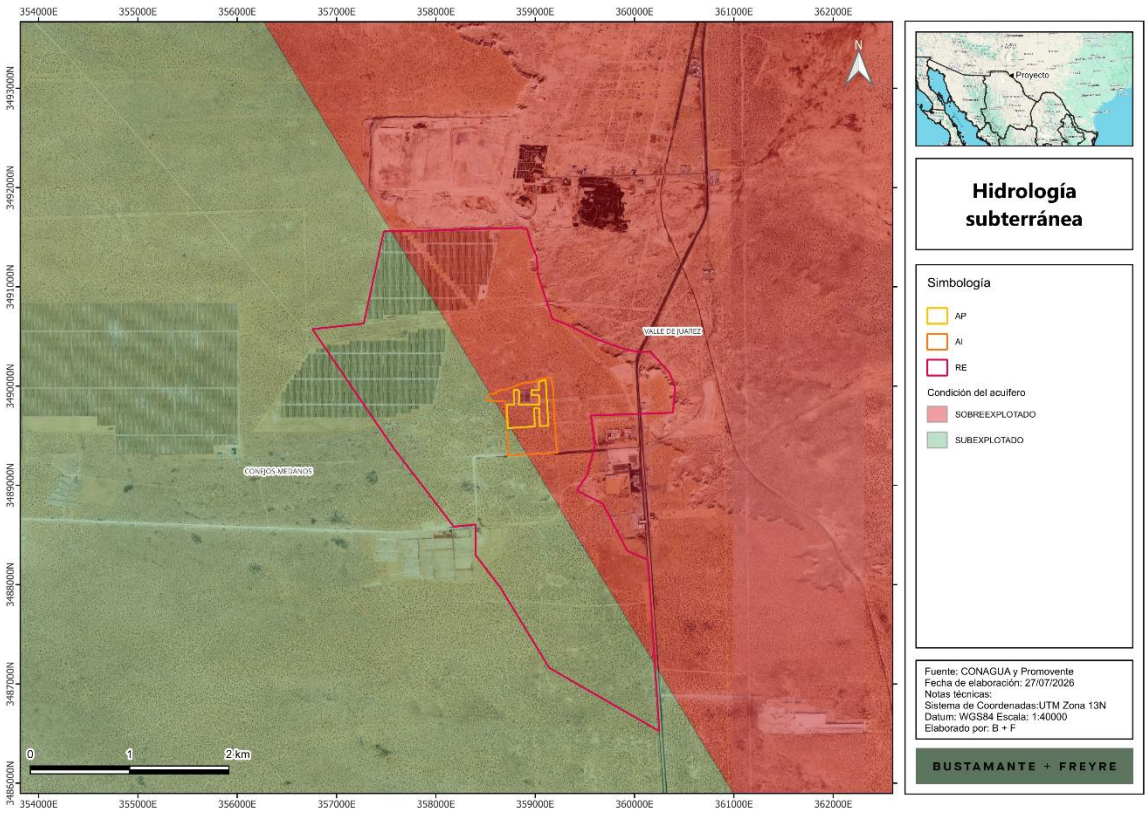
Figura III.33. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales



III.2.2.5.2. Hidrología subterránea

Según el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (**SIGMAS**) de la **CONAGUA**, la **RE, AI** y **AP** inciden sobre dos acuíferos: Valle de Juárez y Conejos-Médanos (**Figura III.34**).

Figura III.34. 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. Los datos para los acuíferos sobre los cuales inciden la **RE, AI** y **AP** se muestran en la **Tabla III.10.**

Tabla III.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
0833	Valle de Juárez	125.9	0.0	199.233	0.0	-73.333	RE, AI, AP
0823	Conejos-Médanos	18.8	0.0	109.223	0.0	-90.423	RE, AI, AP

R: Recarga media anual, DNC: Descarga natural comprometida, VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas, DMA: Disponibilidad media anual.

Con respecto a la calidad del agua de estos acuíferos, se consultaron los indicadores de calidad del agua de la **CONAGUA**[8], los cuales presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, dando información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados (**Tabla III.11**).

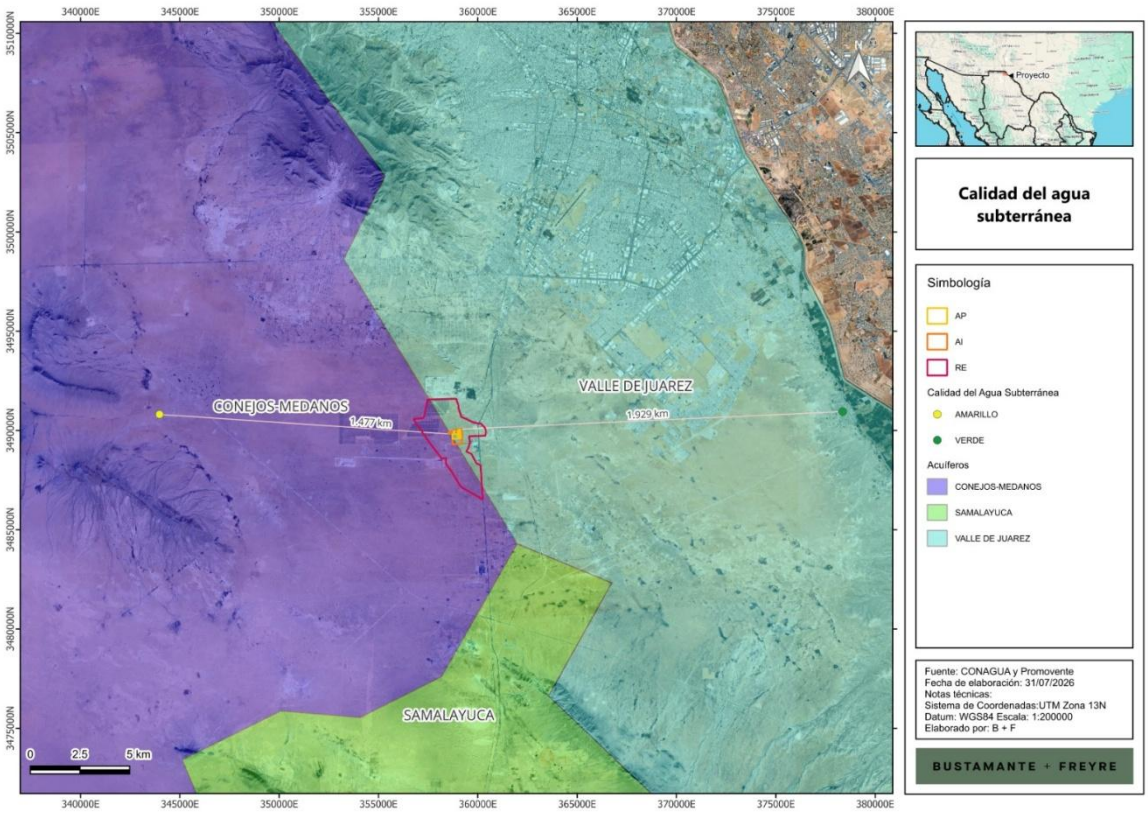
Tabla III.11. Parámetros de calidad del agua subterránea.

Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Catorce indicadores Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total	**Verde**
	Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados.
	Amarillo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total
	Rojo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total

Con base en la ubicación de los sitios de monitoreo de la **CONAGUA** se identificó un punto en el acuífero Valle de Juárez y otro en Conejo-Médanos. El punto ubicado en el acuífero Valle de Juárez se ubica 19.27 km al este del **AP** y presenta un semáforo verde, es decir, cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados. En cuanto al punto ubicado en el acuífero Conejo-Médanos, este se encuentra a 14.834 km del **AP** y presenta un semáforo amarillo, es decir, incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: alcalinidad, conductividad, dureza, sólidos disueltos totales, manganeso total y hierro total (**Figura III.35**).

[8] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Figura III.35. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en la RE, AI o AP.



III.2.2.6. Aire

Para describir la calidad del aire, se consultó el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (**INEM**), el cual es integrado por la **SEMARNAT** y 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, AI** y **AI** se ubican en el municipio de Juárez, el cual presenta las siguientes emisiones, en donde destacan las emisiones de CO.

Tabla III.12. Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP.[9]

Municipio	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Juárez	3,934.12	3,078.39	4,607.71	89,434.44	31,146.39	28,923.40	1,513.71

Las emisiones de CO provienen principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte) así como fuentes de fijas, mientras que los COV provienen principalmente de fuentes naturales; todas estas fuentes con probable presencia en la **RE** y en el **AI** (**Tabla III.13**).

Tabla III.13. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9]

Municipio	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Juárez	Fuentes de área	Agropecuarias	151.11	76.27	2.27	319.86	16.03	24.32	86.41
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	158.34	95.96	0.00	228.53	4.21	43.04	0.00
		Fuentes misceláneas	1,358.63	858.42	65.26	160.28	36.15	18.10	1,317.07
		Manejo de Residuos	0.08	0.08	0.00	2.22	0.01	2,669.05	0.00
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	24.23	20.38	1.35	210.53	360.83	13.60	4.67
		Uso de Solventes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13,045.47	0.00
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,876.26	0.00
	Fuentes fijas	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	49.83	49.83	0.03	6,988.72	12.45	107.21	0.00
		Alimentos y bebidas	0.01	0.01	0.16	20.21	106.39	4.18	0.00
		Cuero, piel y materiales sucedáneos	0.11	0.11	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
		Derivados del petróleo y carbón	0.00	0.00	12.57	14.11	2.33	0.00	0.00
		Extracción/Beneficio minerales no metálicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Impresión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00
		Industria de la madera	0.00	0.00	0.00	6.79	4.93	0.00	0.00
		Industria textil	13.20	11.77	0.77	417.81	0.34	0.89	0.01

[9] https://gisviewer.semarnat.gob.mx/wmaplicacion/inem/

Municipio	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
		Manejo de desechos y remediación	0.01	0.01	0.00	3.87	0.00	0.01	0.00
		Metálico	18.84	18.84	2.78	33.24	350.23	189.46	0.00
		Minerales no metálicos	58.53	35.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Papel y cartón	3.09	3.09	1.20	433.50	3,178.33	132.59	0.00
		Plástico y hule	5.36	5.36	0.00	711.58	4,407.84	48.82	0.00
		Automotriz	17.88	12.99	0.08	21.19	22.14	47.09	0.43
		Cemento y cal	32.96	20.43	285.87	194.36	305.89	0.04	0.03
		Generación de energía eléctrica	1,152.57	1,056.41	3,831.83	1,721.43	4,210.47	58.19	13.98
		Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	0.70	0.70	0.06	7.72	9.19	0.51	0.29
		Petróleo y petroquímica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.14	0.00
		Pinturas y tintas	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00
		Química	1.05	1.05	0.08	11.61	13.84	0.76	0.44
		Tratamiento de residuos peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fuentes móviles	Carreteras	877.26	801.76	400.17	77,813.53	17,746.28	7,421.39	89.63
		No carreteras	10.27	9.45	3.23	113.28	315.32	26.06	0.75
	Fuentes naturales	Emisiones biogénicas	0.00	0.00	0.00	0.00	43.19	106.54	0.00

III.2.2. Medio biótico

III.2.2.1. Uso de suelo y vegetación

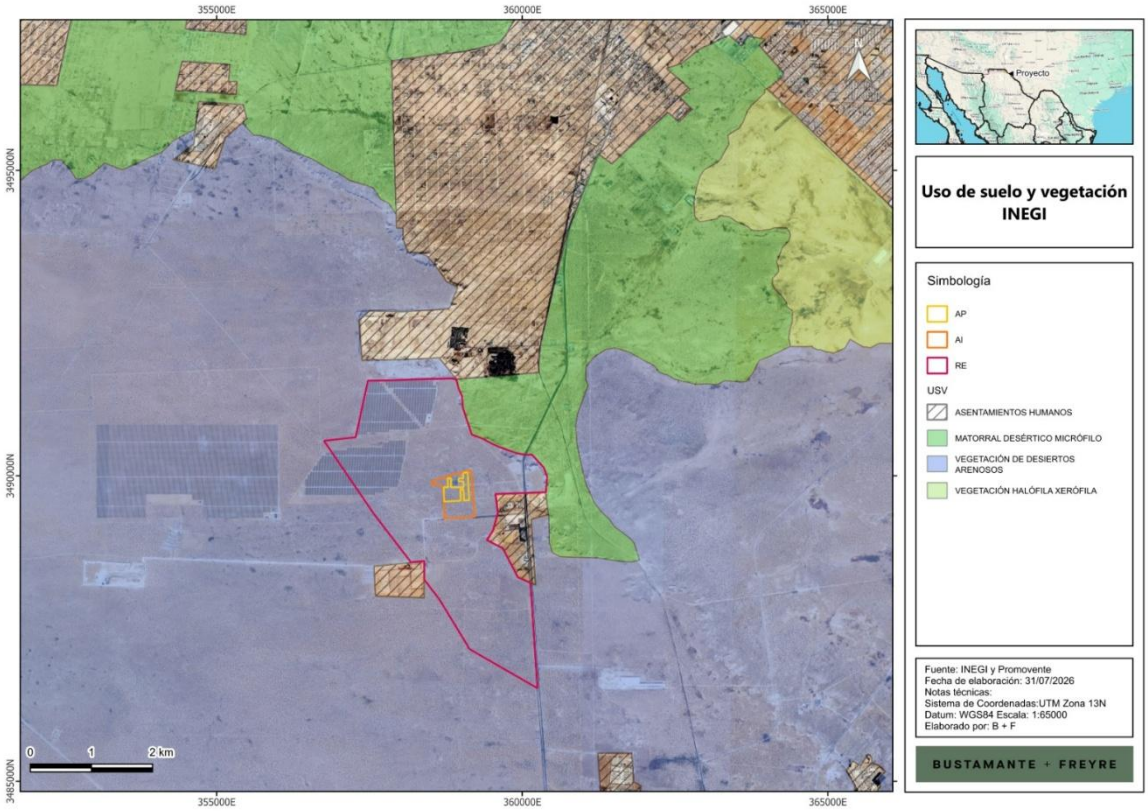
La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies 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, AI** y **AP** tienen incidencia en un solo tipo de vegetación: vegetación de desiertos arenosos (**Figura III.36** y **Tabla III.14**).

Tabla III.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

Clave	Tipo	Superficie (ha)			Porcentaje		
		SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
VD	VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	879.955	36.343	11.099	100.00%	100.00%	100.00%
	Total	**879.955**	**36.343**	**11.099**	**100%**	**100%**	**100%**

Figura III.36. 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 la **Tabla III.15** y **Figura III.37.**

Tabla III.15. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo

USV	AP	
	ha	%
Desprovisto de Vegetación	0.514	4.631%
Vegetación de Desiertos Arenosos	10.585	95.369%
Total	11.099	100%

De acuerdo con la tabla anterior, en el **AP** principalmente se encuentra el tipo de vegetación de desiertos arenosos la cual se distribuye en el 95.369% de la superficie total (10.585 ha), mientras que el 4.631%, equivalente a 0.514 ha, se encuentra desprovisto de vegetación. De la superficie total del **AP** se afectarán 11.099 ha, de las cuales 10.585 ha son de vegetación de desiertos arenosos y 0.514 ha corresponde a superficies desprovistas de vegetación. En la **Tabla III.16** se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del **Proyecto**.

Tabla III.16. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo

Uso de suelo y vegetación	Obra y/o componente	Área	%	Área por afectar
Desprovisto de Vegetación	Contenedores SAEE	0.007	0.059%	0.007
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.242	2.176%	0.242
Desprovisto de Vegetación	Estaciones de transformación	0.001	0.012%	0.001
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.061	0.547%	0.061
Desprovisto de Vegetación	Subestación elevadora	0.00007	0.001%	0.000
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.993	8.950%	0.993
Vegetación de Desiertos Arenosos	Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.470	4.233%	0.470
Desprovisto de Vegetación	Línea de interconexión (derecho de vía)	0.173	1.555%	0.173
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.601	5.412%	0.601
Desprovisto de Vegetación	Caminos de acceso e internos	0.007	0.059%	0.007
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.871	7.844%	0.871
Desprovisto de Vegetación	Red de media tensión (subterránea)	0.005	0.042%	0.005
Vegetación de Desiertos Arenosos		0.173	1.561%	0.173
Desprovisto de Vegetación	Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	0.045	0.409%	0.045
Vegetación de Desiertos Arenosos		2.602	23.441%	2.602
Desprovisto de Vegetación	Área libre	0.277	2.494%	0.277
Vegetación de Desiertos Arenosos		4.573	41.205%	4.573
Desprovisto de Vegetación	**Total por USV**	0.514	4.631%	0.514
Vegetación de Desiertos Arenosos		10.585	95.369%	10.585
Total		11.099	100.000%	11.099

Figura III.37. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP



En seguida se presenta la descripción del tipo de vegetación presente en la **RE, AI** y **AP** de acuerdo con información del **INEGI**[10]:

- **Vegetación de desiertos arenosos (VD)**

Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos perennes, cuyas raíces perforantes se anclan en la arena no consolidada y forman colonias por reproducción vegetativa.

Se agrupan por “manchones” en desiertos sumamente áridos. Algunas de las especies que se pueden encontrar son: *Larrea tridentata* (Gobernadora, Hediondilla), *Prosopis* spp. (Mezquites), *Yucca* spp., *Atriplex* spp. (Saladillos), *Opuntia* spp. (Chollas, Nopales), *Ephedra trifurca* (Hitamo), *Ambrosia dumosa* (Hierba del burro), etcétera.

Estas especies proceden de las áreas circunvecinas, generalmente con matorral desértico micrófilo, mezquital u otros tipos de vegetación.

[10] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250 000 : serie VII / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2021.

Este tipo de vegetación cubre amplias regiones, principalmente en las zonas áridas de Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California, como sucede en buena parte del noroeste del país.

- **Desprovisto de vegetación**

El **INEGI** considera estas superficies bajo la categoría de “Otro rasgo”, la cual refiere a la inclusión de información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni las áreas manejadas, pero que inciden sobre ellas, considerando las siguientes:

- Agua
- Urbano construido
- Área desprovista de vegetación
- Sin vegetación aparente

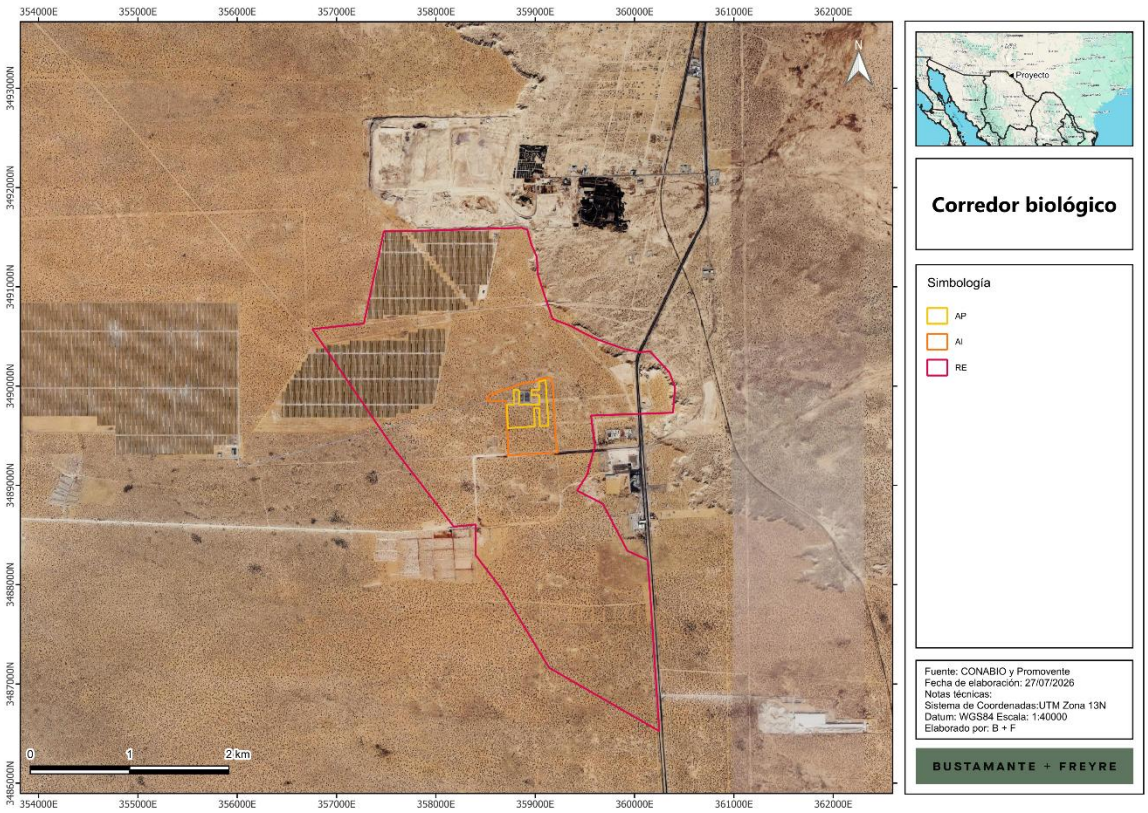
En el **Anexo III.3 Flora / Reportes fotográficos** se presentan las evidencias fotográficas de las condiciones de uso de suelo y vegetación presente en el **AP, AI** y **RE**

III.2.2.2. Corredores biológicos

De acuerdo con la cartografía de Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México (CONABIO, 2015), se observa que la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran fuera de corredores biológicos (

Figura III.38).

Figura III.38. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos.

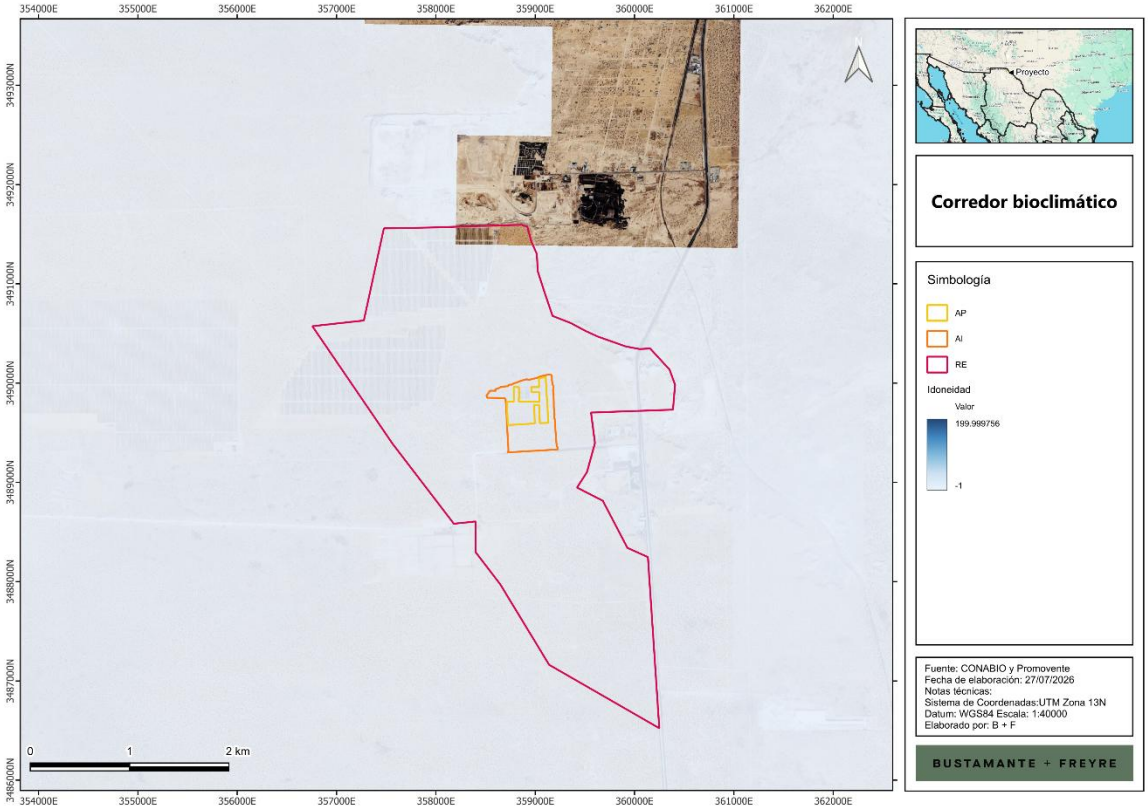


Los principales corredores biológicos en el sureste mexicano forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano y se enfocan en conectar áreas naturales protegidas para asegurar la conectividad de especies y promover el desarrollo sustentable.

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 corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa. Estos constituyen corredores bioclimáticos.

La capa de corredores bioclimáticos de **CONABIO** utilizada para este análisis expresa la idoneidad del territorio para la conectividad bioclimática mediante un índice continuo, cuyos valores oscilan entre **-**1 (idoneidad prácticamente nula) y aproximadamente 200 (idoneidad máxima). La **RE, AI** y **AP** se localizan mayormente en sectores con valores bajos de idoneidad, próximos al extremo inferior de la escala, lo que indica una participación limitada del sitio en la estructura del corredor bioclimático regional (**Figura III.39**).

Figura III.39. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos



III.2.2.3. Flora

III.2.2.3.1. Listado potencial de especies

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 cual 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:
    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. Asimismo, se confirmaron los registros que además de coincidir con la localidad, estuvieran dentro del mismo tipo de vegetación (vegetación de desiertos arenosos) que la presente en la **RE, AI** y **AP.**

III.2.2.3.2. Metodología de muestreo

Para determinar los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de los índices de diversidad y equidad por especies de flora para la **RE, AI** y **AP**, se utilizaron como referencia los procedimientos de muestreo incluidos en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2015); empleando un diseño de muestreo aleatorio por rodales.

Se levantaron un total de 15 rodales, 5 de ellos se realizaron dentro de la **RE**, 5 en el **AI** y 5 en el **AP**. Es importante mencionar que debido a las condiciones y situación actual en cuanto a seguridad en la región se refiere, los muestreos en la **RE** se realizaron únicamente en las zonas donde era posible el acceso para salvaguardar la integridad de cada uno de los técnicos que participaron en el muestreo. Finalmente, se menciona que los muestreos fueron realizados fueron realizados durante el periodo comprendido del 07 al 09 de julio de 2026.

La ubicación de los rodales se muestra de la

Figura III.40 a **Figura III.42** y en la **Tabla III.17** se presentan las coordenadas de ubicación de cada uno de los sitios.

Figura III.40. Ubicación de los rodales de muestreo en la **RE**

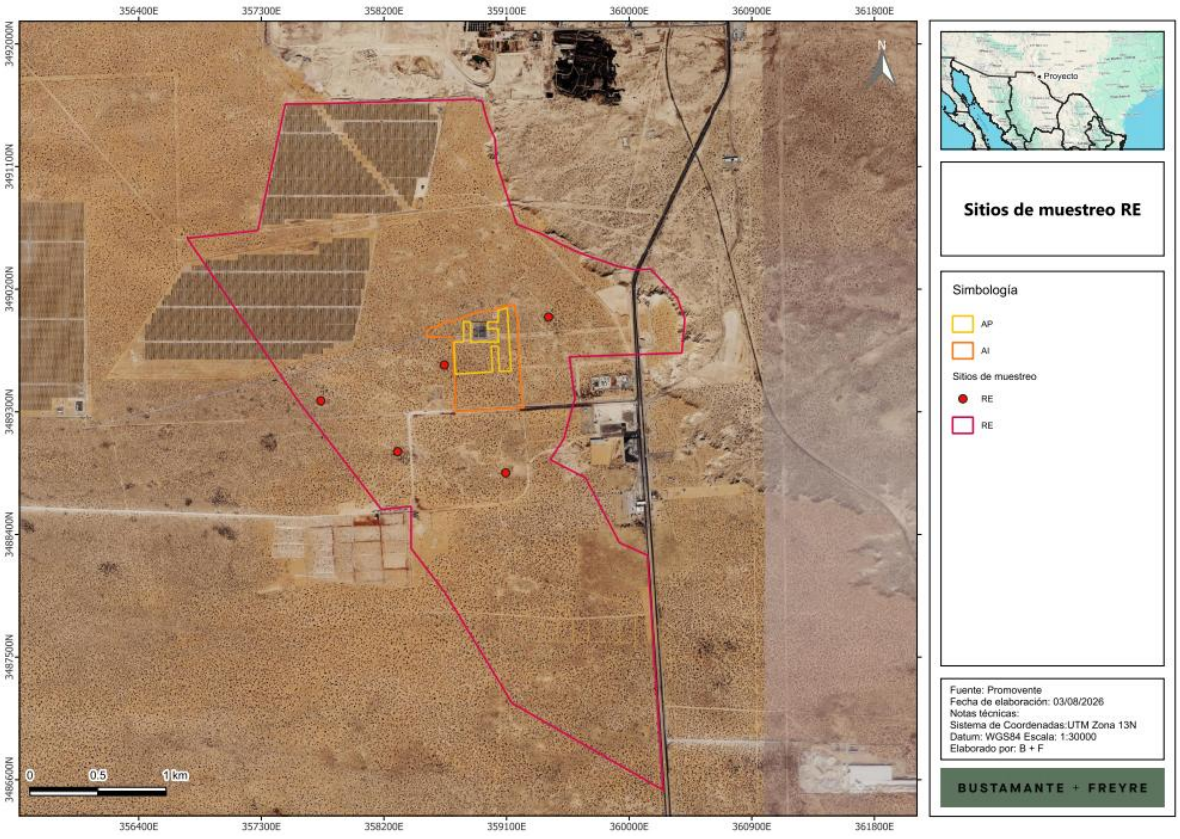


Figura III.41. Ubicación de los rodales de muestreo en la **AI**

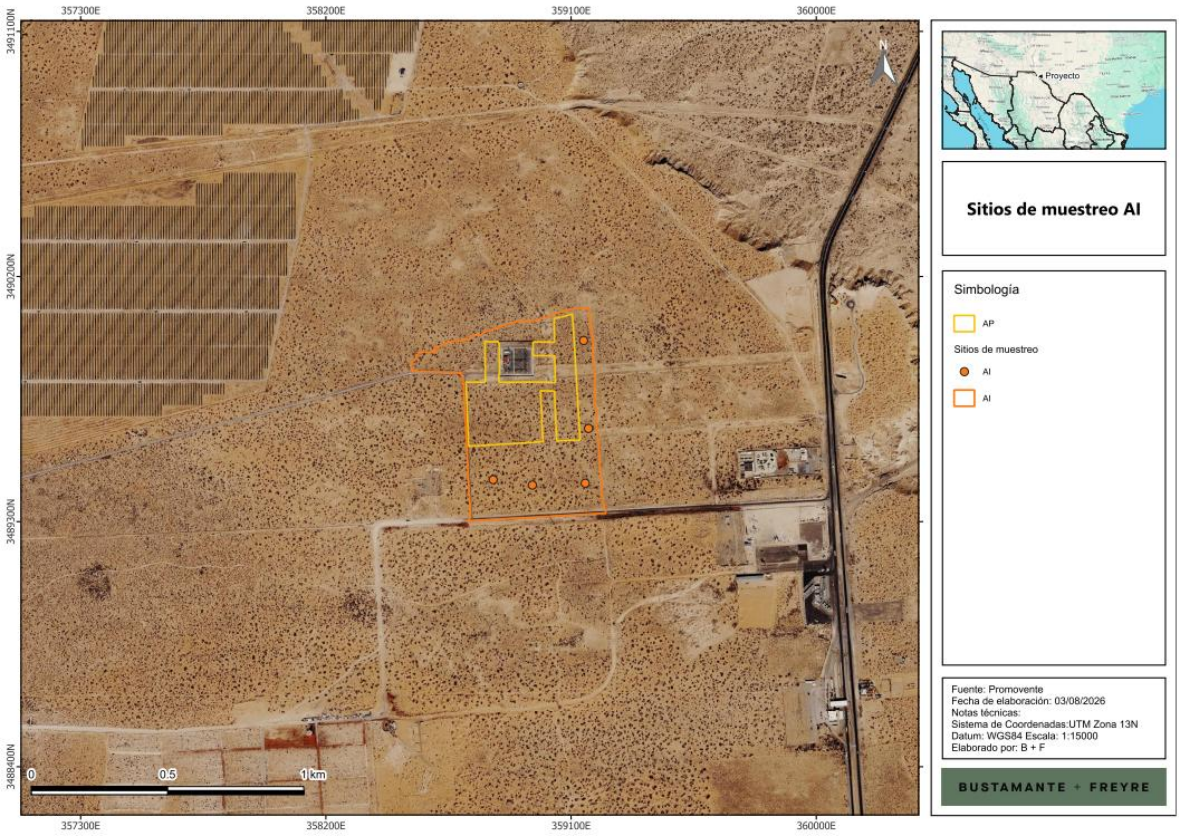


Figura III.42. Ubicación de los rodales de muestreo en la **AP**

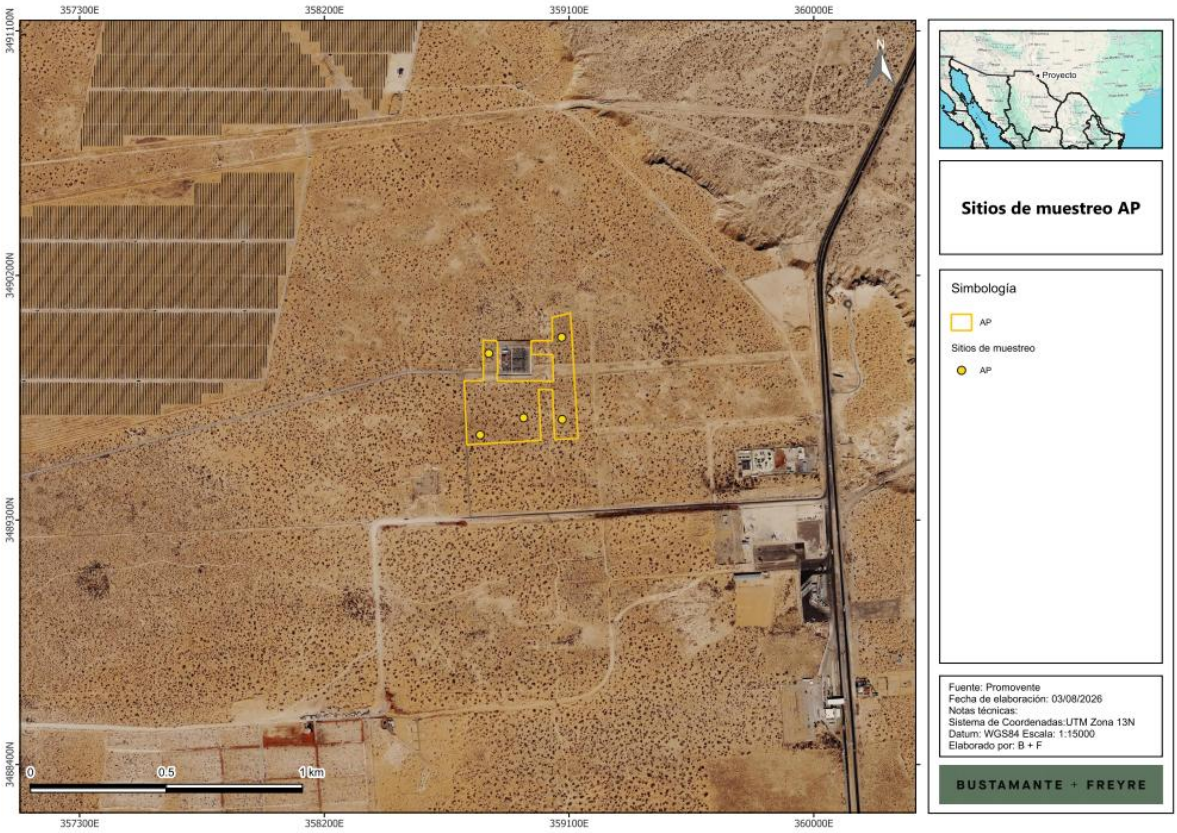


Tabla III.17. Coordenadas centrales de los rodales de muestreo

SITIO	X	Y	USV	Área de estudio
1	358805	3489913	Vegetación de Desiertos Arenosos	AP
2	359073	3489972	Vegetación de Desiertos Arenosos	AP
3	359075	3489670	Vegetación de Desiertos Arenosos	AP
4	358933	3489676	Vegetación de Desiertos Arenosos	AP
5	358773	3489613	Vegetación de Desiertos Arenosos	AP
1	359146	3489965	Vegetación de Desiertos Arenosos	AI
2	359164	3489642	Vegetación de Desiertos Arenosos	AI
3	359152	3489441	Vegetación de Desiertos Arenosos	AI
4	358958	3489434	Vegetación de Desiertos Arenosos	AI
5	358814	3489454	Vegetación de Desiertos Arenosos	AI
1	358643	3489643	Vegetación de Desiertos Arenosos	RE
2	359094	3488851	Vegetación de Desiertos Arenosos	RE
3	358301	3489008	Vegetación de Desiertos Arenosos	RE
4	357737	3489381	Vegetación de Desiertos Arenosos	RE

SITIO	X	Y	USV	Área de estudio
5	359408	3489995	Vegetación de Desiertos Arenosos	RE

Como se observa en la siguiente figura y tabla, las dimensiones de los sitios fueron de un radio de 12.62 m, lo que equivale a una superficie de 500 m^2 por unidad de muestra para el levantamiento de datos de los estratos arbóreo; para el estrato arbustivo fue de un radio de 12.62 m con un área de 500 m², mientras que para el estrato herbáceo el sitio fue de un radio de 3 m y 28.27 m² de área.

Figura III.43. Forma del sitio y subsitios de muestreo

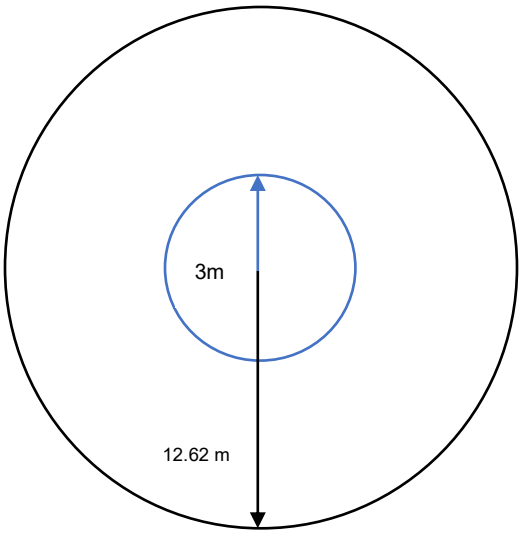


Tabla III.18. Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo

Tamaño de la muestra	RE	AI	AP	Forma sitio	Radio (m)
Núm sitios	5	5	5	Circular	
Tamaño sitio arbóreo (ha)	0.05	0.05	0.05	Circular	12.62
Tamaño sitio arbustivo (ha)	0.05	0.05	0.05	Circular	12.62
Tamaño sitio herbáceas y epífitas (ha)	0.0003	0.0003	0.0003	Circular	3

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 siguientes definiciones tomadas del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**), así como las definiciones propuestas por Moreno (1984), en su Glosario Botánico Ilustrado:

- Árbol: planta leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida (**LGDFS**, 2022).

- Arbusto: planta leñosa perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 m pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un solo vástago principal, ni una copa definida (**LGDFS**, 2022).
- Hierba: Planta con tallos anuales, no lignificados (Moreno, 1984).
- Arbóreo: con el aspecto de un árbol (Moreno, 1984).
- Arbustivo: con porte de arbusto y con tallo leñoso (Moreno, 1984).
- Herbáceo: con poco tejido leñoso, generalmente de baja estatura; también con color de hierba (verde) (Moreno, 1984).
- Epífita: son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente, por ello, son llamadas, con toda propiedad, epifitas (del griego epi que significa “sobre”, y phyte, “planta”). El hospedero o “forofito” sobre el que crece una epifita es utilizado sólo como soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto, una epifita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero.

En el **Anexo III.3 Reportes fotográficos** se presenta la evidencia fotográfica de las actividades realizadas durante el muestreo.

Con base en la información obtenida y el uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación; así como la densidad, frecuencia y promedio de cobertura, se construyeron las curvas de acumulación por área (**RE, AI** y **AP**) y se realizó el calculó del índice de completitud, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de equitatividad de Pielou. Estos indicadores se describen en seguida.

III.2.2.3.3. Análisis estadísticos

Intensidad de muestreo (IM%)

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 para el **AP** se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$IM\%=(n/N)*100$$

Dónde:

IM%= intensidad de muestreo (%)

n= área total de los sitios de muestreo levantados (ha)

N= total de área del predio (ha)

Validación del tamaño de muestra

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 será validado y se continuará con el procesado de datos.

Para el cálculo del error de muestreo utilizaremos el número de individuos registrados por sitio, la expresión matemática que nos permitirá conocer el error de muestreo es la siguiente, de acuerdo con Fredericksen (2000):

$$E(\%) = \frac{tCV}{\sqrt{n}}\sqrt{1-\frac{n}{N}}$$

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.

n = número de unidades muestrales.

N = total, de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación.

Por lo tanto, es posible obtener el número de sitios necesarios para una muestra, el modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente, de acuerdo con Fredericksen (2000):

$$n = (t^2 * CV^2) / (E^2 + (t^2 * CV^2/N)$$

Posteriormente, se calcula el promedio o media aritmética, mediante la siguiente formula:

$$Xp = Vt / n$$

Donde

Xp = Promedio o media aritmética

n = Número de las muestras

Luego se debe calcular la desviación estándar mediante la fórmula:

$$s = \sqrt{\sum V^2 - ((\sum V)^2 /N) / N-1}$$

Donde

V^2 = Sumatoria de cuadrados.

n -1 = Grados de libertad.

Se calcula coeficiente de variación mediante la siguiente ecuación:

$$CV = s * 100 / Xp$$

Curvas de acumulación de especies

Los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos, los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y, por lo tanto, requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza están las funciones de acumulación, como la logarítmica y exponencial. Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son Chao 1, Chao 2, ACE, ICE, Jaknife 1 y 2, entre otros.

Sobre este respecto, no obstante que el cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido y son más fáciles de entender y explicar, se hace mención que estos son relativamente efectivos, razón por la cual se procedió a generar las curvas de acumulación de especies correspondientes al muestreo realizado en la **RE**, **AI** y **AP**. Las curvas de acumulación de especies en cuestión han sido utilizadas para definir el tamaño mínimo de muestra (Rosenzweig, 1995), asumiendo que una vez que se alcanza una asíntota en el número de especies, el tamaño de muestra correspondiente se constituye como el área mínima de muestreo, lo cual contiene una muestra representativa de la comunidad. Para esto fueron utilizados los indicadores Chao 1 y Chao 2.

De esta forma, el índice de completitud del muestreo corresponde al número de especies observadas dividido entre el número de especies probables calculadas por el estimador Chao 1 y Caho 2, expresado en porcentaje.

Índices de diversidad y estructura

Con base en la información obtenida y el uso de tablas dinámicas de Excel, así como del software EstimateS 9.10[11], se obtuvieron las curvas de acumulación de especies de la muestra, así como de los estimadores Chao 1 y Chao 2 y el índice de completitud (IC%=riqueza observada / riqueza estimada x 100), para demostrar la representatividad; posteriormente se obtuvieron los índices de riqueza, índice de Shannon-Wiener, índice de equitatividad de Pielou e índice de valor de importancia. Estos indicadores se describen en seguida de acuerdo con Fredricksen (2000) y Moreno (2001).

Riqueza

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescritas a un área determinada.

[11] Colwell (2023). https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates

Índice de diversidad de Shannon-Wienner

Para la estimación de la abundancia y diversidad se aplicó el índice de Shannon-Wienner, 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. 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-Wienner es la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

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).

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

H’min = 0

H’max = Ln(S)

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. 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).

Estructura de la vegetación

Para el análisis de la estructura de la vegetación de los sitios de verificación 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**), el cual 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 obtiene sumando sus valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia mismos que proporciona información sobre la influencia de las especies dentro de la comunidad. Este índice cubre valores desde 0 a 300, pero también se puede expresar en porcentaje dividiendo el resultado entre 3.

$$\text{IVI} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DOR}$$

$$\text{IVI\%} = (\text{DR} + \text{FR} + \text{DOR})/3$$

Donde;

IVI= es el índice de valor de importancia de cada especie

DR= es la densidad relativa. Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área x 100

Densidad= Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen

FR= es la frecuencia relativa. Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies x 100

Frecuencia= Número de muestras en las que se encuentra una especie

DOR= es la dominancia relativa. Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies x 100.

Dominancia= Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. Esta medida se analizó con base en valores de cobertura, esta se definió mediante el diámetro de copa (Dcopa), y la siguiente fórmula: $Cobertura=\pi/4*(Dcopa)^2$.

III.2.2.3.4. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos realizados, así como el listado de especies registradas por tipo de vegetación en el **RE**, **AI** y **AP**. Asimismo, en el **Anexo III.3 Memorias Cálculo de Diversidad de Flora y Curvas de acumulación de especies** se presentan la base de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad y valor de importancia, así como del error de muestreo y curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

Listado potencial de especies

Con relación a la flora, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III.19. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial

Característica	Registro potencial
Número de especies, familias y géneros	156 especies, pertenecientes a 45 familias y 114 géneros
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	1 en la categoría de Protección Especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	1 especie listada en Apéndice I y 11 especies listadas en Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	24 en la categoría de preocupación menor (LC) y 132 especies no evaluadas
Distribución de las especies	5 especies identificadas como exóticas y 3 especies como exóticas invasoras
Endemismo	10 especies endémicas

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo II.2**.

Listado florístico

La flora presente dentro del **SAR, AI** y **AP** obedece a la presencia de 16 taxa repartidos en 10 órdenes, 10 familias y 14 géneros (ver tabla siguiente), cabe mencionar que en estas cifras se consideran las especies registradas en el muestreo por rodales. En el **Anexo III.3 Memoria de cálculo de flora** se incluye la base de datos para el levantamiento de flora, en el cual se presentan todas las especies encontradas, por familia, número de individuos y estrato.

Tabla III.20. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial

Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	Área de estudio		
						AP	AI	RE
Asparagales	Asparagaceae	Yucca	*Yucca elata*	Cortadillo	SC			X
Asterales	Asteraceae	Gutierrezia	*Gutierrezia sarothrae*	Hierba de San Nicolás	SC	X	X	X
		Laennecia	*Laennecia coulteri*	Hierba de caballo de Coulter	SC			X
Boraginales	Boraginaceae	Nama	*Nama hispida*	Campanitas de arena	SC			X
Brassicales	Brassicacaea	Lepidium	*Lepidium alyssoides*	Hierba de la pimienta	SC			X
Caryophyllales	Amaranthaceae	Atriplex	*Atriplex canescens*	Cenizo	SC	X	X	X
			Atriplex confertifolia	Chamizo salado	SC			X
		Krascheninnikovia	*Krascheninnikovia lanata*	Salvia blanca	SC		X	
		Salsola	*Salsola kali*	Rodadora	SC	X	X	
Fabales	Fabaceae	Neltuma	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	SC	X	X	X
Malvales	Malvaceae	Sphaeralcea	*Sphaeralcea hastulata*	Malva	SC			X
			Sphaeralcea incana	Malva gris	SC			X
Poales	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua barbata*	Navajita	SC	X	X	X
		Sporobolus	*Sporobolus flexuosus*	Zacatón de los médanos	SC	X	X	X
Rosales	Rhamnaceae	Condaliopsis	*Condaliopsis obtusifolia*	Garrapatilla	SC	X	X	X
Zygophyllales	Zygophyllaceae	Larrea	*Larrea tridentata*	Gobernadora	SC			X

Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla anterior, no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación.

Intensidad y error de muestreo

Con la finalidad de mostrar certeza y confiabilidad de la información recopilada en campo y levantar el tamaño de muestra necesaria se procedió a realizar un pre-muestreo estableciendo un nivel de confiabilidad del 95% y un error muestral de 5%; se presenta el la evidencia de la intensidad y error de muestreo en el **Anexo III.3 Memorias Cálculo de Diversidad de Flora.**

Tabla III.21. Resultados del proceso de determinación de intensidad de muestreo

RESULTADOS	
Parámetro estadístico	**Valor**
Error máximo deseado	5
Superficie (ha)	11.0992
Tamaño de la población (N)	**221.98**
Sitios levantados (n)	5
Tamaño del sitio (ha)	0.05
Tamaño de muestra (ha)	0.25
Resultados:	
Intensidad de muestreo %	2.3%
Media ($\dot{X}$)	4.20
Varianza (S^2)	1.70
Desviación estándar (S)	1.30
Coeficiente de variación (CV)	31.04
Error estándar (SE)	0.58
gL	4
$t_{(95\%,\alpha/2)}$	2.7800
n necesarios con el 5% de error	127
E% obtenido	**38.16**

En el caso de la riqueza de especies de la vegetación, el diseño de muestreo se orientó a obtener una caracterización ecológica representativa de la comunidad y a derivar índices de diversidad y equidad (p. ej., Shannon y Pielou) que permitieran comparar el **AP**, el **AI** y la **RE**, más que a lograr estimaciones estadísticamente precisas de dichos parámetros a escala regional.

La riqueza se evaluó a partir de cinco sitios de muestreo, lo que genera un tamaño de muestra reducido para una variable discreta de baja magnitud (número de especies por sitio) y, en consecuencia, un error de muestreo relativamente elevado en términos porcentuales. No obstante, la información recopilada muestra una composición florística recurrente y homogénea entre sitios,

con variaciones acotadas en el número de especies registradas por unidad de muestreo, lo que permite considerar a la muestra como adecuada para describir la estructura y composición de la comunidad vegetal dominante.

Desde el punto de vista estadístico, el coeficiente de variación obtenido refleja la sensibilidad de las métricas de error a pequeñas diferencias en riqueza cuando la media se sitúa en valores bajos, por lo que el error porcentual debe interpretarse con cautela y no como una pérdida de validez ecológica de los datos. En este sentido, los resultados se emplean primordialmente para sustentar la identificación de especies presentes, la delimitación de unidades de vegetación y la apreciación comparativa de la riqueza entre el **AP**, el **AI** y la **RE**, reconociendo que el tamaño de muestra limita la capacidad para estimar con alta precisión la riqueza promedio a escala regional y que el análisis se ubica metodológicamente en el ámbito de un muestreo de reconocimiento y caracterización, más que en el de un inventario cuantitativo intensivo.

Adicionalmente, se establece que la información generada en este ejercicio de muestreo constituirá la línea base metodológica para futuros estudios de mayor detalle asociados al cambio de uso de suelo; en particular, servirá como referencia para el diseño de campañas de muestreo con un número incrementado de sitios y un nivel de precisión estadística más elevado, de modo que los parámetros de riqueza y diversidad específicos requeridos en ese procedimiento puedan estimarse con errores de muestreo más acotados y compararse de forma robusta con la situación de referencia aquí documentada.

Curvas de acumulación de especies

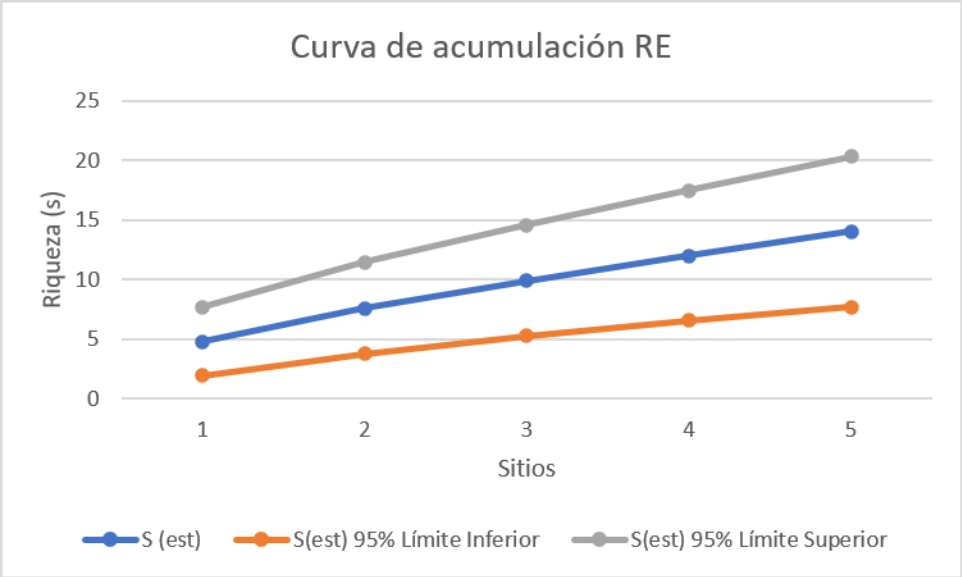
Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies reflejan que los sitios son suficientes y representativos para describir la diversidad de flora en el **AP**, **RE** y **AI**, como se describe en seguida.

Las curvas de acumulación se presentan en el **Anexo III.3 Curvas de acumulación.**

- **Región Ecológica**

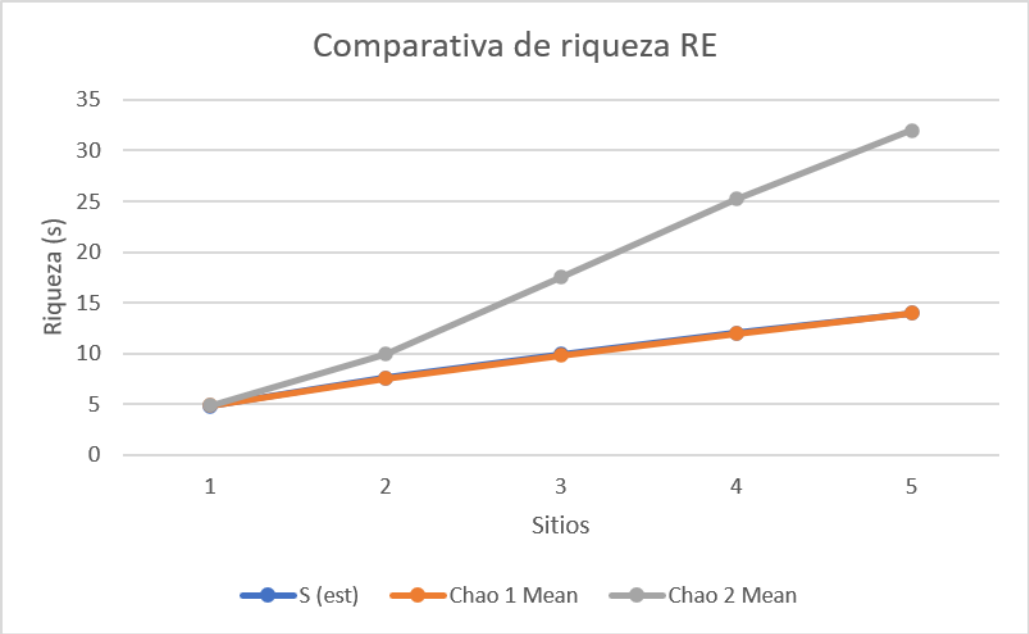
La curva de acumulación de especies para la **RE** muestra un incremento progresivo de la riqueza conforme se incorporan los sitios de muestreo, lo que indica que el esfuerzo realizado captura de manera consistente la composición de la flora presente y permite contar con una base sólida para la caracterización de la comunidad vegetal dominante. La inclusión de intervalos de confianza al 95% alrededor de la riqueza estimada evidencia que, aun cuando existe margen para registrar especies adicionales mediante campañas de muestreo más intensivas, la mayoría de las especies frecuentes en la **RE** ya han sido detectadas, por lo que, las estimaciones obtenidas son representativas del conjunto de especies que estructuran la vegetación en el área. En este sentido, la curva respalda el uso de los valores de riqueza y de los índices de diversidad (Shannon, Pielou) como indicadores robustos para la comparación entre el **AP**, el **AI** y la **RE**.

Figura III.44. Curvas de acumulación de especies para la **RE** (esfuerzo de muestreo)



La comparación entre la riqueza observada en la **RE** y los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 muestra que el muestreo realizado proporciona una representación consistente y robusta de las especies dominantes de la comunidad vegetal. Para cinco sitios, la riqueza acumulada observada alcanza 14 especies y coincide prácticamente con la estimación de Chao 1, lo que indica que el conjunto de especies frecuentes está bien capturado por el diseño de muestreo y que las correcciones por especies de baja abundancia no modifican de forma significativa la riqueza esperada. En este contexto, el estimador Chao 2, que proyecta una riqueza potencial mayor al incorporar el efecto de especies de baja incidencia entre sitios, se interpreta como evidencia de que la flora de la **RE** incluye un contingente adicional de especies raras que podrían documentarse mediante campañas de muestreo más extensivas, sin que ello reste solidez a la caracterización actual de la flora dominante. De esta manera, los resultados confirman que el inventario obtenido es adecuado para describir y comparar la riqueza de especies entre el **AP**, el **AI** y la **RE**, al tiempo que proporciona una base favorable para futuros estudios.

Figura III.45. Modelo comparativo de riqueza en la **RE** (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2)



Finalmente, se señala que la riqueza específica observada es de 14 especies y la riqueza esperada por Chao 1 también es de 14, lo que se traduce en un índice de representatividad del 100%. Esto confirma lo que se observa en las curvas de acumulación: el esfuerzo de muestreo en la **RE** ha sido suficiente para capturar la totalidad de las especies frecuentes de la comunidad, y las correcciones por especies raras no incrementan la riqueza esperada. En términos de completitud, la **RE** puede considerarse inventariada de manera exhaustiva para los fines de caracterización florística.

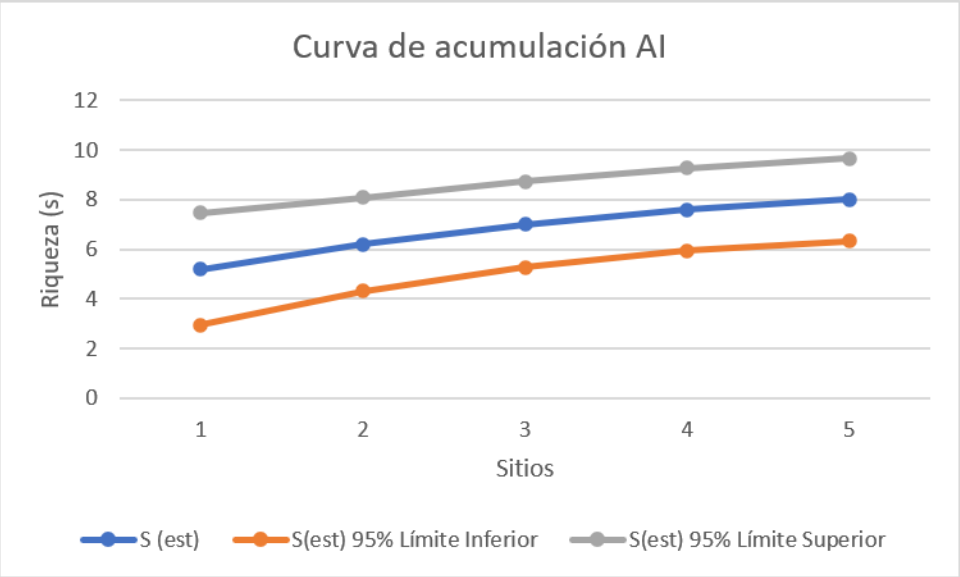
Tabla III.22. Índice de representatividad en la **RE.**

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	14
Riqueza específica esperada (chao 1)	14
Índice de representatividad (%)	100.00

- **Área de Influencia**

En el **AI**, la curva muestra un incremento rápido de la riqueza en los primeros sitios y luego tiende a estabilizarse alrededor de ocho especies, con intervalos de confianza más estrechos y sin un aumento pronunciado en las estimaciones de riqueza esperada, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo alcanzó un nivel de completitud alto respecto a las especies frecuentes de la comunidad. En conjunto, esta comparación respalda que el diseño de muestreo es adecuado para caracterizar y contrastar la flora entre el **AP**, el **AI** y la **RE**.

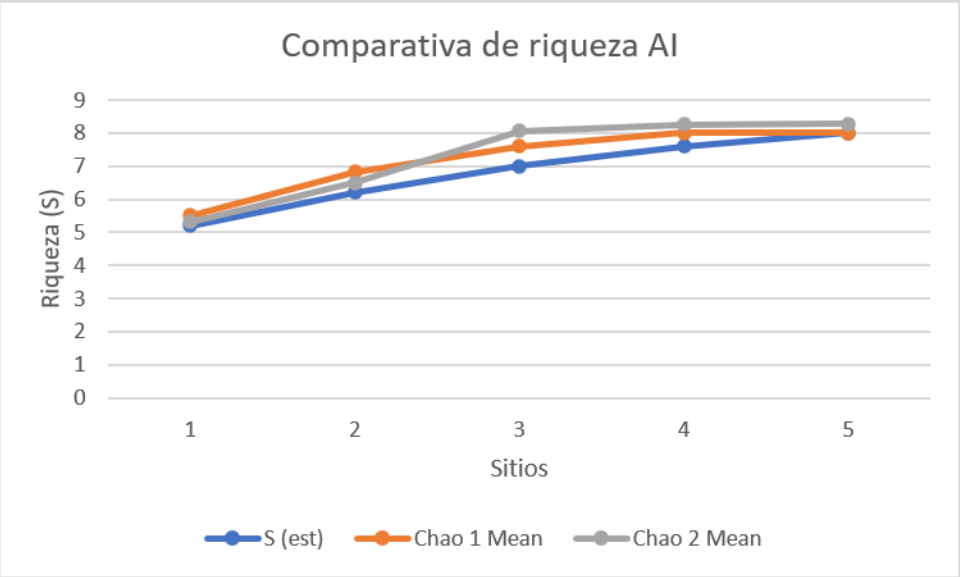
Figura III.46. Curvas de acumulación de especies para el **AI** (esfuerzo de muestreo)



En el **AI**, la comparación entre la riqueza observada y las estimaciones no paramétricas muestra que el inventario actual prácticamente ha alcanzado la riqueza real de especies presentes, con un margen muy reducido de especies potencialmente no registradas. Los valores de S(est)aumentan desde ~5.2 hasta 8 especies conforme se incorporan los cinco sitios, y tanto Chao 1 como Chao 2 convergen rápidamente hacia ese mismo orden de magnitud, sin incrementos relevantes adicionales, lo que indica que las correcciones por especies raras sólo introducen ajustes menores en la riqueza esperada.

Este comportamiento, en el que las tres curvas se superponen y tienden a estabilizarse alrededor de ocho especies, sugiere que el conjunto de especies frecuentes del **AI** está bien muestreado y que el sesgo por especies de muy baja incidencia es mínimo. En consecuencia, las estimaciones de riqueza y los índices de diversidad derivados para el **AI** pueden considerarse particularmente robustos para la comparación con el **AP** y la **RE**, aportando un referente sólido sobre la flora dominante en el entorno inmediato del proyecto y dejando únicamente un margen acotado de especies raras que podrían documentarse en estudios de mayor detalle.

Figura III.47. Modelo comparativo de riqueza en el **AI** (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2).



Finalmente, se señala que la riqueza específica observada es de 07 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 08, lo que se traduce en un índice de representatividad del 87.50%. Esto confirma lo que se observa en las curvas de acumulación: el esfuerzo de muestreo en el **AI** ha sido suficiente para capturar la totalidad de las especies frecuentes de la comunidad, y las correcciones por especies raras no incrementan la riqueza esperada. En términos de completitud, la **AI** puede considerarse inventariada de manera exhaustiva para los fines de caracterización florística.

Tabla III.23. Índice de representatividad en el **AI.**

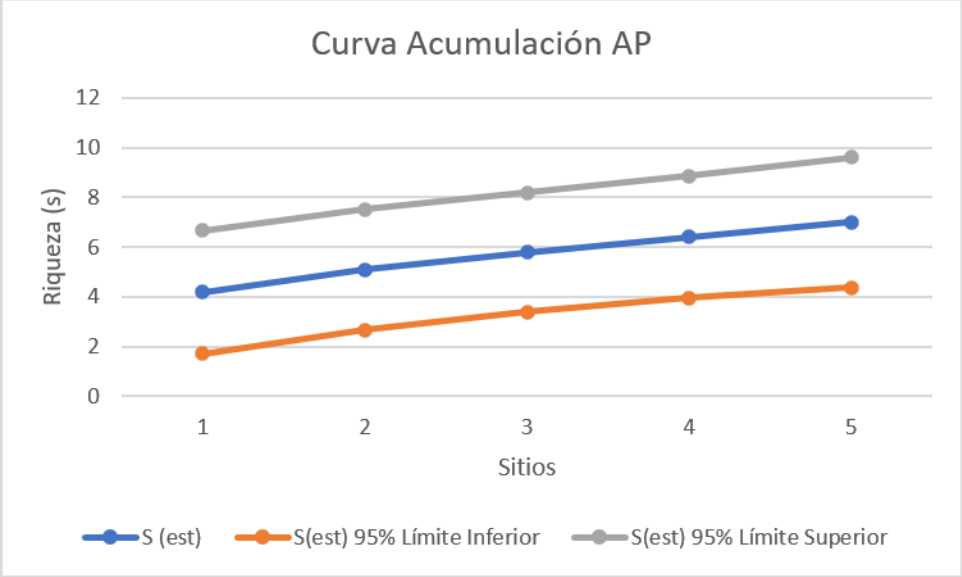
Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	07
Riqueza específica esperada (chao 1)	08
Índice de representatividad (%)	87.50

- **Área del Proyecto**

En el **AP**, la curva de acumulación de especies muestra un incremento progresivo de la riqueza observada, con una pendiente moderada y bandas de confianza al 95% relativamente estrechas, lo que indica que el muestreo realizado proporciona una caracterización consistente de la flora dominante, aunque mantiene cierto margen para la incorporación de especies adicionales. La riqueza acumulada pasa de aproximadamente 4.2 a 7 especies entre el primer y el quinto sitio, mientras que el intervalo de confianza final se sitúa entre ~4.4 y ~9.6 especies, de modo que la mayor parte de las especies frecuentes del **AP** ya han sido registradas y las posibles especies no detectadas se ubicarían dentro de un rango acotado.

Este patrón, en el que la curva central y los límites de confianza continúan creciendo, pero sin cambios abruptos en la pendiente, sugiere que el inventario del **AP** es adecuado para describir la composición florística y para comparar la riqueza de especies con el **AI** y la **RE**, aun cuando futuros aumentos en la intensidad de muestreo podrían añadir algunas especies menos comunes presentes en microhábitats específicos del sitio. En conjunto, la curva de acumulación del **AP** respalda que el diseño de muestreo aplicado cumple su función de caracterización ecológica y aporta una base sólida para la evaluación de la diversidad en el área que se pretende ocupar por el **Proyecto**.

Figura III.48. Curvas de acumulación de especies para el **AP** (esfuerzo de muestreo)

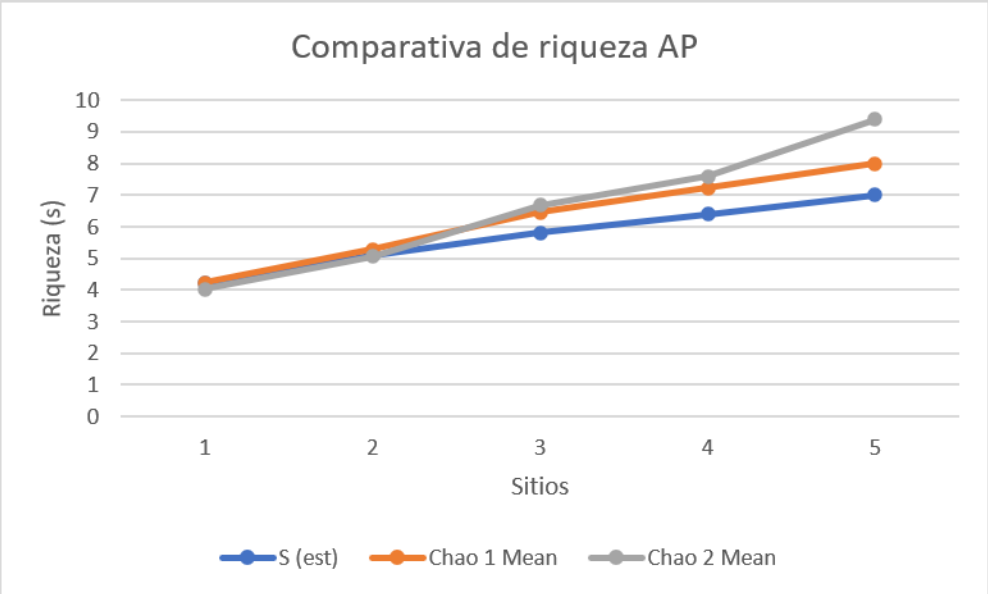


En el **AP**, la comparación entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1 y Chao 2 muestra que el inventario actual describe de manera sólida el conjunto de especies frecuentes, con un margen moderado pero acotado de especies raras.

Los valores de riqueza acumulada $S(\text{est})$aumentan de ~4.2 a 7 especies entre el primer y el quinto sitio, mientras que Chao 1 pasa de ~4.22 a 8 especies y Chao 2 de ~4.03 a ~9.4 especies, por lo que los tres estimadores mantienen trayectorias muy próximas y sin divergencias abruptas. Esta convergencia indica que las correcciones por especies de baja abundancia o incidencia incrementan la riqueza esperada sólo en uno o dos valores adicionales, lo que sugiere que el sesgo asociado a especies no detectadas es relativamente bajo y que el núcleo de especies que estructuran la vegetación del **AP** está bien captado por el diseño de muestreo.

En este contexto, la curva de comparativa de riqueza respalda que las estimaciones de riqueza y los índices de diversidad calculados para el **AP** son apropiados para describir y contrastar la flora del sitio con la del **AI** y la **RE**.

Figura III.49. Modelo comparativo de riqueza en el AI (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2)



Finalmente, se señala que la riqueza específica observada es de 07 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 08, lo que se traduce en un índice de representatividad del 87.50%. Esto confirma lo que se observa en las curvas de acumulación: el esfuerzo de muestreo en el **AP** ha sido suficiente para capturar la totalidad de las especies frecuentes de la comunidad, y las correcciones por especies raras no incrementan la riqueza esperada. En términos de completitud, la **AP** puede considerarse inventariada de manera exhaustiva para los fines de caracterización florística.

Tabla III.24. Índice de representatividad en el **AP.**

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	07
Riqueza específica esperada (chao 1)	08
Índice de representatividad (%)	87.50

Índices de diversidad y estructura

Riqueza

En las 3 áreas de estudio se encontraron un total de 10 familias, 14 géneros y 16 especies, de las cuales ningún de ellas se encuentra enlistada en los apéndices de CITES, en la Lista Roja IUCN, ni en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Por último, ninguna especie presenta endemismo.

En las tablas posteriores se presenta lo descrito.

Tabla III.25. Listado de especies de flora registradas durante los muestreos en el área de estudio

No	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES	Área de estudio		
								AP	AI	RE
1	Amaranthaceae	*Atriplex canescens*	Cenizo	N	SC	LC		X	X	X
2		*Atriplex confertifolia*	Chamizo salado	N	SC	NE				X
3		*Krascheninnikovia lanata*	Salvia blanca	N	SC	NE			X	
4		*Salsola kali*	Rodadora	Ex-In	SC	NE		X	X	
5	Asparagaceae	*Yucca elata*	Cortadillo	N	SC	NE				X
6	Asteraceae	*Gutierrezia sarothrae*	Hierba de San Nicolás	N	SC	NE		X	X	X
7		*Laennecia coulteri*	Hierba de caballo de Coulter	N	SC	NE				X
8	Boraginaceae	*Nama hispida*	Campanitas de arena	N	SC	NE				X
9	Brassicace	*Lepidium alyssoides*	Hierba de la pimienta	N	SC	NE				X
10	Fabaceae	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	N	SC	LC		X	X	X
11	Malvaceae	*Sphaeralcea hastulata*	Malva	N	SC	NE				X
12		*Sphaeralcea incana*	Malva gris	N	SC	NE				X
13	Poaceae	*Bouteloua barbata*	Navajita	N	SC	NE		X	X	X
14		*Sporobolus flexuosus*	Zacatón de los médanos	N	SC	NE		X	X	X
15	Rhamnaceae	*Condaliopsis obtusifolia*	Garrapatilla	N	SC	NE		X	X	X
16	Zygophyllaceae	*Larrea tridentata*	Gobernadora	N	SC	NE				X

Abreviaturas

NOM-059

SC	Sin Contemplar
Pr	Sujeta a protección especial
A	Amenazada
P	En peligro de extinción

Distribución

End	Endémica
Ex	Exótica
N	Nativa
Ex-In	Exótica-Invasora
In	Invasora

Categoría Lista Roja IUCN

LC	Preocupación menor
EN	En peligro
DD	Datos insuficientes
VU	Vulnerable
NT	Casi amenazado
NE	No evaluado

CITES

II	Apéndice II
RE	Región ecológica
AI	Área de Influencia
AP	Área del Proyecto

Índices de diversidad: Shannon Wienner y Equidad de Pielou

- **Región Ecológica**

En la **RE** se registró una riqueza total de 14 especies. La mayor cantidad de especies e individuos muestreados se encontró en el estrato herbáceo, con 09 especies, seguido del estrato arbustivo, con 05 especies; mientras que para el estrato arbóreo no se registraron especies. Los valores del índice de diversidad de Shannon indican una diversidad baja en el estrato herbáceo (H' = 1.645) y en el estrato arbustivo (H’ = 1.071). Por su parte, el índice de equidad de Pielou mostró valores altos en el estrato herbáceo (J = 0.749) y medio para el estrato arbustivo (J = 0.665), lo que sugiere una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies presentes y una ausencia de dominancia marcada por parte de unas pocas especies.

- **Área de Influencia**

En el **AI** se registró una riqueza total de 08 especies. La mayor cantidad de especies e individuos muestreados se encontró en el estrato arbustivo, con 05 especies, seguido del estrato herbáceo, con 03 especies; mientras que para el estrato arbóreo no se registraron especies. Los valores del índice de diversidad de Shannon indican una diversidad baja en el estrato herbáceo (H' = 0.786) y en el estrato arbustivo (H’ = 0.952). Por su parte, el índice de equidad de Pielou mostró valores altos para el estrato herbáceo (J = 0.716) y medio para el estrato arbustivo (J = 0.592), lo que sugiere una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies presentes y una ausencia de dominancia marcada por parte de unas pocas especies.

- **Área del Proyecto**

En el **AP** se registró una riqueza total de 07 especies. La mayor cantidad de especies e individuos muestreados se encontró en el estrato arbustivo, con 07 especies, seguido del estrato herbáceo, con 02 especies; mientras que para el arbóreo no se registraron especies. Los valores del índice de diversidad de Shannon indican una diversidad baja en el estrato arbustivo (H' = 1.096) y en el estrato herbáceo (H’ = 0.637). Por su parte, el índice de equidad de Pielou mostró valores medios en el estrato arbustivo (J = 0.563) y alto para el estrato herbáceo (J = 0.918), lo que sugiere una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies presentes y una ausencia de dominancia marcada por parte de unas pocas especies.

Tabla III.26. Índices de diversidad de flora

Componente	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
Flora	Arbustivo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.096	0.952	1.071	La diversidad en el estrato arbustivo en el AP, AI y la RE es baja
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbustivo en todas las áreas de estudio es media.
			0.36-0.70 medio	0.563	0.592	0.665	
			0.71-1.0 alto				

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
	Herbáceo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	0.637	0.786	1.645	La diversidad en el estrato arbustivo en el AP, AI y la RE es baja
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.918	0.716	0.749	

En resumen, los resultados de los índices de diversidad indican que la vegetación registrada en el **AP**, **AI** y **RE** presenta una estructura florística homogénea, propia de comunidades de ambientes áridos, con baja diversidad de especies y una distribución relativamente equilibrada de sus abundancias.

En conjunto, la similitud de los índices entre el **AP**, **AI** y **RE** indica que el **Proyecto** se inserta en una matriz vegetal de composición y estructura comparables. La baja diversidad registrada no implica una condición de deterioro, sino que corresponde a la fisonomía de comunidades de vegetación desértica, en las que un número limitado de especies adaptadas a condiciones de aridez constituye la estructura dominante, complementada por un estrato herbáceo cuya presencia y abundancia puede variar de acuerdo con la precipitación y la disponibilidad estacional de humedad.

Estructura de la vegetación

En seguida se presentan los resultados del índice de valor de importancia (**IVI**) obtenido por especie, estrato y tipo de vegetación, tanto para la **RE** como para el **AI** y **AP**.

El índice de valor de importancia se evaluó para el tipo de vegetación y cada estrato presente (arbustivo y herbáceo), a nivel del **AP**, **AI** y **RE**. Las especies con mayor **IVI** son aquellas que por densidad, cobertura y frecuencia determinan la fisonomía de la vegetación y contienen más biomasa en la comunidad. Por su parte, las especies con menor **IVI** son las menos representadas en el ecosistema y, por lo general, son organismos con poblaciones reducidas o con requerimientos ambientales muy específicos.

- **Región Ecológica**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 5 especies, y el **IVI** señala la siguiente jerarquía:

- *Neltuma glandulosa* (mezquite) presenta el **IVI** más alto (53.726), con la mayor abundancia relativa (54.128%), la máxima frecuencia y la dominancia más elevada (65.384%). Esto indica que el mezquite es la especie estructuralmente más importante del matorral de desiertos arenosos en la **RE**, conformando el armazón principal de la comunidad arbustiva.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- *Atriplex canescens* (cenizo) ocupa el segundo lugar (**IVI** = 26.244), con casi 29% de la abundancia relativa y más de 30% de la dominancia; se comporta como co-dominante, complementando al mezquite en la conformación de la matriz arbustiva.
- *Larrea tridentata* (gobernadora), con **IVI** = 13.581, aporta alrededor de 15% de la dominancia relativa, lo que la coloca como especie acompañante importante en términos de cobertura y presencia, aunque por debajo del mezquite y el cenizo.

En conjunto, estas tres especies concentran la mayor parte del **IVI** del estrato arbustivo, lo que es coherente con la baja diversidad registrada: el matorral se organiza como una comunidad con pocos arbustos dominantes que estructuran la disponibilidad de hábitat y recursos para el resto de la biota (fauna, epífitas, herbáceas asociadas).

Tabla III.27. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Neltuma glandulosa	Mezquite	1180.00	54.128	1.000	41.667	1334.552	65.384	53.726
Atriplex canescens	Cenizo	630.00	28.899	0.800	33.333	336.775	16.500	26.244
Yucca elata	Cortadillo	10.00	0.459	0.200	8.333	5.027	0.246	3.013
Larrea tridentata	Gobernadora	320.00	14.679	0.200	8.333	361.912	17.731	13.581
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	40.00	1.835	0.200	8.333	2.827	0.139	3.436
		2180.00	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**2041.09**	**100.00**	**100.00**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 9 especies y el **IVI** muestra un patrón similar que al del estrato arbustivo:

- *Sporobolus flexuosus (*zacatón de los médanos) presenta el **IVI** más alto (33.555), con 32% de la abundancia relativa y más de 51% de la dominancia; es la gramínea dominante en la cobertura herbácea de la **RE**, responsable de buena parte de la protección del suelo y de la estructura inferior de la comunidad.
- *Bouteloua barbata* (navajita) ocupa el segundo lugar (**IVI** = 21.716), con más de 25% de la abundancia relativa y 15% de la dominancia; se comporta como co-dominante herbácea, compartiendo el papel de principal zacate en el ecosistema.
- *Nama hispida* (**IVI** = 15.493) aporta alrededor de 25% de la abundancia y 12% de la dominancia relativa, funcionando como herbácea acompañante relevante que incrementa la heterogeneidad del estrato y contribuye a los valores de equidad elevados observados en Pielou.

El resto de las especies herbáceas presentan **IVI** menores pero contribuyen a la diversidad y a la equidad alta registrada, reforzando la idea de un estrato herbáceo con pocas especies dominantes y varias acompañantes que completan la comunidad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.28. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	116.67	32.000	0.400	16.667	6.930	51.997	33.555
Bouteloua barbata	Navajita	91.67	25.143	0.600	25.000	2.000	15.006	21.716
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	2.08	0.571	0.200	8.333	0.802	6.016	4.974
Sphaeralcea incana	Malva gris	14.58	4.000	0.200	8.333	0.716	5.372	5.902
Sphaeralcea hastulata	Malva	10.42	2.857	0.200	8.333	0.184	1.381	4.191
Lepidium alyssoides	Hierba de la pimienta	10.42	2.857	0.200	8.333	0.511	3.837	5.009
Laennecia coulteri	Hierba de caballo de Coulter	18.75	5.143	0.200	8.333	0.331	2.486	5.321
Atriplex confertifolia	Chamizo salado	6.25	1.714	0.200	8.333	0.196	1.473	3.840
Nama hispida	Campanitas de arena	93.75	25.714	0.200	8.333	1.657	12.431	15.493
		364.58	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**13.327**	**100.00**	**100.00**

- **Área de Influencia**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 5 especies, y el **IVI** señala la siguiente jerarquía:

- *Neltuma glandulosa* (mezquite) es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica y estructural en el **AI**. Aunque *Atriplex canescens* presenta la mayor abundancia relativa (50.80%), *N. glandulosa* concentra una dominancia relativa mucho mayor (84.973%), derivada de su cobertura/copa promedio superior; además, ambas presentan la misma frecuencia relativa (35.714%). Por tanto, el **IVI** que presenta *N. glandulosa* tiene un valor de 53.763.
- *Atriplex canescens* (cenizo) ocupa el segundo lugar en **IVI** (32.566). Es la especie más abundante, pero sus individuos tienen menor aporte de copa y, por tanto, menor dominancia relativa (11.184%) que el mezquite.
- *Condaliopsis obtusifolia* es una especie acompañante secundaria (**IVI** = 8.579), mientras que *Gutierrezia sarothrae* (**IVI** = 2.464) y *Krascheninnikovia lanata* (**IVI** = 2.629) tienen una contribución estructural puntual. Estas tres especies actúan como acompañantes que incrementan la heterogeneidad, pero sin competir con el mezquite y el cenizo en términos de importancia estructural.

En conjunto, *Neltuma glandulosa*, *Atriplex canescens* y *Condaliopsis obtusifolia* concentran la mayor proporción del **IVI** del estrato arbustivo, lo que confirma una comunidad de baja riqueza y estructura definida por un número reducido de especies con alta importancia fitosociológica. El mezquite y el cenizo constituyen los principales elementos estructurales del arbustal: el primero aporta predominantemente la cobertura y dominancia, debido al mayor desarrollo de sus copas, mientras que el segundo presenta la mayor abundancia relativa. Esta configuración es congruente con una

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

comunidad de ambientes áridos, en la que pocos arbustos perennes determinan la fisonomía de la vegetación.

Tabla III.29. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Atriplex canescens	Cenizo	1270.00	50.800	1.000	35.714	229.814	11.184	32.566
Neltuma glandulosa	Mezquite	1015.00	40.600	1.000	35.714	1746.145	84.973	53.763
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	195.00	7.800	0.400	14.286	75.045	3.652	8.579
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	5.00	0.200	0.200	7.143	0.982	0.048	2.464
Krascheninnikovia lanata	Salvia blanca	15.00	0.600	0.200	7.143	2.945	0.143	2.629
		2500.00	**100.00**	**2.800**	**100.00**	**2054.93**	**100.00**	**100.00**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 3 especies, y el **IVI** señala la siguiente jerarquía:

- *Sporobolus flexuosus* (zacatón de los médanos) es la especie herbácea de mayor importancia ecológica y estructural en el **AI**. Aunque *Bouteloua barbata* presenta la mayor abundancia relativa (54.375%), *S. flexuosus* concentra una dominancia relativa mucho mayor (69.820%), derivada de su cobertura/copa promedio superior; además, ambas presentan la misma frecuencia relativa (41.667%). Por tanto, el **IVI** que presenta *S. flexuosus* tiene un valor de 51.537.
- *Bouteloua barbata* (navajita) ocupa el segundo lugar en **IVI** (41.596). Es la especie más abundante, pero sus individuos tienen menor aporte de copa y, por tanto, menor dominancia relativa (28.746%) que el mezquite.
- *Salsola kali* presenta un **IVI** bajo (6.867), con abundancia y dominancia muy reducidas; su presencia es marginal y, dado su carácter de especie exótica invasora, su importancia ecológica local es baja.

En el estrato herbáceo, *Bouteloua barbata* y *Sporobolus flexuosus* concentran la mayor parte del **IVI**, por lo que, constituyen las especies que definen la composición y estructura de la cobertura herbácea del **AI**. *B. barbata* presenta la mayor abundancia relativa, mientras que *S. flexuosus* aporta la mayor dominancia relativa, asociada a su mayor cobertura; ambas gramíneas se registraron en todos los sitios de muestreo. Esta condición es consistente con la baja riqueza del estrato y la equidad alta obtenida, ya que las dos especies nativas comparten la función estructural predominante. La presencia de *Salsola kali*, con **IVI** reducido, es puntual y no modifica la estructura actual de la comunidad.

Tabla III.30. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua barbata	Navajita	435.00	54.375	1.000	41.667	4.920	28.746	41.596

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	345.00	43.125	1.000	41.667	11.949	69.820	51.537
Salsola kali	Rodadora	20.00	2.500	0.400	16.667	0.245	1.434	6.867
		800.00	**100.00**	**2.400**	**100.00**	**17.115**	**100.00**	**100.00**

- **Área del Proyecto**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 7 especies, y el **IVI** señala la siguiente jerarquía:

- *Neltuma glandulosa* (mezquite) presenta el **IVI** más alto (50.352), con abundancia relativa elevada (~38.6%) y la mayor dominancia relativa (~79.16%), lo que refleja su papel como especie dominante en términos de biomasa y cobertura.
- *Atriplex canescens* (cenizo) ocupa el segundo lugar (**IVI** = 30.681), con la abundancia relativa más alta (~46.5%) y dominancia importante (~12.19%); se comporta como co-dominante, aportando densidad y presencia en todos los sitios.
- *Salsola kali*, *Sporobolus flexuosus*, *Gutierrezia sarothrae* y *Condaliopsis obtusifolia* presentan **IVI** bajos, actuando como acompañantes que incrementan la heterogeneidad del matorral sin competir con mezquite y cenizo en términos de importancia estructural.

En conjunto, el mezquite y el cenizo concentran la mayor parte del **IVI** arbustivo, lo que es coherente con la baja diversidad y la equidad media observadas en los índices de Shannon y Pielou: el matorral del **AP** se organiza como una comunidad con pocos arbustos perennes dominantes que definen la fisonomía, y estructuran la disponibilidad de hábitat.

Tabla III.31. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Atriplex canescens	Cenizo	1140.00	46.531	1.000	33.333	223.839	12.179	30.681
Neltuma glandulosa	Mezquite	945.00	38.571	1.000	33.333	1454.718	79.152	50.352
Salsola kali	Rodadora	5.00	0.204	0.200	6.667	0.039	0.002	2.291
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	20.00	0.816	0.200	6.667	2.513	0.137	2.540
Bouteloua barbata	Navajita	25.00	1.020	0.200	6.667	0.785	0.043	2.577
Gutierrezia sarothrae	Hierba de San Nicolás	5.00	0.204	0.200	6.667	0.157	0.009	2.293
Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	310.00	12.653	0.200	6.667	155.823	8.478	9.266
		2450.00	**100.00**	**3.000**	**100.00**	**1837.88**	**100.00**	**100.00**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 2 especies, y el **IVI** señala la siguiente jerarquía:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

- *Sporobolus flexuosus* (zacatón de los médanos) y *Bouteloua barbata* (navajita) concentran conjuntamente el 100% del **IVI**, con abundancias relativas de 33.3% y 66.7%, respectivamente, y dominancias altas (alrededor de 47–53% cada una)

En conjunto, estas dos especies conforman la totalidad del estrato herbáceo del **AP**, siendo representativas de la vegetación de desiertos arenosos presente en el área propuesta para el desarrollo del **Proyecto**.

Tabla III.32. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato herbáceo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m^2/ha)	Relativa (%)	
Sporobolus flexuosus	Zacatón de los médanos	140.00	33.333	0.800	66.667	4.398	47.059	49.020
Bouteloua barbata	Navajita	280.00	66.667	0.400	33.333	4.948	52.941	50.980
		420.00	**100.00**	**1.200**	**100.00**	**9.346**	**100.00**	**100.00**

Las bases de datos de flora, los cálculos de diversidad de flora, las especies encontradas en las tres áreas de estudio y coordenadas de los sitios de muestreo se encuentran en el **Anexo III.3 Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.**

III.2.2.4. Fauna

III.2.2.4.1. Listado potencial de especies

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 cual 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:
    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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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. Asimismo, se confirmaron los registros que además de coincidir con la localidad, estuvieran dentro del mismo tipo de vegetación (vegetación de desiertos arenosos) que la presente en la **RE, AI** y **AP.**

III.2.2.4.2. Metodología de muestreo

Técnicas de muestreo

La determinación de la fauna presente tanto en el **AP** como en el **AI** y la **RE** se realizó en función del grupo faunístico. Las técnicas utilizadas para el levantamiento fueron transectos lineales y puntos de coteo (auditivo y visual). Para todos los grupos, se consideraron registros directos (observación directa y/o auditiva), como registros indirectos (huellas, rascaderos, madrigueras, etc.) los cuales indican la presencia de cierta especie en la zona.

A continuación, se describe con mas detalle el tipo de muestreo utilizado para la caracterización de la fauna silvestre, en el que se llevaron a cabo registros fotográficos y bitácoras de campo para posteriormente elaborar la base de datos correspondiente.

Anfibios y reptiles

La búsqueda de estas especies se llevó a cabo durante los recorridos realizados en los transectos en banda. Se utilizó la técnica de búsqueda activa, en la cual se revisaron huecos, debajo de piedras y arbustos, que son los sitios donde se esconden la mayoría de las especies de reptiles y anfibios.

Mamíferos

La presencia de los mamíferos se puede constatar mediante la observación directa de los individuos. Sin embargo, debido al comportamiento de la mayoría de los mamíferos (discreto y evasivo) se utilizan de igual manera métodos indirectos, los cuales consisten en la identificación de los individuos por medio de algún indicio de actividad en la zona (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos, etc.) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000); así como fototrampeo y mediante la colocación de trampas tipo Sherman para mamíferos pequeños.

Aves

Los recorridos a lo largo de los transectos se iniciaron a primera hora de la mañana, ya que este grupo puede ser observado con mayor facilidad en las primeras horas y al atardecer, debido a que es cuando las aves presentan sus más altos picos de actividad. Lo anterior, facilita la observación e identificación de cada individuo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares (10x50). Asimismo, se realizó la identificación de especies en puntos de conteo por medio del canto, huellas y nidos. La identificación de las especies se basó principalmente en la experiencia del personal, sin embargo, también se

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

respaldaron en guías de campo como las de Peterson y Chalif (1994), Howell y Webb (1995), National Geographic Society (1996) y Edwards (1998) y Field Guide to the Birds of North America National Geographic (2016) y a través de la plataforma eBird.

Tipo de muestreo y tamaño de la muestra

Los transectos pueden ser ubicados de manera sistemática o aleatoria, por lo que, para el presente estudio se eligió hacerlo de manera aleatoria en aquellas zonas donde hubiera accesibilidad y disponibilidad de hábitats. Se recorrieron 07 transectos lineales permanentes, con una longitud de 500 metros lineales c/u por 20 metros de ancho, de los cuales 1 se ubicó en el AP, 2 en el AI y 4 en la RE. Finalmente, se menciona que los muestreos fueron realizados en una campaña, en la temporada de inicio de lluvias, verano durante 03 días (07 al 09 de julio de 2026). En resumen, el trabajo de campo constó de 3 días consecutivos por sitio, acumulando un esfuerzo de 21 recorridos georreferenciados mediante GPS.

Este tipo de diseño constituye una metodología ampliamente utilizada para la evaluación de comunidades faunísticas en ecosistemas tropicales y subtropicales de México, debido a su eficiencia para registrar especies mediante observación directa e indirecta (Serrano et al., 2013).

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los transectos mediante los cuales se llevó a cabo el registro de la fauna silvestre en la **RE**, **AI** y **AP**. Asimismo, en la **Tabla III.33** se presentan sus coordenadas de los transectos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.50. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de fauna

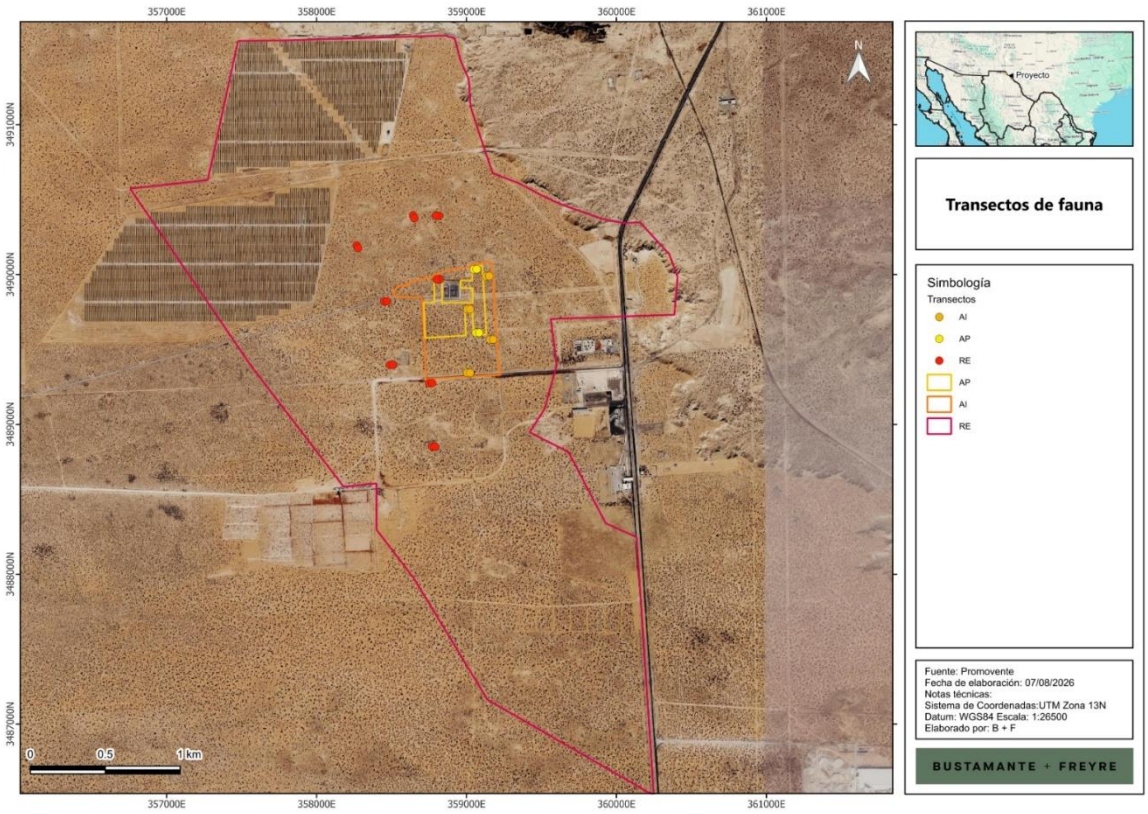


Tabla III.33. Coordenadas de los transectos de muestreo

Transecto	Longitud (X)	Latitud (Y)
AP1	359084.219	3489610.993
AP1	359064.233	3489610.236
AP1	359048.167	3490034.346
AP1	359068.152	3490035.103
AP1	359084.219	3489610.993
AI1	359178.323	3489566.073
AI1	359158.361	3489564.844
AI1	359132.298	3489988.465
AI1	359152.261	3489989.693
AI1	359178.323	3489566.073
AI2	359024.176	3489343.854
AI2	359004.176	3489343.871
AI2	359004.531	3489768.29
AI2	359024.531	3489768.273
AI2	359024.176	3489343.854
RE1	358797.163	3490391.635
RE1	358817.162	3490391.836
RE1	358821.415	3489967.462
RE1	358801.416	3489967.261

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Transecto	Longitud (X)	Latitud (Y)
RE1	358797.163	3490391.635
RE2	358276.706	3490176.663
RE2	358267.323	3490194.325
RE2	358643.518	3490394.176
RE2	358652.901	3490376.514
RE2	358276.706	3490176.663
RE3	358508.491	3489398.046
RE3	358488.572	3489396.251
RE3	358450.488	3489818.979
RE3	358470.408	3489820.774
RE3	358508.491	3489398.046
RE4	358791.246	3488851.155
RE4	358771.268	3488850.22
RE4	358751.414	3489274.202
RE4	358771.392	3489275.138
RE4	358791.246	3488851.155

III.2.2.4.3. Análisis estadísticos

Curvas de acumulación de especies

Con la información obtenida a través del muestreo, se utilizó el programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013) para generar una curva de acumulación 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, mediante los estimadores de riqueza, basados en abundancia y/o en presencia dependiendo del tipo de prueba: Chao 1 (Chao 1984, Chazdon *et al.* 1998) y Chao 2 (Chazdon *et al.* 1998).

Índices de diversidad

Riqueza y abundancia

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescritas a un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes en el área de muestreo.

Índice de diversidad de Shannon-Wienner

Para la estimación de la abundancia y diversidad se aplicó el índice de Shannon-Wienner, 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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-Wienner es la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

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).

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

H’min = 0

H’max = Ln(S)

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).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente fórmula, propuesta por Gallina y López (2011):

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde:

D = Densidad.

W = Ancho medio del transecto.

L = Longitud total del transecto.

III.2.2.4.3. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos realizados, así como el listado de especies registradas por tipo de vegetación en el **RE**, **AI** y **AP**. Asimismo, en el **Anexo III.4 Memorias Cálculo de Diversidad de Fauna** se presentan la base de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad y valor de importancia, así como del error de muestreo y curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

Listado potencial de especies

Con relación a la fauna, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III.34. Resumen de las características de las especies de fauna identificadas en el listado potencial

Característica	Registro potencial
Número de especies, familias y órdenes	83 especies, 46 familias y 16 órdenes (4 anfibios, 23 aves, 28 mamíferos y 28 reptiles)
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	7 especies listadas como amenazadas (A), 1 en peligro de extinción (P), 8 en protección especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	9 especies listadas en el Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	78 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 8 no evaluadas
Distribución de las especies	1 especie identificada como exótica y 4 como exóticas invasoras
Endemismo	1 especie endémica

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Característica	Registro potencial
Categoría de residencia para aves	3 especies migratorias, 1 especie migratoria de invierno – migratoria de verano, 7 residentes y 10 residentes – migratorias de invierno

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo II.2.**

Listado faunístico

En total se obtuvieron 90 registros de 09 especies dentro de la **RE, AI** y **AP**. De este total, 37 registros con 08 especies corresponden a la **RE,** 12 registros con 06 especies corresponden al **AI** y 41 registros con 05 especies corresponden al **AP**.

A continuación, se muestra el listado general de las especies de fauna registradas para la **RE, AI** y **AP**. En el **Anexo III.4 Reporte fotográfico** se presentan las evidencias fotográficas de la fauna registrada. De igual forma, en el **Anexo III.4** se incluye la base de datos con el número de individuos registrados (Memorias de cálculo de diversidad de fauna).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.35. Listado de fauna registrada en la **RE, AI** y **AP**

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Estado de conservación			Distribución		Endemismo	Área de registro		
						NOM-059	IUCN	CITES	Nativa	Exótica		AP	AI	RE
Reptilia	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis*	*Aspidoscelis marmoratus*	Huico marmoleado	SC	LC		x			X	X	X
Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla*	*Callipepla gameblii*	Codorniz de Gambel	SC	LC		x				X	X
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Canis*	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC		x			X	X	X
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus*	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	SC	LC		x			X	X	X
Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles*	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar norteño	SC	LC		x			X		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Procyon*	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC		x					X
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*Tyrannus verticalis*	Tirano palido	SC	LC		x					X
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Uta*	*Uta stansburiana*	Lagartija norteña de mancha lateral	A	LC		x			X	X	X
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Xerospermophilus*	*Xerospermophilus spilosoma*	Ardillón punteado	SC	LC		x				X	X
											Riqueza	5	6	8

*Categoría de riesgo según la NOM-059-SERMARNAT-2010: SC, sin categoría.

**Categoría de riesgo según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: LC, Fuera de peligro; NT, Casi amenazada.

Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla anterior, se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación, la cual corresponde a *Uta stansburiana* en la categoría de Amenazada (A). En cuanto a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y los apéndices del CITES, ninguna especie se encuentra enlistada en estos instrumentos.

Curva de acumulación de especies

Debido a la movilidad inherente de la fauna silvestre, la presencia y detección de las especies puede variar entre las distintas unidades del proyecto, independientemente de los límites administrativos o de intervención definidos. Por ello, la curva de acumulación de especies se evaluó de manera integrada para el total del área de estudio, considerando conjuntamente las áreas de **RE, AI y AP**.

Este enfoque permite representar la riqueza específica acumulada en función del esfuerzo de muestreo global y evitar una interpretación fragmentada de los registros, ya que los individuos pueden desplazarse, utilizar recursos o transitar entre dichas áreas durante sus actividades de alimentación, refugio, reproducción y movilidad estacional. En consecuencia, la evaluación conjunta proporciona una estimación más representativa de la composición faunística registrada en los trabajos de campo.

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies reflejan que los sitios son suficientes y representativos para describir la diversidad de fauna en el **AP**, **RE** y **AI**, como se describe en seguida.

Las curvas de acumulación se presentan en el **Anexo III.4 Memorias Cálculo Diversidad de Fauna.**

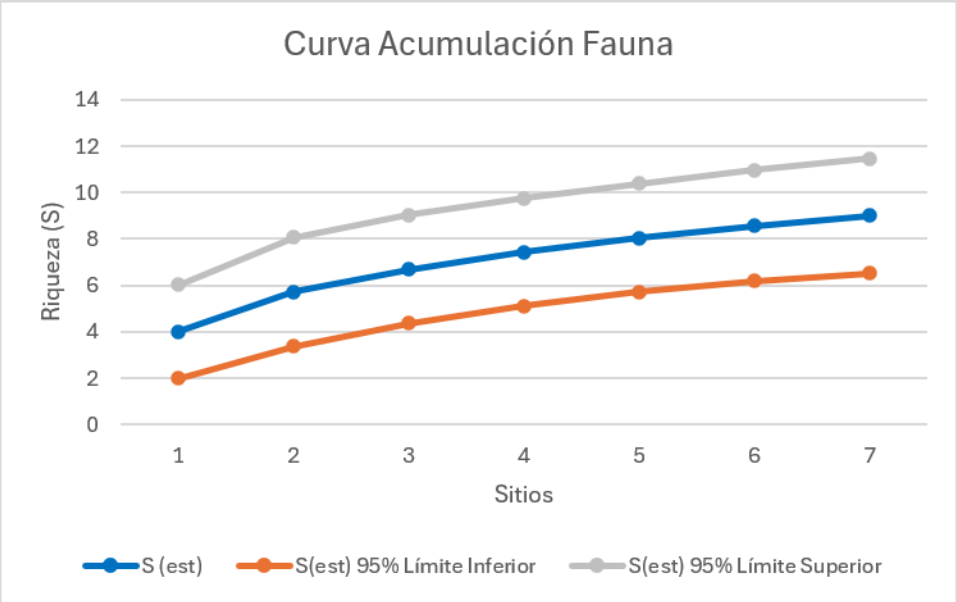
La curva de acumulación de fauna muestra un incremento progresivo de la riqueza estimada conforme aumenta el número de sitios de muestreo. La riqueza pasa de aproximadamente 4.6 especies en el primer sitio a cerca de 9 especies en el sexto, evidenciando que cada unidad adicional de muestreo contribuyó con nuevos registros faunísticos.

El mayor incremento se observa entre los primeros sitios, mientras que la pendiente disminuye gradualmente a partir del tercer sitio. Este patrón indica que la incorporación de especies nuevas comienza a reducirse conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo, lo cual sugiere una tendencia hacia la estabilización de la curva.

No obstante, al término del sexto sitio la curva aún conserva una pendiente positiva y no alcanza una asíntota clara. Por tanto, aunque el esfuerzo realizado permitió registrar una proporción importante de la riqueza faunística presente en el área de estudio, es posible que un mayor número de sitios o esfuerzos complementarios permita detectar especies adicionales, particularmente aquellas de baja detectabilidad, distribución restringida o hábitos crípticos. La riqueza estimada final se ubica alrededor de 9 especies, con un intervalo de confianza aproximado de 6.5 a 11.5 especies.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.51. Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo)



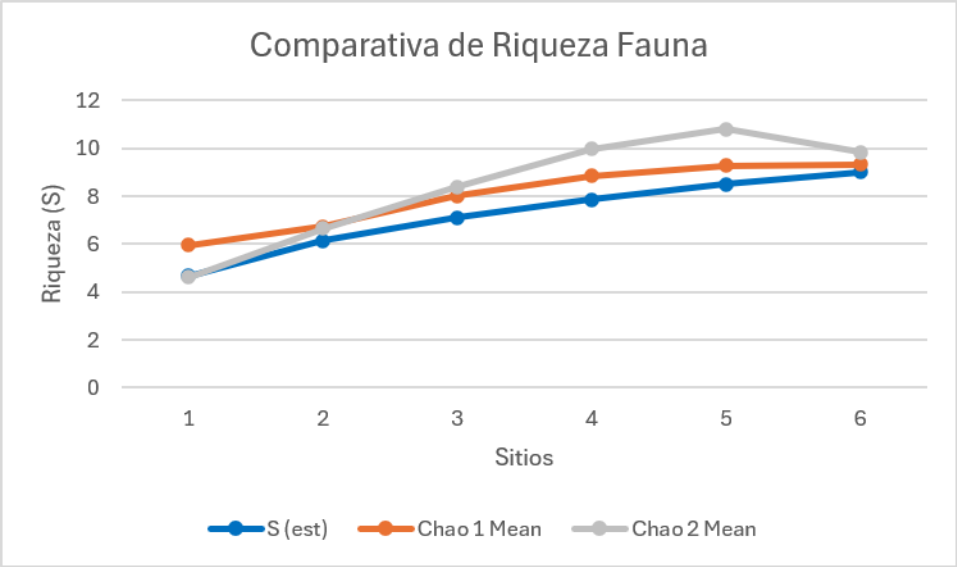
La comparación entre la riqueza observada de fauna y los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 indica que el esfuerzo de muestreo realizado proporciona una caracterización representativa de la riqueza faunística del área de estudio. Al considerar los seis sitios evaluados, la riqueza observada acumulada alcanza aproximadamente 9 especies, valor que es muy cercano a la estimación obtenida mediante Chao 1 (aproximadamente 9.3 especies). Esta coincidencia sugiere que la mayor parte de las especies detectables durante el periodo de estudio fue registrada mediante el diseño de muestreo implementado.

Por su parte, Chao 2 presenta una estimación ligeramente superior, cercana a 9.8 especies, particularmente a partir del cuarto sitio de muestreo. Esta diferencia limitada respecto de la riqueza observada indica la posible presencia de un número reducido de especies de baja incidencia o detectabilidad, cuya confirmación podría requerir un incremento en el esfuerzo de muestreo, incluyendo más sitios, recorridos o visitas en distintas condiciones temporales.

En conjunto, la proximidad entre la riqueza observada y ambos estimadores respalda que el inventario faunístico es adecuado para describir la composición de especies registrada en las áreas de **RE**, **AI** y **AP** evaluadas de manera integrada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.52. Modelo comparativo de riqueza de fauna (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2)



Finalmente, se señala que la riqueza específica observada es de 09 especies y la riqueza esperada por Chao 1 también es de 09, lo que se traduce en un índice de representatividad del 100%. Esto confirma lo que se observa en las curvas de acumulación: el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para capturar la totalidad de las especies frecuentes de la comunidad, y las correcciones por especies raras no incrementan la riqueza esperada. En términos de completitud, puede considerarse inventariada de manera exhaustiva para los fines de caracterización faunística.

Tabla III.36. Índice de representatividad de fauna

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	09
Riqueza específica esperada (chao 1)	09
Índice de representatividad (%)	100.00

Riqueza y abundancia

Riqueza

La riqueza total fue de 09 especies (2 son reptiles, 5 mamíferos y 2 aves). En la **RE** la riqueza obtenida fue de 08 especies, en el **AI** de 06 especies, mientras que en el **AP** la riqueza fue de 05 especies.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Abundancia

Dentro del **AP** se registró la presencia de 41 individuos de 05 especies de mamíferos y reptiles, siendo las especies con mayor abundancia: *Lepus californicus* con 11 individuos y *Uta stansburiana* con 23 individuos; en el **AI** se registraron 12 individuos de 06 especies, aquellas con mayor abundancia son *Uta stansburiana* y *Aspidocelis marmoratus* ambas con 04 individuos; mientras que en la **RE** se registraron 90 individuos distribuidos en 08 especies, las especies más abundantes fueron *Uta stansburiana* con 42 individuos y *Lepus californicus* con 17 individuos.

En la siguiente tabla se presentan los registros de abundancia (Ab) y abundancia relativa (AR) por especie y clase tanto para la **RE, AI** y **AP**.

Tabla III.37. Abundancia registrada por especie en la RE, AI y AP

Clase	Especie	AP		AI		RE		Total general	
		Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR
Aves	*Tyrannus verticalis*	0	0.000	0	0	1	0.167	1	0.143
Aves	*Callipepla gameblii*	0	0.000	1	1	5	0.833	6	0.857
Subtotal aves		0	0.000	1	1	6	1.000	7	1.000
Mammalia	*Canis latrans*	4	0.250	1	0.333	3	0.273	8	0.267
Mammalia	*Lepus californicus*	11	0.688	1	0.333	5	0.455	17	0.567
Mammalia	*Pecari tajacu*	1	0.063	0	0.000	0	0.000	1	0.033
Mammalia	*Procyon lotor*	0	0.000	0	0.000	2	0.182	2	0.067
Mammalia	*Xerospermophilus spilosoma*	0	0.000	1	0.333	1	0.091	2	0.067
Subtotal mamíferos		16	1.000	3	1.000	11	1.000	30	1.000
Reptilia	*Uta stansburiana*	23	0.920	4	0.500	15	0.750	42	0.792
Reptilia	*Aspidoscelis marmoratus*	2	0.080	4	0.500	5	0.250	11	0.208
Subtotal reptiles		25	1.000	8	1.000	20	1.000	53	1.000
Total		**41**	**1.000**	**12**	**1.000**	**37**	**1.000**	**90**	**1.000**

Diversidad de Shannon-Wienner y equitatividad de Pielou

Los resultados muestran una comunidad faunística integrada por **9 especies y 90 individuos registrados**, con predominio numérico de los reptiles (53 individuos), seguidos por mamíferos (30) y aves (7). El AP concentra el mayor número de individuos registrados (41), seguido por la RE (37) y el AI (12); sin embargo, la mayor riqueza total se registra en la RE, con presencia de especies de los tres grupos faunísticos.

Aves

Se registraron dos especies de aves y siete individuos en total, con registros únicamente en la **RE** y el **AI**; en el **AP** no se documentaron registros durante el muestreo. La **RE** presentó una riqueza de dos especies y seis individuos, aunque con marcada dominancia de *Callipepla gambelii* (cinco de los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

seis individuos), lo que se refleja en un valor relativamente alto de dominancia de Simpson ($D = 0.7222$) y una equitatividad media ($J' = 0.65$).

En el **AI** se registró únicamente un individuo de *Callipepla gambelii*, por lo que los índices de diversidad y equitatividad son iguales a cero. A escala del Área de Estudio, la dominancia de *C. gambelii* se mantiene, con seis de los siete individuos observados, lo cual genera una diversidad de Shannon baja ($H' = 0.4101$) y una equitatividad de 0.5917.

Tabla III.38. Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves

No. sp.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Callipepla gameblii	Codorniz de Gambel	5	1	0	6
2	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus verticalis	Tirano palido	1	0	0	1
Número total de individuos (N)						6	1	0	7
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						2	1	0	2
Índice de Margalef						0.5581	0	0	0.5139
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.7222	1	0	0.7551
Índice de Shannon-Wiener						0.4506	0	0	0.4101
Índice de Equitatividad de Pielou (J´)						0.65	0	0	0.5917

Mamíferos

Los mamíferos constituyen el grupo con mayor riqueza específica, con cinco especies y 30 individuos. La **RE** presentó la mayor riqueza de este grupo, con cuatro especies y 11 individuos, así como los valores más altos de Shannon ($H' = 1.241$) y una alta equitatividad ($J' = 0.895$); esto indica una distribución relativamente balanceada de los individuos entre las especies registradas.

El **AI** registró tres especies y tres individuos, con equitatividad máxima ($J' = 1$), debido a que cada especie fue detectada con un individuo. El **AP** concentró la mayor abundancia de mamíferos (16 individuos), pero presentó menor diversidad y equitatividad ($H' = 0.7775$; $J' = 0.7077$) debido al predominio de *Lepus californicus*, con 11 de los 16 individuos registrados.

Para el Área de Estudio, *L. californicus* fue la especie más abundante, con 17 individuos, seguida por *Canis latrans* con ocho. La riqueza de cinco especies, junto con un valor de Shannon de 1.149 y una dominancia moderada ($D = 0.4022$), muestra una comunidad de mamíferos con composición diversa, aunque influida por la mayor representación de la liebre cola negra.

Tabla III.39. Índices de diversidad estimados para el grupo de los mamíferos

No. sp.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis latrans	Coyote	3	1	4	8

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



No. sp.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
2	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Lepus californicus	Liebre cola negra	5	1	11	17
3	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari tajacu	Pecarí de collar norteño	0	0	1	1
4	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	2	0	0	2
4	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Xerospermophilus spilosoma	Ardillón punteado	1	1	0	2
Número total de individuos (N)						11	3	16	30
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						4	3	3	5
Índice de Margalef						1.251	1.82	0.7213	1.176
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.3223	0.3333	0.5391	0.4022
Índice de Shannon-Wiener						1.241	1.099	0.7775	1.149
Índice de Equitatividad de Pielou (J´)						0.895	1	0.7077	0.7138

Reptiles

Se registraron dos especies de reptiles y 53 individuos, por lo que este fue el grupo más abundante. Ambas especies estuvieron presentes en la **RE**, **AI** y **AP**.

El **AI** presentó la condición más equilibrada: cuatro individuos de *Uta stansburiana* y cuatro de *Aspidoscelis marmoratus*. Por ello, mostró la máxima diversidad posible para dos especies ($H' = 0.693$), ausencia de dominancia relativa ($D = 0.50$) y equitatividad de 1.

En cambio, en la **RE** y particularmente en el **AP** se observó predominio de *U. stansburiana*. En el **AP**, esta especie representó 23 de los 25 individuos registrados, lo que produjo la mayor dominancia del conjunto de resultados ($D = 0.853$), una diversidad baja ($H' = 0.279$) y equitatividad reducida ($J' = 0.402$). A nivel del Área de Estudio, *U. stansburiana* concentró 42 de 53 individuos, manteniendo una estructura dominada por esta especie.

Tabla III.40. Índices de diversidad estimados para el grupo de los reptiles

No. sp.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Uta stansburiana	Lagartija norteña de mancha lateral	15	4	23	42
2	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis marmoratus	Huico marmoleado	5	4	2	11
Número total de individuos (N)						20	8	25	53
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						2	2	2	2
Índice de Margalef						0.334	0.481	0.311	0.252
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.625	0.5	0.853	0.671
Índice de Shannon-Wiener						0.562	0.693	0.279	0.511

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No. sp.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
					Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	0.811	1	0.402	0.737

III.2.3. Medio socioeconómico

En el presente apartado se expone la descripción y el análisis del medio socioeconómico de la **RE**, el **AI** y el **AP**, con base en su ubicación geográfica. Al respecto, se considera que tanto la **RE** como el **AI** y el **AP** se localizan en las inmediaciones de la localidad de Valle Dorado Cuarta Etapa (El Dorado), en el municipio de Juárez, Chihuahua. Con el fin de contextualizar las condiciones socioeconómicas del área de estudio, se desarrolló lo siguiente:

1. **Contexto regional.** Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020)[12], se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto**.
2. **Contexto municipal.** Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, educación, salud, población económicamente activa e inactiva, entre otros), los cuales reflejan la calidad de vida de la población con base en el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI** (última actualización 16 de marzo 2021[13]).

III.2.3.1. 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. La **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 la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que Chihuahua presenta un grado de marginación medio[14], sin embargo, a nivel municipal Juárez presenta un índice de marginación muy bajo[15]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Juárez (59.1%) tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.

[12] CONAPO, 2020. Índices de marginación 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372
[13] INEGI, 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos
[14] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IME_2010-2020.html
[15] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IMM_2010-2020.html

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Asimismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en el municipio de 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**.

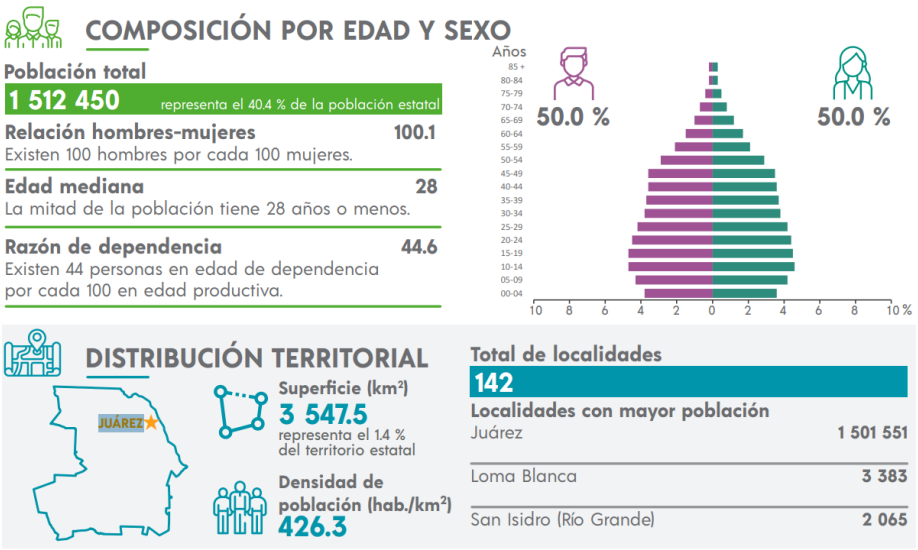
III2.3.2. Contexto municipal

En este aparatado se describen los principales indicadores sociodemográficos del municipio de Juárez en los cuales incide la **RE, AP** y **AI**.

Demografía

El municipio de Juárez tiene una población total de 1,512,450 habitantes, lo que representa el 40.4% de la población estatal con una densidad de 426.3 hab/km², presenta una relación de 100 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mediana de la población tiene 28 años o menos, así como una razón de dependencia de 44.6, es decir, existen 44 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva (**Figura III.53**).

Figura III.53. Demografía en el municipio de Juárez

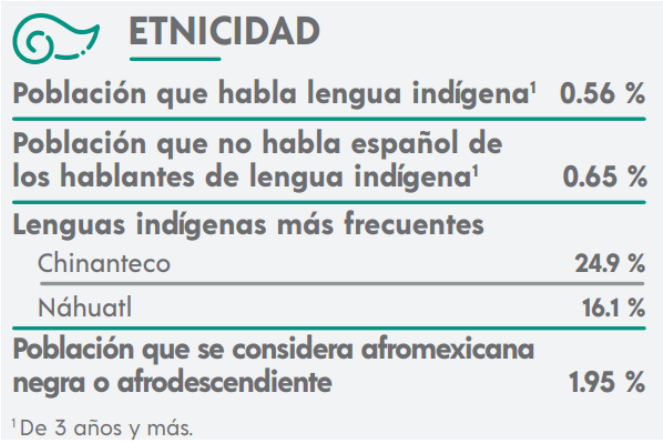


Etnicidad

El 0.56% de la población del municipio de Juárez de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el chinanteco y náhuatl. Por otro lado, existe un 1.95% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 0.65% es población hablante de lengua indígena que no habla español (**Figura III.54**).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.54. Etnicidad en el municipio de Juárez

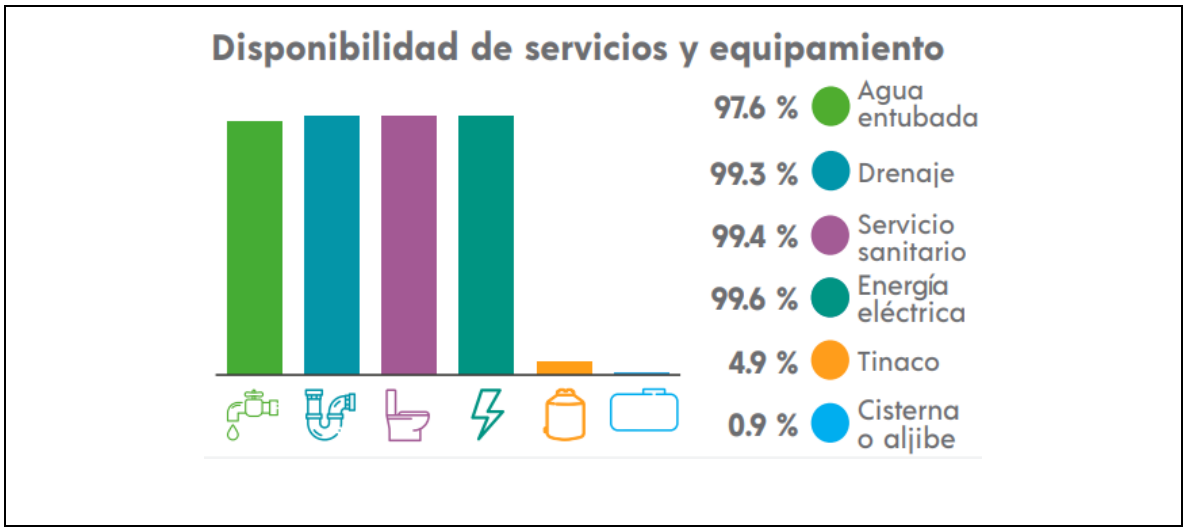


Vivienda, bienes y servicios

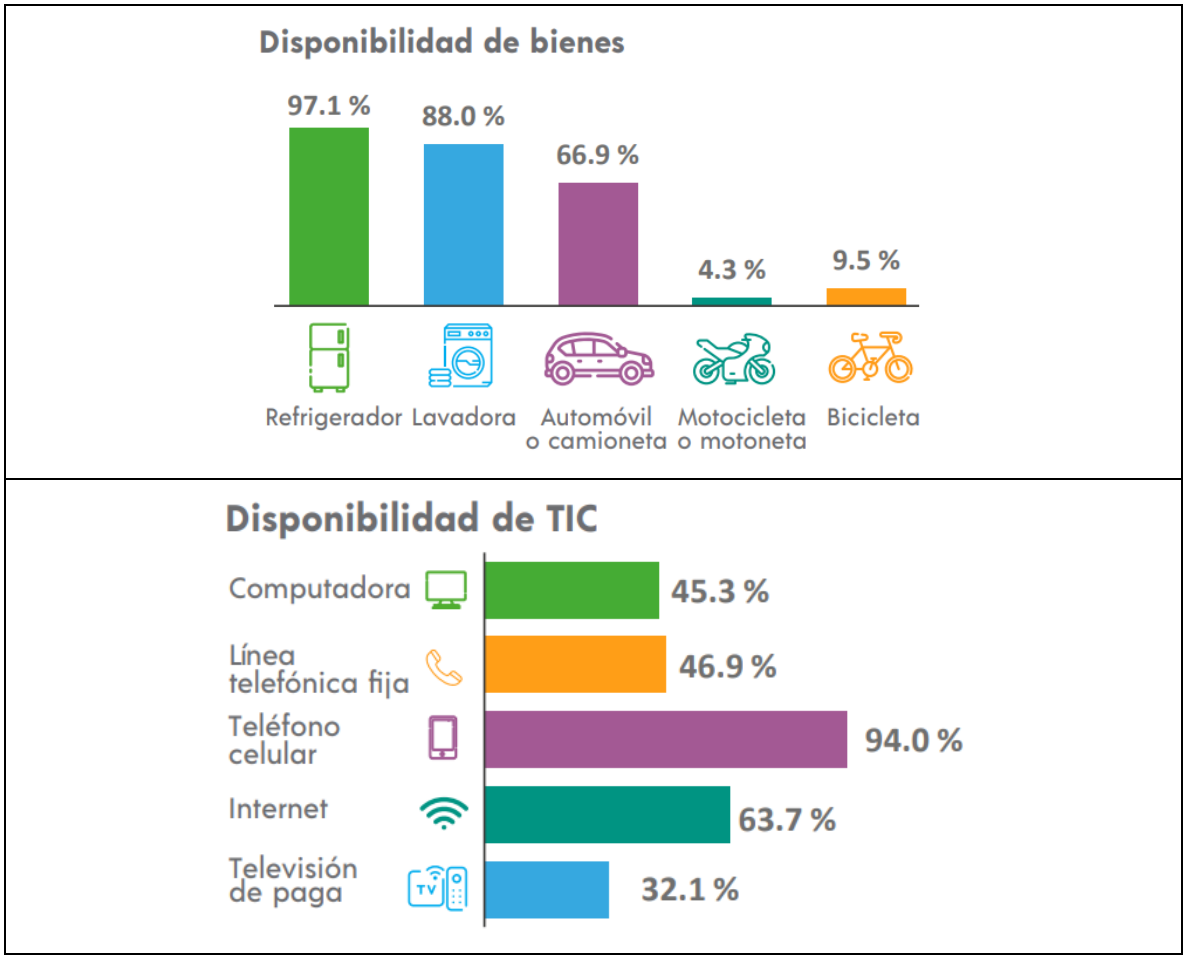
El municipio de Juárez presenta un total de 449,452 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 39.2% del total estatal, del cual el 0.8% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.4 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por cuarto.

Con respecto a la disponibilidad de servicios en Juárez, la mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica. En cuanto a la disponibilidad de bienes, la mayor parte de la población cuenta con bienes como refrigerador lavadora y automóvil o camioneta. Con respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (**TIC**), la mayor parte de la población cuenta con teléfono móvil e internet **(Figura III.55**).

Figura III.55. Disponibilidad de bienes y servicios



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



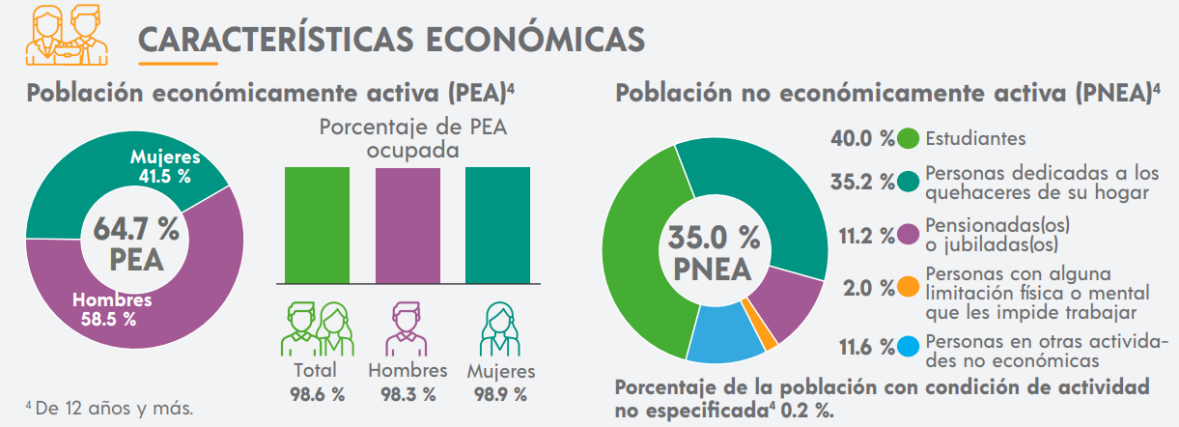
Características económicas

La Población Económicamente Activa (**PEA**) del municipio de Juárez es del 64.7% (población de 12 años y más), de la cual el 41.5% son mujeres y el 58.5% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.6% se encuentra ocupada, En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 35%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar (

Figura III.56).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

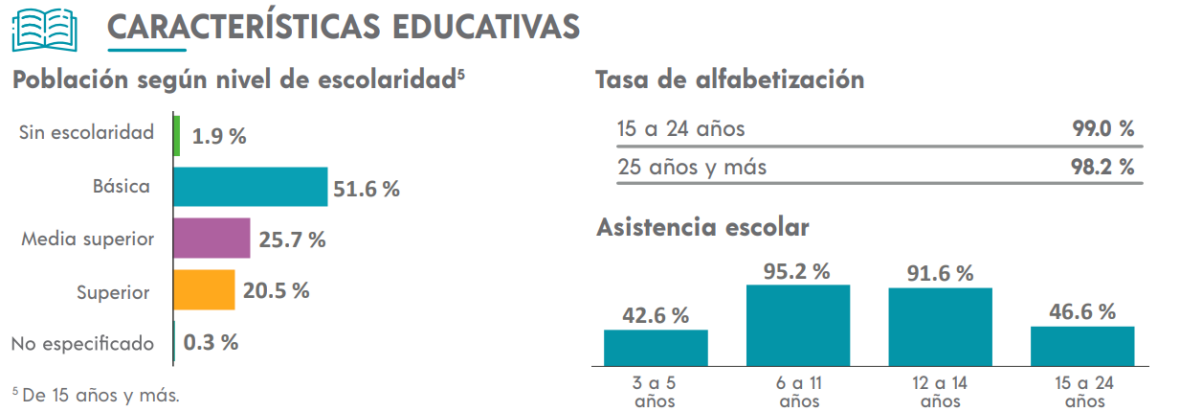
Figura III.56. PEA y PNEA en el municipio de Juárez



Escolaridad

El municipio de Juárez tiene una tasa de alfabetización del 99% para habitantes de 15 a 24 años y del 98.2% para habitantes de 25 años y más. La mayor parte de la población de 15 años y más (51.6%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 25.7% presenta un nivel medio superior y el 20.5% un nivel superior, mientras que, el 1.9% de la población no tiene escolaridad (**Figura III.57**).

Figura III.57. Escolaridad en el municipio de Juárez



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Servicios de salud

La mayor parte de la población del municipio de Juárez (87.4%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 3.9% de la población de Juárez presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más (**Figura III.58** y **Figura III.59**).

Figura III.58. Servicios de salud en el municipio de Juárez

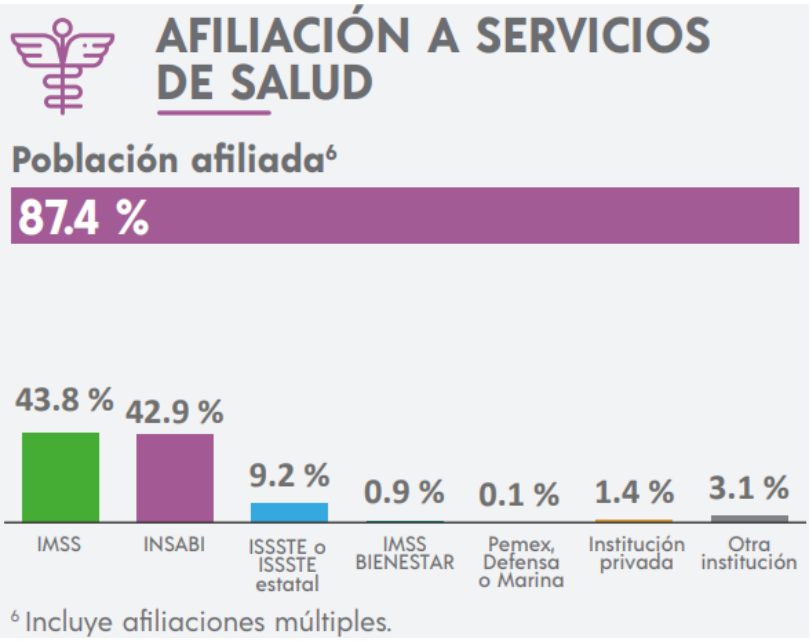
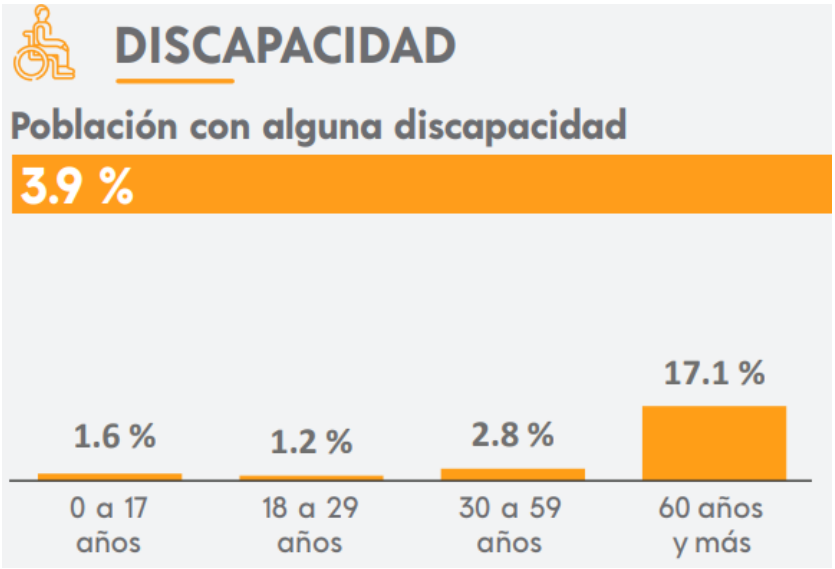


Figura III.59. Población con alguna discapacidad en el municipio de Juárez

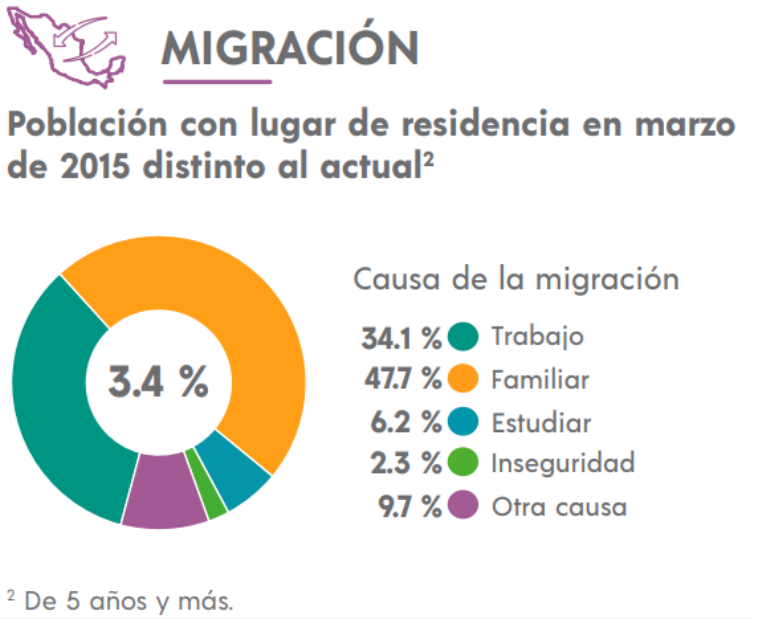


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Migración

En el tema de migración se tiene que el 3.4% de la población de 5 años y más del municipio de Juárez tenían lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, la mayoría por razones de trabajo y familiar (**Figura III.60**).

Figura III.60. Migración en el municipio de Juárez



III.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).

De acuerdo con lo previamente descrito, 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En este sentido, 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 sólo por su belleza, ya que esta última es una cualidad subjetiva dado 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 llanuras. Por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad la nitidez o agudeza visual[16], así como la vegetación presente. 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.

Dicho la anterior, 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 III.41. 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	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	1	1	La RE, AI y AP se ubican en sistemas de topoformas de llanura desértica y llanura desértica de piso rocoso o cementado.

[16] 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			
	o sistemas de dunas o bien presencia de algún 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	3	3	La **RE**, **AI** y **AP** sólo presentan vegetación de desiertos arenosos con algunos sitios perturbados (Presencia de Parque fotovoltaico, subestación de **CFE** y de caminos de terracería)
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	5	1	1	Dentro del **AI** y **AP** no se localizan escurrimientos de tipo intermitente ni ningún cuerpo de agua superficial. En cuanto a la **RE**, en su porción noreste se identifica el fin de un par de corrientes intermitentes, considerando así la condición de ausente o inapreciable.
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	1	1	El contraste es bajo dado que dominan un solo tipo de vegetación, misma que cubre amplias regiones y presenta una baja diversidad de especies y formas.
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, AI y AP 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	1	1	La zona es homogénea, por lo cual, la diversidad de flora y fauna también es similar.

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			
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	Se identifica que existen modificaciones dentro de la **RE, AI** y **AP,** principalmente derivada del desarrollo de infraestructura eléctrica (parque fotovoltaico, subestación de **CFE** y caminos de terracería), las cuales, aunque se encuentran localizadas y en minoría, no añaden calidad visual al sitio
						∑=	10	10	

Tabla III.42. 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 10 puntos, por lo que, se cataloga en la clase C, áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

En el **Anexo III.3 Flora / reportes fotográficos** se presentan las evidencias fotográficas del paisaje del **AP, 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.

Tabla III.43. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente > 55 %)	Bajo	1	3	3	La pendiente dominante en la RE, AI y AP es menor al 25%.
	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	La **RI** cuenta con hasta 3 tipos de erosión, aunque dos de ellos se encuentran en una porción mínima de la región norte (eólica, hídrica y antrópica). En cuanto **AI** y **AP** se encuentran en un área que solo presenta erosión eólica
	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	Debido a que, en la **RI**, **AI** y **AP** se conserva vegetación de desiertos arenosos de manera continua en grandes superficies y, en su mayoría, existe perturbación ligera con algunas perturbaciones mayores (parque fotovoltaico), se considera un potencial de regeneración de vegetación moderado.
	Potencial moderado	Moderado	2			
	Potencial alto	Alto	3			
Diversidad de	Diversificada e interesante	Alta	3	1	1	Se considera que

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
vegetación (D)	Diversidad media, repoblaciones	Media	2			la **RI, AI** y **AP** presentan una diversidad baja de vegetación al solo identificar un tipo de vegetación, implicando que existe un solo tipo fisionómico dominante, poca variación de estratos y formas de vida y presenta ciertas intervenciones (parque fotovoltaico, caminos de terracería y subestación de **CFE**)
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1			
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	1	1	Contraste bajo suelo/roca debido a que, dentro del **AI**, **AP** y **RI** no identifican afloramientos rocosos marcados ni cambios bruscos entre roca y suelo, dominando un suelo de tipo arenoso,
	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	Debido a que, en la **RI, AI** y **AP** existe vegetación continua, el contraste visual entre suelo y vegetación suele es más
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2			
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
						perceptible que en áreas con suelo totalmente desnudo. Aunado a lo anterior, aunque los caminos de terracería sean escasos y existe poca infraestructura en la zona, estos elementos generan rupturas lineales que refuerzan la diferenciación visual.

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= 24

CAV AI/AP= 24

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 fue de **24 puntos**, lo que indica que el área presenta una **capacidad de absorción visual moderada** y, en consecuencia, una **fragilidad paisajística moderada**. Esto significa que el paisaje tiene una **aptitud moderada para absorber visualmente las modificaciones** que pudieran generarse en el sitio sin alterar de manera significativa su carácter visual.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Tabla III.44. 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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO
“SAEE BORDER”

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

IV. Metodología para la Identificación de impactos ambientales 3
IV.1 Metodología matriz interactiva 3
IV.2. Metodología de la identificación de interacciones existentes 4
IV.3. Caracterización y valoración de los impactos 4

Índice de tablas

Tabla IV.1. Criterios básicos y complementarios 5

IV. Metodología para la Identificación de impactos ambientales

IV.1 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.

IV.2. 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).

IV.3. 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.

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: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)}$

Para medio socioeconómico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)}$

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

“SAEE BORDER”

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME GAMMA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

2026

ÍNDICE

IV. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 4
IV.1. Programa de Vigilancia Ambiental 4
IV.1.1. Objetivo general 4
IV.1.2. Objetivos particulares 4
IV.1.3. Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental 5
IV.1.4. Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental 6
IV.1.5. Seguimiento y control de la aplicación del PVA 7
IV.1.6. Reportes de seguimiento 9
IV.1.7. Cronograma de aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación del Proyecto 9
IV.2. Acciones que integran el Programa de Vigilancia Ambiental 18
IV.2.1. Programa de rescate y reubicación de flora 18
IV.2.2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 33
IV.2.3. Programa de Reforestación 45
IV.2.4. Programa de Manejo Integral de Residuos 57
IV.2.5. Programa de Capacitación y Educación Ambiental 83
IV.2.6. Programa de Conservación de Suelos 94
IV.2.7. Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo 103

Índice de tablas

Tabla IV.1. Medidas generales de prevención, mitigación, control y compensación (PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; DA: Desmantelamiento y Abandono) 10
Tabla IV.2. Medidas específicas del Programa de Rescate y Reubicación de Flora 26
Tabla IV.3. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de rescate y reubicación de flora 29
Tabla IV.4. Formato de registro de individuos rescatados 30
Tabla IV.5. Formato de registro de monitoreo de plantas rescatadas 31
Tabla IV.6. Calendario de comprobación 32
Tabla IV.7. Ejemplo de bitácora de rescate de fauna que se podría emplear para el registro de información 38
Tabla IV.8. Medidas específicas del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna 39
Tabla IV.9. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 41
Tabla IV.10. Calendario de comprobación 42
Tabla IV.11. Calendario de comprobación para el monitoreo de la fauna 42
Tabla IV.12. Puntos de comprobación 43
Tabla IV.13. Medidas específicas del Programa de Reforestación 52
Tabla IV.14. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de reforestación 54
Tabla IV.15. Calendario de comprobación 55
Tabla IV.16. Puntos de comprobación 56
Tabla IV.17. Descripción de las características CRETIB 64
Tabla IV.18. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos 65
Tabla IV.19. Esquema general para la clasificación y manejo de residuos 65
Tabla IV.20. Medidas específicas del Programa de Manejo Integral de Residuos 73
Tabla IV.21. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de manejo integral de residuos 79
Tabla IV.22. Indicadores de seguimiento al subprograma para la gestión de baterías 81

Tabla IV.23. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)..... 82
Tabla IV.24. Puntos de comprobación..... 82
Tabla IV.25. Temas de capacitación a incluir en el programa..... 86
Tabla IV.26. Medidas específicas del Programa de capacitación y educación..... 89
Tabla IV.27. Indicadores de desempeño para el programa..... 91
Tabla IV.28. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)..... 92
Tabla IV.29. Puntos de comprobación..... 93
Tabla IV.30. Medidas específicas del Programa de conservación de suelos..... 99
Tabla IV.31. Indicadores de desempeño para el programa..... 100
Tabla IV.32. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)..... 102
Tabla IV.33. Puntos de comprobación..... 102
Tabla IV.34. Medidas específicas del Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos..... 108
Tabla IV.35. Indicadores de desempeño para el programa..... 110
Tabla IV.36. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)..... 111
Tabla IV.37. Puntos de comprobación..... 111

Índice de figuras

Figura IV.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental. 8
Figura IV.2. Diseños a tres bolillos..... 50
Figura IV.3. Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año..... 62
Figura IV.4. Código de colores para la separación de residuos..... 67
Figura IV.5. Modelo general de las etiquetas aplicables a contendedores de residuos peligrosos..... 69
Figura IV.6. Modelo de bitácoras para la gestión de residuos peligrosos..... 70

IV. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente documento e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar y compensar 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 llegara 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.

Es importante destacar que el Programa de Vigilancia Ambiental (**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.

IV.1.1. Objetivo general

- Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación 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.

IV.1.2. 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.

IV.1.3. Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental

IV.1.3.1. Meta

El **PVA** se concibe como un instrumento dinámico y de mejora continua, con capacidad para adaptarse a las condiciones que se presenten durante las distintas etapas del Proyecto. Su carácter abierto permite que los resultados del seguimiento y monitoreo funcionen como un mecanismo de retroalimentación para evaluar la efectividad de las medidas implementadas, ajustar los objetivos iniciales cuando sea necesario y revisar periódicamente los programas ambientales planteados. Asimismo, facilita la detección oportuna de efectos no previstos y la adopción de medidas preventivas, correctivas o de mitigación acordes con las condiciones identificadas.

El **PVA** permitirá dar seguimiento a la evolución de los impactos ambientales previstos, a fin de verificar que sus magnitudes no superen las estimadas en la evaluación ambiental y que sean reducidas al mínimo mediante la implementación de las medidas establecidas en cada programa ambiental. En caso de identificarse desviaciones, impactos no previstos o una eficacia insuficiente de las medidas aplicadas, se diseñarán, implementarán y evaluarán medidas adicionales que permitan minimizar las afectaciones al medio ambiente.

De igual forma, el **PVA** contribuirá al cumplimiento de los términos y condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente. En este sentido, las metas esperadas con su ejecución estarán vinculadas directamente con el cumplimiento de los objetivos, indicadores y metas definidos en cada uno de los programas ambientales del **Proyecto**.

IV.1.3.2. 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.

IV.1.4. 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** (por ejemplo, contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentran la mayor parte del tiempo en el **AP**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras o con la recopilación de información necesaria. Lo anterior, 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, quienes, 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 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.

IV.1.5. 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 del **Proyecto,** 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.

Aunado a todo lo anterior, 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 contar con contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

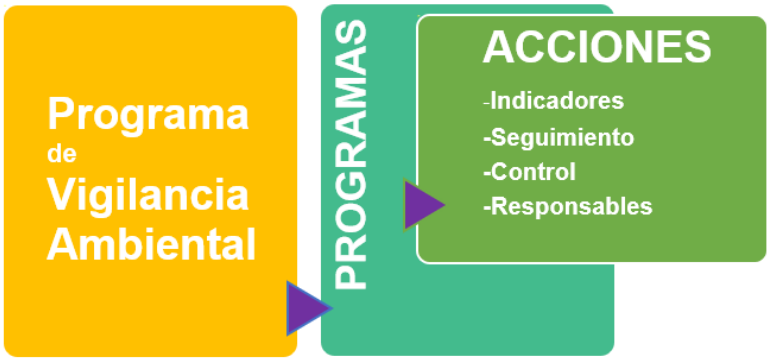
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisará la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación 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 IV.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental.



IV.1.6. Reportes de seguimiento

Se deberán elaborar 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**, según quede establecido en los programas ambientales correspondientes.

IV.1.7. Cronograma de aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación del Proyecto

En la tabla siguiente 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 IV.1. Medidas generales de prevención, mitigación, control y compensación (PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; DA: Desmantelamiento y Abandono)

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
Rescate y reubicación de flora	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.	●	Según nuevos frentes		Según áreas a intervenir
	Rescatar ejemplares prioritarios, especies bajo protección, de lento crecimiento, difícil regeneración o importancia ecológica.	●	Según nuevos frentes		Según áreas a intervenir
	Ejecutar la extracción con técnicas que reduzcan daño al sistema radical y conserven el mayor sustrato posible.	●	Según nuevos frentes		Según áreas a intervenir
	Trasladar y reubicar los ejemplares en sitios o áreas de acopio temporal con condiciones adecuadas.	●	●	Según necesidad	●
	Mantener viveros o áreas de acopio temporal con sombra, drenaje, riego, protección y espacio suficiente.	●	●	Según necesidad	●
	Aplicar riego, deshierbe, poda sanitaria, control fitosanitario y protección física a los ejemplares reubicados.	●	●	●	Según necesidad
	Monitorear supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria y necesidades de mantenimiento.	●	●	●	Según necesidad

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	Implementar acciones correctivas y reposición de ejemplares cuando la supervivencia sea inferior a la meta establecida.		●	●	Según necesidad
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Delimitar los frentes de trabajo y verificar su liberación ambiental antes del ingreso de maquinaria.	●	●	Según necesidad	●
	Realizar recorridos de ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes del desmonte, despalme o movimiento de tierras.	●	Según nuevos frentes		Según áreas a intervenir
	Priorizar el rescate de fauna de lento desplazamiento, crías, individuos heridos o ejemplares que no puedan desplazarse.	●	●	Según necesidad	●
	Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada.	●	●	Según necesidad	●
	Liberar los ejemplares rescatados en sitios con condiciones de hábitat compatibles y previamente validados.	●	●	Según necesidad	●
	Mantener acompañamiento ambiental durante actividades de mayor riesgo para fauna silvestre.	●	●	Según necesidad	●
	Capacitar al personal sobre protección de fauna, reporte de ejemplares y prohibición de captura o manipulación no autorizada.	●	●	●	●

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	Atender, documentar y canalizar a instancias especializadas los ejemplares lesionados o que requieran atención veterinaria.	Según evento	Según evento	Según evento	Según evento
Reforestación	Definir, delimitar y georreferenciar el área de reforestación compensatoria, garantizando una relación mínima 1:1.	●	●		Según requerimiento
	Seleccionar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio de reforestación.	●	●		Según reposición
	Adquirir o producir planta de calidad, con procedencia local o regional compatible y condición fitosanitaria favorable.	●	●	Según reposición	Según reposición
	Preparar el terreno, abrir cepas y establecer la plantación durante condiciones de humedad favorables.		●	●	Según requerimiento
	Aplicar riego inicial y riegos auxiliares cuando las condiciones de establecimiento lo requieran.		●	●	Según necesidad
	Instalar tutores, protectores, cercado o señalización cuando exista riesgo por fauna, ganado, tránsito o vandalismo.		●	●	Según necesidad
	Realizar deshierbe, control de competencia, poda sanitaria y control fitosanitario.		●	●	Según necesidad
	Reponer individuos muertos o con deterioro irreversible, preferentemente durante temporada de lluvias.		●	●	Según necesidad

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	Monitorear supervivencia, condición fitosanitaria, crecimiento y cumplimiento de la superficie reforestada.		●	●	●
Manejo integral de residuos	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.		●	Según necesidad	●
	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.	●	●	●	●

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	Instalar sanitarios portátiles y asegurar el mantenimiento y disposición autorizada de aguas residuales sanitarias.	●	●	Según necesidad	●
	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.	●	●	●	●
Gestión de baterías del SAEE	Mantener un inventario actualizado de baterías, módulos, racks y componentes asociados al SAEE.			●	●
	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.			Según evento	Según evento
	Entregar baterías y componentes a gestores especializados y conservar manifiestos o certificados de destino final.			●	●
Capacitación y educación ambiental	Impartir inducción ambiental al personal de nuevo ingreso antes del inicio de actividades.	●	●	●	●

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	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.	●	●	●	●
	Realizar reinducción o capacitación correctiva después de incidentes, incumplimientos o desviaciones ambientales.	Según evento	Según evento	Según evento	Según evento
Conservación de suelos	Delimitar las áreas autorizadas, caminos, accesos, zonas de maniobra y áreas de acopio.	●	●	Según necesidad	●
	Rescatar y separar el suelo orgánico antes del despalme, excavación o movimiento de tierras.	●	Según nuevos frentes		Según áreas a intervenir
	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.	●	●	Según necesidad	●
	Restringir la circulación de maquinaria y vehículos a caminos, accesos y áreas autorizadas.	●	●	●	●

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	Implementar medidas de control de erosión y escurrimientos en taludes, áreas expuestas y zonas de acopio.	●	●	Según necesidad	●
	Reutilizar el suelo orgánico rescatado en áreas libres de infraestructura, o recuperación de superficies.		●	Según necesidad	●
	Atender derrames y manejar el suelo contaminado conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.	Según evento	Según evento	Según evento	Según evento
Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo	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.	Según evento	Según evento	Según evento	Según evento
	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.	Según necesidad	Según necesidad	Según necesidad	Según necesidad
	Utilizar charolas de contención, materiales impermeables y absorbentes durante mantenimiento o reparación en sitio.	●	●	●	●

Programa	Medida específica	PS	C	O&M	DA
	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.	●	●	●	●

IV.2. Acciones que integran el Programa de Vigilancia Ambiental

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.

IV.2.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora tiene por objeto prevenir, minimizar y compensar la afectación a los ejemplares de flora silvestre ubicados dentro de del área del **Proyecto (AP)**.

Su implementación permitirá rescatar, manejar, mantener y reubicar individuos de especies susceptibles de trasplante antes de las actividades de preparación del sitio (principalmente, desmonte y despalme). El Programa contribuirá a conservar la biodiversidad local, reducir la pérdida de individuos de importancia ecológica o bajo alguna categoría de protección y dar cumplimiento a las obligaciones ambientales aplicables al Proyecto.

Las actividades incluirán la identificación, selección, marcaje, extracción, traslado, acopio temporal cuando sea necesario, reubicación, mantenimiento y monitoreo de los ejemplares rescatados. La meta de desempeño del Programa será alcanzar una supervivencia mínima de 80% de los individuos rescatados y reubicados, mediante la aplicación de medidas preventivas y correctivas oportunas.

IV.2.1.1. Objetivos

Objetivo general

Reducir la afectación a la flora silvestre presente en el **AP** mediante la implementación de técnicas adecuadas de rescate, manejo, reubicación, mantenimiento y monitoreo, previas al desmonte y vinculadas al avance de las obras.

Objetivos particulares

- Evitar o minimizar la afectación de la vegetación y de los individuos de flora susceptibles de rescate dentro de las áreas autorizadas del Proyecto.
- Identificar, rescatar y reubicar ejemplares de especies con prioridad de conservación, lento crecimiento, difícil regeneración, importancia ecológica, valor cultural o comercial, o que se encuentren bajo alguna categoría de protección.
- Seleccionar sitios de reubicación con condiciones ambientales compatibles con los requerimientos ecológicos de las especies rescatadas.

- Aplicar técnicas de extracción, traslado, trasplante y mantenimiento que favorezcan el establecimiento y la supervivencia de los ejemplares reubicados.
- Mantener registros verificables de las actividades de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo realizadas.

IV.2.1.2. Metas

- Rescatar el mayor número viable de individuos de flora dentro de las áreas que serán intervenidas por el **Proyecto**.
- Alcanzar una supervivencia mínima de 80% de los individuos rescatados y reubicados.
- Aplicar técnicas diferenciadas de extracción, manejo, traslado y reubicación, de acuerdo con la especie, tamaño, condición fitosanitaria y forma de vida de cada ejemplar.
- Establecer y mantener sitios de reubicación adecuados, con condiciones de suelo, cobertura vegetal, iluminación, drenaje y disponibilidad de espacio compatibles con los requerimientos de las especies rescatadas.
- Implementar acciones de mantenimiento, seguimiento y corrección cuando se identifiquen condiciones que comprometan la supervivencia de los ejemplares.

IV.2.1.3. Responsables del desarrollo del Programa

La implementación y cumplimiento del Programa será responsabilidad del Promovente, quien designará a un Supervisor Ambiental para coordinar las actividades, verificar su ejecución y asegurar la integración de los registros correspondientes.

El Supervisor Ambiental deberá contar con formación profesional y experiencia comprobable en manejo de flora, restauración ecológica, rescate de vegetación o disciplinas afines. Será responsable de coordinar a la brigada de rescate, definir las técnicas de manejo, validar los sitios de reubicación, supervisar el mantenimiento y elaborar los informes de cumplimiento.

Las actividades de campo serán realizadas por personal técnico capacitado, bajo la coordinación del especialista en flora. La brigada contará con equipo de protección personal, herramientas, materiales y medios de transporte adecuados para realizar las actividades de forma segura y eficiente.

Responsabilidades del Supervisor Ambiental

- Coordinar la ejecución del Programa y la brigada de rescate de flora.
- Verificar que el personal cuente con capacitación, equipo de protección y herramientas adecuadas.
- Identificar las especies e individuos susceptibles de rescate.
- Definir las técnicas de extracción, manejo, traslado y reubicación.
- Validar los sitios de reubicación y las condiciones para el trasplante.

- Supervisar el manejo de los ejemplares desde su extracción hasta su establecimiento.
- Determinar y supervisar las medidas de mantenimiento y atención fitosanitaria.
- Evaluar periódicamente la supervivencia y condición fitosanitaria de los ejemplares.
- Integrar las bitácoras, bases de datos, evidencia fotográfica e informes del Programa.

Responsabilidades del personal técnico de apoyo

- Utilizar el equipo de protección personal y las herramientas asignadas.
- Realizar el marcaje, registro y georreferenciación de los ejemplares seleccionados.
- Ejecutar las actividades de rescate conforme a las instrucciones del Supervisor Ambiental.
- Apoyar en el traslado, trasplante, mantenimiento y monitoreo de los ejemplares.
- Registrar las actividades y apoyar en la toma de evidencia fotográfica.
- Notificar oportunamente al Supervisor Ambiental cualquier condición que pueda afectar la supervivencia de las plantas.

IV.2.1.4. Metodología

La remoción de vegetación asociada al desarrollo del **Proyecto** puede ocasionar pérdida de cobertura vegetal, reducción de individuos de flora, fragmentación del hábitat y disminución de los servicios ecosistémicos proporcionados por la vegetación. Por ello, el rescate de flora se realizará antes de las actividades de desmonte y de manera coordinada con la programación de los frentes de obra.

Las actividades se ejecutarán de forma progresiva, conforme al avance del **Proyecto**, evitando liberar áreas que no cuenten con capacidad suficiente para el manejo, acopio temporal o reubicación de los ejemplares rescatados.

Integración de la brigada de rescate

La brigada de rescate estará integrada por un especialista en flora y personal técnico de apoyo con experiencia en actividades de campo. La cantidad de integrantes podrá ajustarse de acuerdo con la extensión del frente de trabajo, la densidad de individuos por rescatar, las especies presentes y las condiciones del terreno.

La brigada deberá contar, como mínimo, con:

- Equipo de protección personal.
- Herramientas manuales para extracción y preparación de cepas.
- Material para marcaje y georreferenciación.
- Contenedores, cajas, costales de yute o materiales apropiados para traslado.
- Materiales para embolsado, acopio temporal y tratamientos fitosanitarios.
- Equipo de registro, cámaras y formatos de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Identificación y selección de ejemplares

Antes del desmonte se realizará un recorrido de prospección en las áreas autorizadas para identificar y seleccionar los ejemplares susceptibles de rescate. Los individuos seleccionados serán marcados y registrados antes de iniciar las actividades de extracción.

La selección considerará, entre otros, los siguientes criterios:

- ✓ Especies incluidas en alguna categoría de protección.
- ✓ Especies endémicas, de distribución restringida o de importancia ecológica.
- ✓ Especies de lento crecimiento o difícil regeneración.
- ✓ Especies con valor cultural, económico o comercial.
- ✓ Individuos localizados dentro de las áreas de afectación directa.
- ✓ Ejemplares con condiciones fitosanitarias favorables.
- ✓ Individuos con tamaño, condición y capacidad de adaptación adecuados para el trasplante.
- ✓ Otras especies no registradas previamente que cumplan con los criterios de rescate.

Como criterio general, se priorizarán individuos con altura menor a 1.20 m, en condición fisiológica favorable y sin evidencias de latencia, daño severo, estrés hídrico extremo o afectación fitosanitaria crítica. No obstante, el especialista podrá seleccionar ejemplares de mayor tamaño cuando sus características y viabilidad de trasplante lo justifiquen.

Caracterización de sitios

Para los ejemplares seleccionados se registrarán las condiciones del sitio de origen, a fin de apoyar la selección de áreas compatibles para su reubicación. La caracterización podrá incluir:

- ✓ Tipo, profundidad, humedad y pedregosidad del suelo.
- ✓ Pendiente, drenaje y exposición.
- ✓ Cobertura vegetal y especies asociadas.
- ✓ Condiciones de iluminación y sombra.
- ✓ Estado fitosanitario del ejemplar.
- ✓ Coordenadas geográficas y orientación, cuando aplique.
- ✓ Factores de disturbio o presión identificados en el sitio.

Delimitación de áreas de rescate

La brigada topográfica delimitará las áreas autorizadas para intervención mediante estacas, banderolas, cal, mojoneras u otros elementos claramente visibles. El rescate de flora se realizará únicamente dentro de los polígonos autorizados y antes del ingreso de maquinaria para desmonte.

Los frentes de trabajo deberán liberarse de manera secuencial y únicamente después de la validación del Supervisor Ambiental o del especialista responsable de flora.

Selección de sitios de reubicación

Los sitios de reubicación deberán localizarse fuera de las áreas previstas para construcción, ampliación, operación o mantenimiento del **Proyecto**. Preferentemente, deberán ubicarse dentro de predios bajo control del Promovente o en áreas donde existan los permisos o acuerdos necesarios.

La selección considerará:

- ✓ Compatibilidad ambiental con el sitio de origen.
- ✓ Condiciones de suelo, humedad, exposición, cobertura y vegetación asociada.
- ✓ Espacio suficiente para evitar sobrecarga de individuos.
- ✓ Accesibilidad para actividades de mantenimiento y monitoreo.
- ✓ Ausencia de riesgos previsibles, como tránsito de maquinaria, inundación recurrente, pastoreo, extracción de plantas o afectaciones futuras por obra.

Marcaje y registro

Los ejemplares seleccionados se identificarán mediante etiquetas, cinta flagging u otros materiales adecuados. Cuando sea relevante para la especie, particularmente en cactáceas o individuos sensibles a cambios de exposición, se marcará la orientación original del ejemplar.

Para cada individuo se registrará, como mínimo:

- Nombre común y científico.
- Número de identificación.
- Altura y diámetro.
- Estado fitosanitario.
- Coordenadas de rescate.
- Fecha de extracción.
- Técnica de rescate utilizada.
- Coordenadas y fecha de reubicación.
- Tratamientos aplicados.
- Observaciones sobre su condición durante el monitoreo.

Extracción, manejo y traslado

La extracción se realizará manualmente y con herramientas adecuadas, procurando conservar la mayor cantidad posible de raíces y sustrato adherido al sistema radical. La técnica de extracción será definida por el especialista de acuerdo con la especie, tamaño y condición de cada ejemplar.

Una vez extraídos, los individuos serán sometidos, cuando corresponda, a poda de raíces o tejidos dañados, tratamiento cicatrizante y aplicaciones fitosanitarias autorizadas. Las cactáceas y otras

especies que requieran cicatrización serán resguardadas temporalmente en condiciones de sombra, ventilación y protección antes de su trasplante definitivo.

Los ejemplares serán trasladados en recipientes, cajas, costales de yute u otros contenedores adecuados, evitando daños mecánicos, deshidratación, exposición excesiva al sol o periodos prolongados de almacenamiento.

Preparación y reubicación

Los sitios de reubicación deberán prepararse antes de la extracción de los ejemplares. Las cepas se elaborarán manualmente y tendrán dimensiones adecuadas para cada especie y sistema radical.

Durante la reubicación se procurará conservar la orientación original de los ejemplares cuando sea técnicamente relevante. La distribución de plantas deberá considerar espacio suficiente entre individuos, condiciones topográficas, accesibilidad para riego y mantenimiento, así como la prevención de competencia excesiva.

El trasplante se realizará preferentemente el mismo día de la extracción o, cuando se requiera cicatrización o acopio temporal, en el menor tiempo técnicamente viable.

Acopio temporal y cicatrización

Cuando los ejemplares no puedan ser reubicados de manera inmediata, serán trasladados a un área de acopio temporal o vivero que cuente con condiciones apropiadas de sombra, protección, drenaje, riego, sustrato y espacio suficiente.

Las áreas de acopio deberán proteger a los ejemplares contra insolación excesiva, deshidratación, inundación, daños por fauna, ganado, tránsito de personal o maquinaria, y afectaciones fitosanitarias.

Riego y mantenimiento

El riego inicial se aplicará después del trasplante, evitando saturar el suelo. La frecuencia y volumen de riego se ajustarán a la especie, tamaño, condiciones climáticas, tipo de suelo, época del año y respuesta observada de los individuos.

De manera general, el riego de mantenimiento podrá realizarse con mayor frecuencia durante el primer mes posterior al trasplante y reducirse gradualmente conforme los ejemplares muestren signos de establecimiento. Los riegos deberán disminuir o suspenderse durante la temporada de lluvias, salvo que el monitoreo técnico justifique una medida distinta.

Las actividades de mantenimiento podrán incluir:

- Riegos auxiliares y de emergencia.
- Deshierbe y control de competencia.
- Reposición o ajuste de tutores y protecciones.
- Control de plagas y enfermedades.
- Poda sanitaria y eliminación de tejidos afectados.
- Aplicación de tratamientos fitosanitarios autorizados.

- Protección contra fauna, ganado, vandalismo o extracción no autorizada.
- Limpieza del área de reubicación.
- Reemplazo de individuos muertos, cuando corresponda.

Monitoreo

El monitoreo permitirá evaluar la condición de los ejemplares reubicados y definir medidas correctivas oportunas. Se realizarán inspecciones periódicas para verificar supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria, presencia de plagas, daños físicos, competencia y requerimientos de mantenimiento.

La frecuencia de monitoreo será mayor durante los primeros meses posteriores a la reubicación y podrá ajustarse posteriormente con base en la respuesta de los ejemplares y los resultados obtenidos.

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 a ser 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 características principales 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.

IV.2.1.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de rescate y reubicación de flora:

Tabla IV.2. Medidas específicas del Programa de Rescate y Reubicación de Flora

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
1	Delimitar físicamente los polígonos autorizados mediante estacas, banderolas, mojoneras, señalización u otros elementos visibles antes del inicio de las actividades.	Prevención	Previo al desmonte y durante obra	Planos, coordenadas, evidencia fotográfica y bitácora de supervisión.
2	Realizar recorridos de prospección y liberación ambiental antes de cada frente de desmonte para identificar, marcar y registrar los individuos susceptibles de rescate.	Prevención	Previo al desmonte	Formatos de liberación, bitácora de campo, listado de ejemplares y fotografías.
3	Priorizar el rescate de especies enlistadas en categorías de protección, endémicas, de importancia ecológica, cultural o comercial, así como de individuos con viabilidad de trasplante.	Prevención y mitigación	Previo al desmonte	Inventario de ejemplares rescatados, fichas de registro y coordenadas.
4	Realizar la extracción manual con herramientas adecuadas, conservando la mayor cantidad posible de raíces y sustrato adherido; aplicar poda sanitaria y tratamientos cicatrizantes cuando sean técnicamente necesarios.	Mitigación	Rescate y extracción	Bitácora de rescate, registro de técnicas aplicadas y evidencia fotográfica.
5	Utilizar contenedores, cajas, costales de yute u otros medios adecuados para cada especie; reducir el tiempo de traslado, evitar la exposición prolongada al sol y proteger los ejemplares de daños físicos.	Mitigación	Traslado	Registro de traslado, fecha de extracción y fecha de reubicación.
6	Trasplantar los ejemplares preferentemente el mismo día de su extracción. Cuando ello no sea posible, mantenerlos en áreas de acopio temporal o vivero con sombra, drenaje, riego, sustrato, protección y espacio suficiente.	Mitigación	Acopio temporal y reubicación	Bitácora de acopio, registro de riego, fotografías y reportes de supervisión.
7	Seleccionar sitios de reubicación fuera de las áreas de obra, con condiciones compatibles de suelo, humedad, exposición, cobertura vegetal, drenaje, disponibilidad de espacio y accesibilidad para mantenimiento.	Prevención y mitigación	Previo a la reubicación	Fichas de caracterización, coordenadas, mapas y evidencia fotográfica.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
8	Marcar y conservar la orientación original de los ejemplares cuando sea técnicamente relevante, particularmente en cactáceas y especies sensibles a cambios de exposición solar.	Mitigación	Rescate y reubicación	Registro de orientación y fotografías de marcaje y trasplante.
9	Aplicar riego inicial inmediatamente después de la reubicación y riegos auxiliares conforme a la especie, tamaño, época del año, tipo de suelo y respuesta de los individuos; ajustar o suspender los riegos durante la temporada de lluvias, cuando corresponda.	Mitigación	Reubicación y mantenimiento	Bitácora de riego, registros climáticos y formatos de monitoreo.
10	Implementar deshierbe, control de competencia, poda sanitaria, tratamientos fitosanitarios técnicamente justificados, control de plagas y retiro de tejidos afectados.	Mitigación	Mantenimiento y monitoreo	Registros de mantenimiento, diagnóstico fitosanitario y evidencia fotográfica.
11	Instalar o reforzar tutores, protectores individuales, cercado, señalización y otras medidas de protección en los sitios de acopio y reubicación, según el riesgo identificado.	Prevención y mitigación	Acopio temporal, reubicación y mantenimiento	Fotografías, bitácora de supervisión y registros de mantenimiento.
12	Realizar monitoreo periódico de supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria, presencia de plagas, daños físicos y requerimientos de mantenimiento.	Mitigación	Posterior a la reubicación	Formatos de monitoreo, base de datos, fotografías e informes de cumplimiento.
13	Cuando la supervivencia sea inferior a 80%, realizar una evaluación técnica para identificar causas y aplicar medidas correctivas, tales como ajuste de riego, mejora del vivero, cambio de sitio, tratamientos fitosanitarios o incremento de la supervisión.	Corrección y compensación	Durante el monitoreo	Reporte técnico, plan de acción correctiva y seguimiento a su implementación.
14	Reponer los individuos muertos con ejemplares procedentes de vivero, rescate autorizado u otra fuente técnicamente viable, priorizando especies nativas y condiciones compatibles con el sitio de reubicación. La reposición se realizará preferentemente durante la temporada de lluvias.	Compensación	Mantenimiento y seguimiento	Registro de reposición, procedencia de ejemplares, coordenadas y evidencia fotográfica.
15	Mantener una bitácora de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo que incluya especie, número de identificación, coordenadas, condición fitosanitaria, tratamientos, fecha de rescate, fecha de trasplante y observaciones.	Prevención y control	Todas las etapas	Bitácoras, bases de datos, planos, fotografías e informes de cumplimiento.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
16	Impartir inducciones y pláticas al personal de obra, operadores y supervisores sobre delimitación de áreas, prohibición de afectación a ejemplares marcados, procedimiento de aviso y coordinación con la brigada de rescate.	Prevención	Previo al inicio de obra y de forma periódica	Listas de asistencia, material de capacitación y evidencia fotográfica.

Las medidas deberán aplicarse de forma progresiva, conforme a la liberación ambiental de los frentes de trabajo. Ningún frente podrá ser intervenido hasta que el Supervisor Ambiental o el especialista responsable haya verificado la conclusión de las actividades de identificación, rescate y liberación de flora correspondientes.

IV.2.1.6. Indicadores de desempeño

Indicador de realización

El avance del rescate de flora se evaluará mediante el porcentaje de superficie intervenida en la que se haya realizado la liberación ambiental correspondiente:

$$P = \frac{S_r}{S_i} x100$$

Donde:

P = porcentaje de avance en el rescate de flora.

Sr = superficie efectiva donde se ha ejecutado el recate de flora.

Si = superficie forestal total del **Proyecto**.

Como evidencia de cumplimiento se integrarán las bitácoras de campo, registros de individuos, coordenadas, fotografías, planos de áreas liberadas y reportes de supervisión.

Indicador de supervivencia

La eficacia del Programa se evaluará mediante el porcentaje de supervivencia de los individuos rescatados y reubicados:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} x100$$

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

La meta del Programa será mantener una supervivencia igual o superior a 80%. Cuando el resultado sea inferior a dicho valor, se deberán identificar las causas y aplicar medidas correctivas.

Indicador de condición fitosanitaria

La condición fitosanitaria se evaluará mediante la proporción de individuos sanos respecto del total de individuos vivos:

$$pS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$

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*

Se considerará sano al individuo que no presente daños relevantes por plagas, enfermedades, pudrición, deshidratación severa o afectaciones físicas que comprometan su establecimiento.

Indicadores complementarios

Tabla IV.3. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de rescate y reubicación de flora

Indicador	Meta sugerida
Cobertura de liberación ambiental	100%
Ejemplares con trazabilidad completa	100%
Reubicación oportuna	≥95%
Ejemplares en acopio temporal	Tendencia decreciente
Cumplimiento de mantenimiento	≥95%
Cumplimiento de riego	≥95%
Condición fitosanitaria favorable	≥80%
Mortalidad por especie	Tendencia decreciente
Ejemplares con signos de establecimiento	Meta definida por especie
Capacidad disponible de vivero o acopio	100%
Saturación del vivero o acopio	≤85%

Indicador	Meta sugerida
Ejemplares con protección física instalada	100%
Control de plagas y enfermedades	100%
Cierre de acciones correctivas	100%
Personal capacitado	100%
Incidentes de afectación a flora	0

IV.2.1.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada durante la ejecución del Programa se integrará en bitácoras y bases de datos electrónicas. Para cada ejemplar se registrará la especie, identificación, técnica de rescate, ubicación de origen, ubicación de reubicación, condición inicial, tratamientos aplicados y resultados de monitoreo.

La información será analizada para evaluar:

- Avance de rescate por superficie y frente de trabajo.
- Número de individuos rescatados por especie.
- Porcentaje de supervivencia.
- Condición fitosanitaria.
- Principales causas de mortalidad o deterioro.
- Efectividad de las medidas de mantenimiento.
- Necesidad de implementar medidas correctivas o reposición de individuos.

Los resultados se integrarán en los informes de cumplimiento y se utilizarán para ajustar las actividades de manejo, mantenimiento y monitoreo.

Tabla IV.4. 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 IV.5. 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**	

IV.2.1.8. Calendario de comprobación

El rescate y reubicación de flora se realizarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción, conforme al calendario de obra y a la liberación progresiva de frentes de trabajo.

El mantenimiento, monitoreo y evaluación de supervivencia se realizarán durante un periodo mínimo de cinco años posteriores a la reubicación, o durante el tiempo que determine la autorización ambiental aplicable y los resultados del seguimiento.

Las actividades principales incluirán:

- Inducción y capacitación al personal de obra.
- Identificación, selección y marcaje de ejemplares.
- Rescate y extracción.
- Traslado, acopio temporal y reubicación.
- Riego, mantenimiento y atención fitosanitaria.
- Monitoreo de supervivencia y condición fitosanitaria.
- Reposición de individuos, cuando sea necesario.
- Elaboración de reportes de seguimiento y cumplimiento.

Tabla IV.6. 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 reubicación de flora											

*Si fuera necesario

IV.2.1.9. Punto de comprobación

El cumplimiento del Programa se comprobará mediante:

- Bitácoras de rescate, reubicación y mantenimiento.
- Registros georreferenciados de los sitios de rescate y reubicación.
- Formatos de monitoreo.
- Evidencia fotográfica.
- Planos de áreas liberadas y sitios de reubicación.
- Bases de datos de individuos rescatados.
- Resultados de los indicadores de avance, supervivencia y condición fitosanitaria.
- Informes de cumplimiento presentados ante la autoridad competente.

IV.2.1.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando la supervivencia de los ejemplares reubicados sea inferior a 80%, se realizará una evaluación técnica para identificar las causas de mortalidad o deterioro y definir medidas correctivas.

Las medidas podrán incluir:

- Ajuste de frecuencia, volumen o método de riego.
- Reubicación de ejemplares en sitios con mejores condiciones ambientales.
- Ampliación o mejora del área de acopio temporal o vivero.
- Aplicación de tratamientos fitosanitarios específicos y técnicamente justificados.
- Poda sanitaria, retiro de tejidos dañados o manejo de pudriciones.

- Control de plagas y enfermedades mediante productos autorizados y bajo supervisión técnica.
- Instalación o reforzamiento de protecciones contra fauna, ganado, extracción no autorizada o daños mecánicos.
- Control de maleza y reducción de competencia por recursos.
- Reposición de individuos muertos con ejemplares producidos en vivero o rescatados, de preferencia durante la temporada de lluvias.
- Incremento de la frecuencia de monitoreo y supervisión.

Las medidas correctivas se mantendrán hasta demostrar, mediante los indicadores de seguimiento, que los individuos reubicados presentan condiciones adecuadas de establecimiento y que la supervivencia cumple con la meta definida por el Programa.

IV.2.2. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna

El Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna tiene por objeto prevenir, minimizar y atender las afectaciones potenciales a la fauna silvestre asociadas con las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del **Proyecto**.

El Programa será aplicable en las áreas autorizadas para la instalación de los componentes del **Proyecto** y se implementará de manera progresiva conforme a la liberación de los frentes de trabajo. Las acciones priorizarán el ahuyentamiento y desplazamiento voluntario de los individuos hacia áreas adyacentes con condiciones de hábitat compatibles.

El rescate, captura, manejo, traslado y reubicación se aplicarán únicamente cuando el ahuyentamiento no sea viable o suficiente, particularmente en el caso de especies de lento desplazamiento, individuos heridos, crías, ejemplares en refugios o madrigueras, especies bajo categoría de protección o ejemplares que no puedan desplazarse por sus propios medios.

El Programa estará dirigido principalmente a vertebrados terrestres, incluyendo reptiles, aves y mamíferos. Las técnicas aplicadas deberán minimizar el estrés, el riesgo de lesión y el tiempo de permanencia de los organismos bajo resguardo temporal.

IV.2.2.1. Objetivos

Objetivo General

Salvaguardar a los individuos de fauna silvestre presentes dentro de las áreas de intervención del **Proyecto** mediante la aplicación de medidas de ahuyentamiento, rescate, reubicación, monitoreo y supervisión ambiental, con el fin de reducir los impactos derivados de las actividades del **Proyecto**.

Objetivos Particulares

- Implementar acciones de ahuyentamiento previas al desmonte, despalme, excavaciones, movimiento de tierras y demás actividades que puedan afectar a la fauna silvestre.
- Favorecer el desplazamiento voluntario de los ejemplares hacia áreas aledañas con cobertura vegetal, refugio y condiciones ambientales compatibles.
- Rescatar y reubicar a los individuos que no puedan desplazarse por sí mismos o que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad.
- Priorizar la atención de especies de lento desplazamiento, especies endémicas, especies de importancia ecológica y especies sujetas a alguna categoría de protección.
- Aplicar técnicas de captura, contención, traslado y liberación adecuadas para cada grupo faunístico, reduciendo al mínimo la manipulación y el estrés.
- Seleccionar sitios de liberación con condiciones de hábitat compatibles con los requerimientos ecológicos de los ejemplares rescatados.
- Mantener registros verificables de las actividades de ahuyentamiento, rescate, reubicación, monitoreo y atención de contingencias.
- Capacitar al personal del Proyecto en medidas de protección de fauna, procedimientos de aviso y coordinación con la brigada ambiental.

IV.2.2.2. Metas particulares

- Realizar actividades de ahuyentamiento y verificación ambiental en el 100% de los frentes de trabajo antes de iniciar el desmonte o las actividades que impliquen remoción de vegetación.
- Rescatar y reubicar a los individuos de fauna que no puedan desplazarse de manera natural o segura fuera del área de intervención.
- Alcanzar una supervivencia de 100% de los ejemplares capturados hasta el momento de su liberación, evitando pérdidas atribuibles a prácticas inadecuadas de manejo.
- Liberar los ejemplares rescatados preferentemente el mismo día de su captura y, en ningún caso, mantenerlos bajo resguardo más tiempo del técnicamente necesario.
- Mantener georreferenciados y documentados los sitios de captura y liberación de todos los ejemplares rescatados.
- Capacitar al personal de obra, operadores y supervisores antes del inicio de las actividades de preparación del sitio y periódicamente durante la ejecución del **Proyecto**.
- Integrar informes de seguimiento con bitácoras, registros de campo, evidencia fotográfica, coordenadas geográficas y resultados de los indicadores establecidos.

IV.2.2.3. Responsables del desarrollo del Programa

La implementación del Programa será responsabilidad del Promovente, en coordinación con los contratistas y subcontratistas que participen en las distintas etapas del **Proyecto**.

El Promovente designará a un Supervisor Ambiental, quien será responsable de coordinar, verificar y documentar la aplicación del Programa. El Supervisor Ambiental deberá contar con formación profesional y experiencia comprobable en manejo de fauna silvestre, biología, ecología, medicina veterinaria, manejo ambiental o disciplinas afines.

Las actividades de campo serán ejecutadas por una brigada de fauna integrada por personal capacitado y coordinada por un especialista en fauna silvestre.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Garantizar los recursos humanos, técnicos, materiales y financieros para ejecutar el Programa.
- Designar al Supervisor Ambiental y verificar el cumplimiento de las medidas establecidas.
- Asegurar que los contratistas y subcontratistas conozcan y cumplan las obligaciones aplicables en materia de protección de fauna.
- Integrar la información del Programa en los informes de cumplimiento ambiental.

Supervisor Ambiental

El Supervisor Ambiental será responsable de:

- Coordinar la brigada de fauna y las actividades de liberación ambiental de los frentes de trabajo.
- Validar que las áreas autorizadas se encuentren delimitadas antes del inicio de las actividades.
- Verificar la ejecución de recorridos de ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna.
- Definir, junto con el especialista en fauna, las medidas específicas de manejo de ejemplares rescatados.
- Validar los sitios de reubicación y la compatibilidad de sus condiciones ambientales.
- Supervisar el cumplimiento de las medidas de protección de fauna por parte de contratistas y operadores.
- Mantener actualizadas las bitácoras, registros, coordenadas, evidencia fotográfica e informes del Programa.
- Reportar desviaciones, contingencias, lesionados, mortalidad o incumplimientos al Promovente.

Especialista en fauna silvestre

El especialista en fauna será responsable de:

- Identificar los ejemplares encontrados, cuando sea posible.

- Determinar si procede el ahuyentamiento, rescate, reubicación, atención veterinaria o notificación a la autoridad competente.
- Definir la técnica de captura, contención, traslado y liberación adecuada para cada ejemplar.
- Supervisar el bienestar de los organismos durante su manejo.
- Verificar la condición física de los ejemplares antes de su liberación.
- Coordinar la atención de individuos lesionados, crías, especies de manejo especializado o ejemplares bajo categoría de protección.

Contratistas, subcontratistas y personal de obra

Los contratistas, subcontratistas, operadores y personal de obra deberán:

- Respetar las áreas delimitadas y los frentes liberados ambientalmente.
- Suspender actividades cuando se identifique fauna que requiera atención.
- Notificar de inmediato al Supervisor Ambiental o a la brigada de fauna sobre la presencia de ejemplares, madrigueras, nidos, refugios o individuos lesionados.
- No capturar, alimentar, manipular, perseguir, trasladar ni retirar fauna silvestre sin autorización del especialista responsable.
- Participar en las inducciones, pláticas y capacitaciones ambientales programadas.

IV.2.2.4. Metodología

Alcance y criterios de atención

Las acciones se aplicarán en las áreas autorizadas para la preparación del sitio y construcción, particularmente antes del desmonte, despalme, movimiento de tierras, excavaciones y tránsito de maquinaria.

El ahuyentamiento será la medida prioritaria. La captura y reubicación se aplicarán solamente cuando existan ejemplares que permanezcan dentro del área de intervención, no puedan desplazarse por sí mismos o requieran atención especializada.

Se considerarán prioritarios para rescate los siguientes casos:

- Reptiles, anfibios, pequeños mamíferos u otros organismos de lento desplazamiento.
- Individuos heridos que puedan recuperarse y ser reintegrados al medio.
- Crías, nidos activos, madrigueras, refugios o individuos con movilidad limitada.
- Especies endémicas, de distribución restringida, de importancia ecológica o sujetas a alguna categoría de protección.
- Ejemplares ubicados directamente en la superficie de intervención del **Proyecto**.

Delimitación y liberación de frentes

Antes de iniciar actividades en cada frente de trabajo, las áreas autorizadas deberán delimitarse mediante estacas, banderolas, señalización, mojoneras u otros elementos visibles.

La brigada de fauna realizará recorridos de verificación y liberación ambiental antes del ingreso de maquinaria. Ningún frente deberá ser intervenido sin la validación del Supervisor Ambiental o del especialista responsable.

La liberación se realizará de manera progresiva, conforme al avance de la obra, para evitar que las actividades de ahuyentamiento se efectúen con demasiada anticipación y los individuos regresen al área intervenida.

Ahuyentamiento

Las acciones de ahuyentamiento se realizarán preferentemente dentro de las 24 horas previas al inicio de actividades de desmonte, despalme o construcción en cada frente de trabajo.

La brigada realizará recorridos sistemáticos mediante transectos, revisando refugios potenciales, tales como acumulaciones de material vegetal, rocas, troncos, arbustos, oquedades, madrigueras y otros elementos que puedan ser utilizados por la fauna.

Las técnicas podrán incluir estímulos auditivos y mecánicos controlados, tales como silbatos, sonidos intermitentes, movimiento gradual de vegetación o revisión manual de refugios potenciales. Los estímulos deberán aplicarse de forma dirigida, evitando la exposición continua o excesiva que pueda ocasionar habituación o perturbación innecesaria.

Las acciones se programarán considerando los periodos de mayor actividad de los grupos faunísticos presentes y las condiciones climáticas. No deberán realizarse ahuyentamientos durante eventos que incrementen el riesgo para la fauna o el personal, como lluvias intensas, vientos fuertes, temperaturas extremas o baja visibilidad.

Rescate y captura

La captura se realizará únicamente cuando sea necesaria y siempre bajo la coordinación del especialista en fauna silvestre. La técnica seleccionada dependerá del grupo taxonómico, tamaño, condición física, comportamiento y riesgo asociado al ejemplar.

Las actividades de manejo deberán cumplir con los siguientes principios:

- Reducir al mínimo la manipulación y el tiempo de contención.
- Utilizar equipo de protección personal y herramientas adecuadas.
- Evitar movimientos bruscos, ruidos excesivos, exposición prolongada al sol o manipulación innecesaria.
- Mantener separados a los ejemplares durante su traslado, salvo que el especialista determine lo contrario por razones biológicas o de bienestar.
- Utilizar contenedores, bolsas de tela, cajas, jaulas o recipientes adecuados, ventilados y seguros para cada grupo faunístico.

- Evitar la captura de especies que puedan desplazarse por sí mismas, salvo que exista un riesgo directo o una condición que justifique su atención.
- Solicitar apoyo especializado cuando se detecten especies venenosas, individuos agresivos, ejemplares lesionados o especies sujetas a manejo particular.

Las técnicas específicas de captura deberán integrarse como un anexo operativo del Programa y ajustarse conforme a la especie identificada, las condiciones de sitio y las autorizaciones aplicables.

Finalmente, deberá de darse seguimiento de todos los individuos rescatados a través de bitácoras.

Tabla IV.7. 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:										

Traslado y liberación

Los ejemplares rescatados se transportarán al sitio de liberación en el menor tiempo posible, evitando exposición al calor, deshidratación, estrés, golpes o contacto con materiales incompatibles.

La liberación se realizará preferentemente el mismo día de la captura. Los sitios de reubicación deberán localizarse dentro de la Región de Estudio o en áreas previamente autorizadas que presenten condiciones de hábitat compatibles con las necesidades ecológicas de los ejemplares.

Los sitios de liberación deberán considerar:

- Cobertura vegetal, refugio y disponibilidad de recursos.
- Condiciones de suelo, humedad, drenaje, exposición y vegetación similares al sitio de captura.
- Ausencia de actividades constructivas, tránsito de maquinaria, inundación recurrente, extracción de recursos o riesgos previsibles.
- Capacidad suficiente para evitar la concentración excesiva de individuos.
- Accesibilidad para seguimiento, cuando sea necesario.

Para cada evento de rescate se registrarán las coordenadas de captura y liberación, la fecha, la especie o grupo taxonómico, la condición física, la técnica utilizada, el responsable y las observaciones relevantes.

Atención de fauna lesionada

Cuando se identifique un ejemplar lesionado, enfermo, debilitado o que requiera atención especializada, el especialista en fauna evaluará su condición y definirá las medidas procedentes.

En caso de requerirse atención veterinaria, rehabilitación o resguardo especializado, el Promovente deberá coordinarse con las autoridades competentes, centros autorizados o profesionales especializados, según corresponda.

Los ejemplares no deberán liberarse si presentan lesiones o condiciones que reduzcan significativamente su capacidad de supervivencia inmediata.

Monitoreo de fauna

El monitoreo tendrá como finalidad documentar la presencia de fauna, identificar especies de interés, verificar la efectividad de las medidas de ahuyentamiento y detectar oportunamente ejemplares que requieran atención.

Las técnicas podrán incluir:

- Recorridos de observación y transectos.
- Puntos de conteo y observación directa.
- Registro de huellas, excretas, rastros, madrigueras y otros indicios.
- Fototrampeo en zonas estratégicas.
- Monitoreo específico de especies prioritarias, cuando aplique.
- Revisión de áreas de conservación, zonas de amortiguamiento y frentes de obra activos.

El uso de trampas de captura viva, marcaje, telemetría o técnicas invasivas deberá justificarse técnicamente y aplicarse únicamente cuando sea necesario, por personal capacitado y conforme a las autorizaciones aplicables.

IV.2.2.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna:

Tabla IV.8. Medidas específicas del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna

No.	Medida específica	Tipo de medida	Evidencia
1	Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo.	Prevención	Bitácora, fotografías y registro de liberación

No.	Medida específica	Tipo de medida	Evidencia
2	Delimitar claramente los polígonos autorizados y las áreas de restricción antes del inicio de actividades.	Prevención	Planos, coordenadas y evidencia fotográfica
3	Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada.	Mitigación	Registro de rescates y liberaciones
4	Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada.	Mitigación	Bitácora de manejo y fotografías
5	Validar previamente los sitios de liberación con base en cobertura, refugio, condiciones ambientales y ausencia de riesgos.	Prevención y mitigación	Fichas de sitio, coordenadas y fotografías
6	Mantener acompañamiento de la brigada de fauna durante desmonte, despalme y actividades de mayor riesgo.	Prevención	Bitácoras y reportes de supervisión
7	Atender ejemplares lesionados mediante personal especializado y, cuando corresponda, coordinar su canalización a una instancia autorizada.	Corrección	Reporte de incidente y constancia de atención
8	Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre.	Prevención	Listas de asistencia y material de capacitación
9	Mantener registros georreferenciados, fotografías, bitácoras, formatos de rescate e informes periódicos.	Control	Expediente documental del Programa

IV.2.2.6. Indicadores de desempeño

Indicador de realización

El avance del Programa se evaluará mediante el porcentaje de superficie intervenida que haya contado con actividades de ahuyentamiento y liberación ambiental:

$$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$$

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.

La meta será alcanzar el 100% de la superficie intervenida.

Indicadores de eficacia

La eficacia del manejo se evaluará mediante la proporción de individuos liberados en condición adecuada respecto del total de individuos capturados:

$$E_{\%sv} = \frac{S_l}{S_c} x100$$

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.

La meta será 100%. Cualquier mortalidad, lesión o liberación no realizada deberá investigarse, documentarse y atenderse mediante medidas correctivas.

Indicadores complementarios

Tabla IV.9. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Indicador	Meta
Frentes de obra liberados ambientalmente antes de intervenirlos	100%
Personal de obra capacitado	100% del personal programado
Eventos de fauna atendidos y documentados	100%
Sitios de captura y liberación georreferenciados	100%
Incidentes de fauna sin atención o registro	0

IV.2.2.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada se integrará en bitácoras de campo y una base de datos electrónica. Para cada evento se registrará, como mínimo:

- Fecha y hora.

- Frente de trabajo.
- Nombre común y científico, cuando sea posible.
- Grupo taxonómico.
- Número de individuos.
- Condición física.
- Método de ahuyentamiento, captura o manejo aplicado.
- Coordenadas de captura y liberación.
- Sitio de liberación.
- Responsable de la actividad.
- Evidencia fotográfica.
- Observaciones, tratamientos o medidas adicionales.

Los resultados se analizarán para identificar tendencias, especies recurrentes, áreas de mayor incidencia, efectividad de las medidas de ahuyentamiento, necesidades de capacitación y medidas correctivas requeridas.

Los contratistas deberán entregar reportes mensuales al Supervisor Ambiental. El Promovente integrará la información en los informes de cumplimiento ambiental que correspondan.

IV.2.2.8. Calendario de comprobación

El ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se realizará principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, conforme al calendario de obra y a la liberación progresiva de frentes de trabajo. Sin embargo, durante la etapa de operación y mantenimiento deberá de implementarse las medidas adecuadas en caso de que se llegaran a presentar individuos de fauna dentro de las instalaciones.

Tabla IV.10. 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									
Informe anual									

Tabla IV.11. 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										

Actividades/años	1	2	3	4	5	…..				
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 y trasladados al CIVS.										
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										
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.

IV.2.2.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.12. 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**	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

Punto de comprobación	Temática	Etapa del proyecto de aplicación	Evidencia documental	Componente ambiental
			Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales	
	Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación	PS y C	Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista. Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales	Fauna silvestre
Informe anual	Informe de cumplimiento del Programa	PS, C, O y M	Acuse de cumplimiento del informe presentado ante la SEMARNAT	Fauna silvestre

IV.2.2.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando se presente una contingencia, se aplicarán las medidas necesarias para reducir el riesgo al ejemplar y al personal. Se consideran contingencias, entre otras, la detección de individuos lesionados, mortalidad, captura accidental, presencia de especies venenosas, fauna atrapada en infraestructura, afectación a nidos o madrigueras, o actividades de obra sin acompañamiento ambiental.

Las medidas de urgente aplicación podrán incluir:

- Suspensión temporal de la actividad que genere el riesgo.
- Aislamiento y señalización del área.
- Notificación inmediata al Supervisor Ambiental y al especialista en fauna.
- Captura o contención del ejemplar por personal capacitado.
- Atención veterinaria o canalización a una instancia especializada, cuando sea necesario.
- Reubicación inmediata en un sitio compatible, cuando la condición del ejemplar lo permita.
- Notificación a la autoridad competente cuando corresponda.
- Investigación de la causa del evento e implementación de acciones correctivas.
- Reinducción o capacitación adicional al personal involucrado.

Las medidas correctivas se documentarán en un reporte que incluya la descripción del incidente, especies involucradas, acciones aplicadas, responsables, evidencia fotográfica, coordenadas y medidas preventivas para evitar su repetición.

El Programa de Reforestación tiene por objeto compensar la pérdida de cobertura vegetal forestal asociada al desarrollo del **Proyecto** mediante el establecimiento y mantenimiento de plantaciones con especies nativas de la región.

La reforestación se realizará bajo una relación mínima de 1:1, es decir, por cada hectárea de vegetación forestal autorizada y efectivamente removida por el **Proyecto**, se establecerá una hectárea de reforestación compensatoria.

La superficie, ubicación definitiva, polígono, tenencia de la tierra, especies, densidad de plantación y calendario de ejecución se definirán antes del inicio de las actividades de plantación. La selección del área deberá sustentarse en criterios técnicos, ambientales y de viabilidad operativa, y deberá contar con los permisos, acuerdos o instrumentos que resulten aplicables.

El Programa comprende las actividades de planeación, selección del sitio, selección de especies, producción o adquisición de planta, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, reposición de individuos, monitoreo, evaluación de supervivencia y elaboración de informes de seguimiento.

IV.2.3.1. Objetivos

Objetivo general

Implementar acciones de reforestación compensatoria con especies nativas de la región, en una superficie equivalente, como mínimo, a la superficie de vegetación forestal autorizada y efectivamente removida por el **Proyecto**, bajo una relación de compensación 1:1.

Objetivos particulares

- Definir un área de reforestación con condiciones ambientales adecuadas, disponibilidad legal y viabilidad para su mantenimiento y seguimiento.
- Reforestar con especies nativas compatibles con las condiciones de suelo, clima, topografía, vegetación y régimen de humedad del sitio seleccionado.
- Utilizar planta de calidad, preferentemente producida con germoplasma de procedencia local o regional compatible.
- Establecer la plantación durante la temporada con mejores condiciones de humedad para favorecer el prendimiento y la supervivencia de los individuos.
- Implementar actividades de mantenimiento, protección y monitoreo durante un periodo mínimo de cinco años.
- Reponer los individuos muertos o deteriorados cuando la supervivencia sea inferior a la meta establecida.
- Mantener registros técnicos, georreferenciados y fotográficos que acrediten el cumplimiento de la reforestación compensatoria.

IV.2.3.2. Metas

- Definir y formalizar un área de reforestación con una superficie igual a la superficie forestal efectivamente afectada por el **Proyecto**.
- Cumplir con una relación mínima de una hectárea reforestada por cada hectárea de vegetación forestal removida.
- Utilizar especies nativas de la región, seleccionadas conforme a las condiciones ecológicas del sitio de reforestación.
- Alcanzar el 100% de la superficie comprometida con actividades de plantación.
- Mantener una supervivencia mínima de 80% de los individuos plantados durante el periodo de seguimiento.
- Reponer los individuos muertos, enfermos o con deterioro irreversible cuando la supervivencia sea inferior a la meta establecida.
- Realizar mantenimiento y monitoreo durante al menos cinco años posteriores al establecimiento de la plantación.
- Integrar informes de cumplimiento con evidencia documental, fotográfica y geoespacial.

IV.2.3.3. Responsables del desarrollo del programa

La implementación y cumplimiento del Programa será responsabilidad del Promovente, quien deberá asegurar la disponibilidad de recursos humanos, técnicos, materiales y financieros para la ejecución de las actividades de reforestación y seguimiento.

El Promovente designará a un Supervisor Ambiental o Responsable Técnico de Reforestación, con formación y experiencia comprobable en manejo forestal, restauración ecológica, silvicultura, producción de planta, reforestación o disciplinas afines.

Las actividades de campo serán ejecutadas por una brigada de reforestación capacitada y coordinada por el Responsable Técnico.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Definir y asegurar la disponibilidad del área de reforestación.
- Verificar que la superficie reforestada cumpla con la relación mínima de compensación 1:1.
- Designar al Responsable Técnico de Reforestación.
- Proporcionar los recursos necesarios para la adquisición, transporte, plantación, mantenimiento, monitoreo y reposición de planta.
- Asegurar la ejecución de las medidas de protección y mantenimiento durante el periodo de seguimiento.

- Integrar la información del Programa en los informes de cumplimiento ambiental.

Responsable Técnico de Reforestación

El Responsable Técnico será responsable de:

- Validar la selección del área de reforestación.
- Definir las especies, densidad, arreglo de plantación y técnicas de establecimiento.
- Verificar la calidad, procedencia y condición fitosanitaria de la planta.
- Coordinar las actividades de preparación del terreno, plantación, mantenimiento y monitoreo.
- Supervisar la aplicación de riegos, control de competencia, protección de plantas y tratamientos fitosanitarios.
- Evaluar la supervivencia y condición fitosanitaria de la plantación.
- Definir e implementar medidas correctivas cuando se identifiquen desviaciones respecto de las metas del Programa.
- Integrar bitácoras, fotografías, coordenadas, bases de datos e informes técnicos.

Brigada de reforestación

La brigada de reforestación será responsable de:

- Preparar el terreno y las cepas conforme a las indicaciones del Responsable Técnico.
- Transportar y manipular la planta evitando daños mecánicos, deshidratación o exposición prolongada al sol.
- Realizar la plantación con las técnicas definidas para cada especie y condición de sitio.
- Aplicar riego inicial, mantenimiento, deshierbe, protección y reposición de individuos.
- Registrar las actividades ejecutadas y apoyar en la toma de evidencia fotográfica.
- Notificar al Responsable Técnico cualquier condición que pueda afectar la supervivencia de las plantas.

IV.2.3.4. Metodología

Planeación de la reforestación

Antes del inicio de las actividades se elaborará un plan operativo que incluya:

- Superficie de vegetación forestal efectivamente afectada por el **Proyecto**.
- Superficie mínima requerida para la compensación 1:1.
- Ubicación y coordenadas del área propuesta para reforestación.
- Acreditación de la disponibilidad legal del predio o acuerdos de acceso y mantenimiento.

- Caracterización ambiental del sitio.
- Especies, densidad y arreglo de plantación.
- Número total de plantas requeridas.
- Procedencia de la planta o germoplasma.
- Calendario de plantación, mantenimiento y monitoreo.
- Medidas de protección, reposición y atención de contingencias.

Selección del sitio de reforestación

El área de reforestación será definida con base en criterios técnicos y ambientales. Deberá ubicarse fuera de las áreas previstas para construcción, operación, mantenimiento, ampliación o abandono del Proyecto.

La selección considerará, como mínimo, los siguientes criterios:

- Disponibilidad jurídica, propiedad, convenio o autorización de uso del área.
- Compatibilidad climática y ecológica con las especies seleccionadas.
- Condiciones adecuadas de suelo, drenaje, pendiente, profundidad efectiva y disponibilidad de humedad.
- Ausencia de afectaciones recurrentes por inundación, incendios, tránsito de maquinaria, pastoreo, extracción de recursos o expansión urbana.
- Posibilidad de acceso para plantación, mantenimiento y monitoreo.
- Cobertura vegetal y condiciones que favorezcan el establecimiento de especies nativas.
- Espacio suficiente para cumplir la relación de compensación 1:1 sin sobrecargar el sitio.

La superficie definitiva será delimitada, georreferenciada y representada en un plano antes del inicio de la plantación.

Selección de especies

Las especies seleccionadas deberán ser nativas de la región y compatibles con las condiciones ambientales del sitio de reforestación.

La selección priorizará especies que:

- Estén presentes en la vegetación natural circundante.
- Presenten adaptación comprobable a las condiciones de suelo, clima y humedad del área.
- Contribuyan a la recuperación de la cobertura vegetal y a la disponibilidad de refugio y recursos para fauna silvestre.
- Presenten condiciones adecuadas para su producción, transporte, establecimiento y mantenimiento.

- Cuenten con material vegetativo o planta de procedencia local o regional compatible.

No se utilizarán especies exóticas, invasoras o que puedan alterar la composición y dinámica ecológica del sitio.

Producción, adquisición y selección de plantas

Las plantas podrán obtenerse de viveros forestales, viveros especializados o mediante propagación de material vegetativo, siempre que cumpla con criterios de calidad y procedencia adecuados.

Antes de su adquisición o traslado, se verificará que la planta:

- Corresponda a la especie seleccionada.
- Presente buen estado fitosanitario.
- Cuente con sistema radical desarrollado y sin deformaciones significativas.
- No presente daños en tallo, follaje o raíces.
- Cuente con sustrato firme y suficiente para proteger el sistema radical.
- Esté adecuadamente endurecida o aclimatada para las condiciones de campo.

La planta deberá mantenerse hidratada y bajo condiciones que eviten daños por insolación, viento, golpes o deshidratación durante su transporte y manejo.

Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizará únicamente en el área definida para la reforestación y procurará reducir al mínimo la remoción de vegetación existente y la alteración del suelo.

Las actividades podrán incluir:

- Delimitación del polígono de reforestación.
- Marcaje de puntos de plantación.
- Apertura manual de cepas.
- Retiro puntual de obstáculos que impidan la plantación.
- Preparación de cepas de dimensiones adecuadas para cada especie y tipo de contenedor.
- Instalación de tutores, protectores o cercado cuando se identifiquen riesgos por fauna, ganado, vandalismo o tránsito de personas.

En pendientes, la distribución de las plantas deberá ajustarse a las condiciones topográficas y, cuando sea necesario, seguir las curvas de nivel para reducir la erosión y favorecer la retención de humedad.

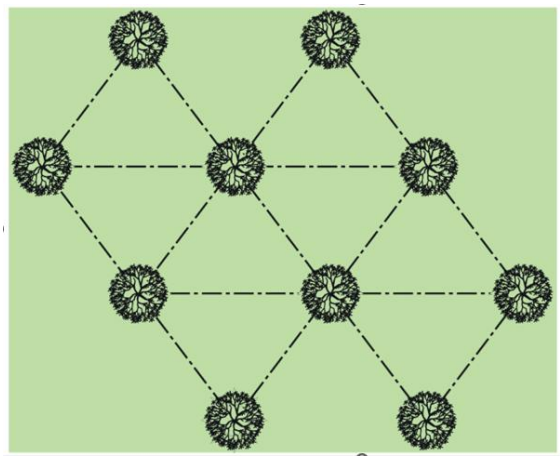
Diseño y densidad de plantación

La densidad de plantación será definida por el Responsable Técnico con base en las especies seleccionadas, las condiciones de sitio, la vegetación circundante, la disponibilidad de espacio y los

objetivos de compensación. Además, deberá considerar las densidades recomendadas por la **CONAFOR** para los tipos de vegetación que presenta el **AP**.

El arreglo podrá ser regular, irregular o en tresbolillo, según las condiciones topográficas y ecológicas del sitio. La distribución deberá evitar competencia excesiva, facilitar el acceso para mantenimiento y procurar la integración de la plantación con la vegetación existente.

Figura IV.2. Diseños a tres bolillos



Transporte y manejo de planta

El transporte de planta se realizará en vehículos y recipientes adecuados, procurando minimizar el tiempo entre la salida del vivero y la plantación.

Durante el traslado y manejo se deberá:

- Evitar apilamientos que generen daño mecánico.
- Proteger la planta contra exposición directa al sol y al viento.
- Evitar la manipulación por el tallo o follaje.
- Mantener el sustrato húmedo, sin saturarlo.
- Transportar únicamente la cantidad de planta que pueda establecerse durante la jornada programada.

Establecimiento de la plantación

La plantación se realizará preferentemente durante la temporada de lluvias o en periodos con humedad suficiente en el suelo.

Para cada ejemplar se deberá:

- Retirar cuidadosamente el envase sin dañar el cepellón o las raíces.
- Colocar la planta en posición vertical dentro de la cepa.

- Evitar que las raíces queden dobladas, expuestas o comprimidas.
- Rellenar la cepa con suelo y compactar ligeramente para eliminar espacios de aire, sin afectar el drenaje.
- Aplicar riego inicial cuando las condiciones de humedad del suelo lo requieran.
- Colocar tutores, protectores o material de cobertura cuando sea necesario.

Mantenimiento y seguimiento

El mantenimiento se realizará durante un periodo mínimo de cinco años, o durante el periodo establecido en la autorización ambiental aplicable.

Las actividades podrán incluir:

- Riegos auxiliares durante el periodo inicial de establecimiento y en temporadas de sequía, conforme a las necesidades de las especies.
- Deshierbe y control de competencia alrededor de los ejemplares plantados.
- Reposición o ajuste de tutores y protectores.
- Control de plagas, enfermedades y daños fitosanitarios mediante medidas técnicamente justificadas.
- Poda sanitaria y retiro de tejidos afectados.
- Reposición de plantas muertas o con deterioro irreversible.
- Protección contra ganado, fauna silvestre, incendios, extracción no autorizada o vandalismo.
- Limpieza y retiro de residuos dentro del área de reforestación.

La reposición de planta deberá realizarse preferentemente durante la temporada de lluvias y con especies nativas compatibles con la composición de la vegetación original.

Monitoreo

El monitoreo permitirá evaluar la supervivencia, condición fitosanitaria, crecimiento, estabilidad y requerimientos de mantenimiento de la plantación.

Las evaluaciones deberán incluir:

- Número de individuos vivos y muertos.
- Estado fitosanitario.
- Vigor, turgencia, rebrote o crecimiento visible.
- Presencia de plagas, enfermedades, competencia, daños físicos o estrés hídrico.
- Estado de tutores, protectores y medidas de control.
- Cobertura y condición general del área reforestada.

- Necesidad de riego, reposición, tratamiento o medidas correctivas.

IV.2.3.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de reforestación:

Tabla IV.13. Medidas específicas del Programa de Reforestación

No.	Medida específica	Tipo de medida	Evidencia
1	Reforestar una superficie igual a la superficie forestal efectivamente afectada, bajo una relación mínima de compensación 1:1.	Compensación	Plano, coordenadas y memoria de cálculo de superficies
2	Definir el área mediante criterios de disponibilidad legal, compatibilidad ambiental, suelo, topografía, humedad, acceso y ausencia de riesgos previsibles.	Prevención	Ficha técnica del sitio, plano y evidencia fotográfica
3	Utilizar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio y preferentemente de procedencia local o regional.	Prevención	Listado de especies, fichas de vivero y comprobantes de procedencia
4	Transportar y manipular la planta evitando daños al tallo, follaje, cepellón y sistema radical.	Prevención y mitigación	Bitácora de plantación y evidencia fotográfica
5	Realizar la plantación durante periodos de humedad favorable y aplicar riego inicial o auxiliar cuando sea necesario.	Mitigación	Bitácora de riego y monitoreo
6	Realizar deshierbe manual o control de competencia en torno a los individuos plantados.	Mitigación	Bitácora de mantenimiento y fotografías
7	Implementar monitoreo fitosanitario, poda sanitaria y tratamientos técnicamente justificados.	Mitigación	Registros fitosanitarios y evidencia fotográfica
8	Instalar protectores, tutores, cercado, señalización u otras medidas de protección según el riesgo identificado.	Prevención y mitigación	Fotografías y bitácora de mantenimiento
9	Identificar las causas de mortalidad, ajustar las medidas de mantenimiento y reponer los individuos muertos o deteriorados.	Corrección y compensación	Reporte técnico, registros de reposición y monitoreo

No.	Medida específica	Tipo de medida	Evidencia
10	Mantener bitácoras, coordenadas, fotografías, inventarios de planta, reportes de mantenimiento e informes de seguimiento.	Control	Expediente técnico del Programa

IV.2.3.6. Indicadores de desempeño

Indicador de realización

Este indicador corresponde al cumplimiento de la superficie a reforestar:

$$C_s = \frac{S_r}{S_a} x100$$

Donde:

Cs = Porcentaje de cumplimiento de superficie de reforestación.

Sr = Superficie efectivamente reforestada.

Sa = Superficie forestal efectivamente afectada.

La meta será igual o mayor a 100%, con el fin de cumplir la relación mínima de compensación 1:1.

Indicador de avance de plantación

$$A_p = \frac{N_p}{N_{pr}} x100$$

Donde:

Ap = Porcentaje de avance de plantación.

Np = Número de individuos plantados.

Npr = Número de individuos programados.

La meta será 100%.

Indicador de supervivencia

$$S_v = \frac{N_v}{N_v + N_m} x100$$

Donde:

Sv = Porcentaje de supervivencia.

Np = Número de individuos vivos.

Nm = Número de individuos muertos.

La meta de supervivencia será igual o mayor a 80%.

Indicador de condición fitosanitaria

$$pS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$

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*

Se considerará sano al individuo que no presente daños relevantes por plagas, enfermedades, pudrición, deshidratación severa o afectaciones físicas que comprometan su establecimiento.

Indicadores complementarios

Tabla IV.14. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de reforestación

Indicador	Meta
Superficie reforestada respecto de superficie afectada	≥100%
Plantas establecidas respecto de plantas programadas	100%
Supervivencia de individuos plantados	≥80%
Individuos con registro y coordenadas	100%
Actividades de mantenimiento realizadas	≥95%
Individuos con protección instalada cuando aplique	100%
Acciones correctivas cerradas	100%
Incidentes de afectación no atendidos	0

IV.2.3.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada durante la ejecución del Programa se integrará en bitácoras de campo y bases de datos electrónicas.

Para cada jornada de plantación y monitoreo se registrará, como mínimo:

- Fecha y responsable de la actividad.
- Coordenadas y superficie atendida.

- Especie y número de individuos plantados.
- Procedencia de la planta.
- Condición inicial de los ejemplares.
- Actividades de mantenimiento realizadas.
- Número de individuos vivos, muertos, enfermos o deteriorados.
- Tratamientos aplicados.
- Número de individuos repuestos.
- Evidencia fotográfica.

Los resultados permitirán evaluar el cumplimiento de la relación 1:1, el avance de plantación, la supervivencia, la condición fitosanitaria, la efectividad de las medidas de mantenimiento y la necesidad de aplicar acciones correctivas.

IV.2.3.8. Calendario de comprobación

Para el seguimiento del presente programa, se consideran los siguientes plazos:

Tabla IV.15. Calendario de comprobación

Descripción / año	1	2	3	4	5	6	7	8	…
Definición y validación del área de reforestación									
Caracterización del sitio y selección de especies									
Obtención o producción de planta*									
Preparación del terreno**									
Plantación inicial									
Riego y mantenimiento									
Reposición de individuos***									
Monitoreo de supervivencia y sanidad									
Informes de seguimiento									

* Actividades a partir del año 3 serán según reposición

** Actividades a partir del año 2 serán según necesidad

*** Sujeto a necesidad

IV.2.3.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.16. Puntos de comprobación

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Área de reforestación	Delimitación, superficie y disponibilidad del sitio	Plano, coordenadas, documentos de disponibilidad y fotografías
Plantación	Especies, número de plantas y superficie atendida	Bitácora de plantación, listado de especies y fotografías
Área reforestada	Cumplimiento de la relación 1:1	Memoria de cálculo, plano y coordenadas
Mantenimiento	Riego, control de competencia, protección y sanidad	Bitácoras y evidencia fotográfica
Monitoreo	Supervivencia, condición fitosanitaria y necesidades de reposición	Formatos de monitoreo y base de datos
Informes de cumplimiento	Resultados, desviaciones y acciones correctivas	Informes técnicos y evidencia documental

IV.2.3.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando la supervivencia de la plantación sea inferior a 80%, se detecten afectaciones fitosanitarias relevantes, daños por sequía, incendios, ganado, fauna, vandalismo, inundación o cualquier otra condición que comprometa el éxito de la reforestación, se realizará una evaluación técnica inmediata.

Las medidas correctivas podrán incluir:

- Incremento temporal de la frecuencia de riego.
- Sustitución de individuos muertos o deteriorados.
- Ajuste de especies, procedencia de planta o densidad de plantación.
- Instalación o reforzamiento de protectores, cercado o señalización.
- Implementación de control de competencia y deshierbe.
- Aplicación de tratamientos fitosanitarios técnicamente justificados.
- Mejoramiento de cepas, drenaje o condiciones de establecimiento.
- Reubicación de individuos cuando las condiciones del micrositio sean inadecuadas.
- Incremento de la frecuencia de monitoreo.
- Reposición de planta durante la siguiente temporada de lluvias.

Las acciones correctivas deberán documentarse, asignar responsables y mantenerse hasta demostrar que la plantación alcanza condiciones adecuadas de establecimiento y cumple con las metas de supervivencia definidas en el Programa.

IV.2.4. Programa de Manejo Integral de Residuos

El Programa de Manejo Integral de Residuos tiene por objeto establecer las medidas para prevenir la generación de residuos, promover su reducción, reutilización, reciclaje, valorización y asegurar su manejo, almacenamiento, transporte y disposición final conforme a su clasificación y a la normatividad ambiental aplicable.

El Programa será aplicable durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del **Proyecto**. Considerará los residuos sólidos urbanos (**RSU**), residuos de manejo especial (**RME**), residuos peligrosos (**RP**), aguas residuales sanitarias y residuos asociados al **SAEE**.

La gestión de residuos se basará en los principios de prevención, minimización, separación en la fuente, aprovechamiento de materiales, trazabilidad documental y disposición final mediante prestadores de servicios autorizados. Queda prohibida la quema, abandono, entierro o disposición de residuos en sitios no autorizados dentro o fuera del **AP**.

IV.2.4.1. Objetivos

General

Implementar un sistema de gestión integral para los residuos generados durante las distintas etapas del **Proyecto**, que asegure su identificación, clasificación, segregación, acopio temporal, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y disposición final, en cumplimiento con la normatividad ambiental aplicable.

Particulares

- Prevenir y reducir la generación de residuos mediante buenas prácticas operativas y la aplicación de los principios de reducción, reutilización y reciclaje.
- Identificar y clasificar los residuos como **RSU**, **RME** o **RP**, de acuerdo con su origen, composición, volumen y características de peligrosidad.
- Implementar sistemas de separación, etiquetado, acopio temporal y almacenamiento seguro en todos los frentes de trabajo.
- Promover la valorización y el reciclaje de residuos susceptibles de aprovechamiento.
- Asegurar la entrega de **RSU**, **RME** y **RP** a instalaciones, transportistas o gestores autorizados, según corresponda.

- Prevenir derrames, fugas y contaminación de suelo, agua o vegetación por el manejo de combustibles, aceites, sustancias químicas y residuos peligrosos.
- Implementar controles específicos para la gestión de módulos, racks, componentes y baterías del **SAEE** al final de su vida útil o cuando requieran sustitución.

IV.2.4.2. Metas

- Mantener el 100% de los frentes de trabajo con contenedores identificados, rotulados y en condiciones adecuadas de operación.
- Registrar el 100% de los residuos generados, incluyendo tipo, volumen, fecha de generación, área de origen, responsable y destino final.
- Entregar el 100% de los residuos peligrosos y de manejo especial a gestores o instalaciones autorizadas.
- Maximizar la valorización de materiales reciclables, tales como metales, cartón, madera, plástico, cable y componentes eléctricos o electrónicos.
- Mantener evidencia documental de la trazabilidad de los residuos mediante bitácoras, manifiestos, certificados de reciclaje, comprobantes de entrega y evidencia fotográfica.
- Gestionar el 100% de las baterías, módulos y componentes retirados del **SAEE** conforme al subprograma específico y a las instrucciones del fabricante.

IV.2.4.3. Responsables del desarrollo del Programa

La implementación, supervisión y cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos será responsabilidad del Promovente, en coordinación con los contratistas, subcontratistas, proveedores y prestadores de servicios que participen en las distintas etapas del **Proyecto**.

El Promovente deberá asegurar la disponibilidad de recursos humanos, materiales y financieros necesarios para la correcta ejecución del Programa, así como verificar que los residuos generados sean manejados conforme a su clasificación, características y a la normatividad ambiental aplicable.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Asegurar la implementación del Programa durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono.
- Designar al responsable ambiental o Supervisor Ambiental encargado de coordinar la ejecución y seguimiento del Programa.
- Proporcionar la infraestructura necesaria para la segregación, acopio temporal, almacenamiento y manejo seguro de los residuos.

- Gestionar, directamente o mediante contratistas autorizados, la recolección, transporte, tratamiento, reciclaje, valorización y disposición final de los residuos.
- Verificar que los prestadores de servicios cuenten con las autorizaciones vigentes requeridas para el manejo de **RSU**, **RME**, **RP** y aguas residuales.
- Mantener disponibles las bitácoras, manifiestos, contratos, comprobantes de entrega-recepción, certificados de reciclaje y demás documentos que acrediten la trazabilidad de los residuos.
- Integrar la información relativa al manejo de residuos en los informes de cumplimiento ambiental del **Proyecto**.

Supervisor Ambiental

El Supervisor Ambiental será responsable de coordinar y verificar la aplicación cotidiana del Programa en campo. Deberá contar con formación y experiencia en gestión ambiental, manejo de residuos o disciplinas afines.

Sus responsabilidades incluirán:

- Verificar la correcta segregación, identificación, etiquetado y almacenamiento temporal de los residuos.
- Realizar inspecciones periódicas en frentes de trabajo, áreas de acopio, almacenes temporales, talleres, campamentos y áreas de almacenamiento de sustancias.
- Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos.
- Coordinar la capacitación e inducción ambiental del personal en materia de prevención, separación, manejo de residuos y atención de derrames.
- Verificar que los contenedores, áreas de acopio y almacenes temporales permanezcan limpios, señalizados, en condiciones seguras y con capacidad suficiente.
- Coordinar la atención inicial de incidentes por derrames, fugas o manejo inadecuado de residuos, así como documentar las acciones correctivas implementadas.
- Validar la documentación emitida por los gestores autorizados y conservar los manifiestos, certificados o comprobantes de disposición final.
- Notificar al Promovente y al responsable de obra cualquier incumplimiento, condición insegura o desviación identificada.

Responsable de obra y contratistas

El responsable de obra y los contratistas serán responsables de implementar las medidas del Programa en los frentes de trabajo bajo su control.

Sus responsabilidades incluirán:

- Designar a una persona de contacto para coordinarse con el Supervisor Ambiental.

- Proporcionar contenedores, señalización, áreas de acopio y equipos necesarios para el manejo adecuado de los residuos generados por sus actividades.
- Asegurar que su personal conozca y cumpla los procedimientos de segregación, almacenamiento, limpieza y atención de derrames.
- Mantener los frentes de trabajo libres de residuos dispersos y evitar su acumulación fuera de las áreas autorizadas.
- Notificar de inmediato al Supervisor Ambiental cualquier derrame, fuga, generación extraordinaria de residuos o condición que pueda ocasionar contaminación.
- Entregar al Promovente la documentación que demuestre el manejo y disposición final de los residuos bajo su responsabilidad, cuando aplique.
- Prohibir la quema, entierro, abandono o disposición de residuos en sitios no autorizados.

Personal operativo

Todo el personal que labore en el **Proyecto** deberá cumplir con las medidas establecidas en el Programa, incluyendo:

- Separar los residuos en los contenedores señalizados.
- Depositar los residuos únicamente en las áreas autorizadas.
- Evitar la mezcla de residuos incompatibles o de distinta clasificación.
- Utilizar el equipo de protección personal requerido para las actividades de manejo de residuos.
- Reportar contenedores saturados, residuos dispersos, derrames, fugas, daños en recipientes o condiciones inseguras.
- Participar en las inducciones, pláticas y capacitaciones ambientales programadas.

Gestores y prestadores de servicios autorizados

Las empresas contratadas para la recolección, transporte, tratamiento, reciclaje, aprovechamiento o disposición final de los residuos deberán contar con las autorizaciones aplicables y vigentes.

Serán responsables de:

- Recibir, transportar y manejar los residuos conforme a su clasificación y a las condiciones establecidas en la legislación aplicable.
- Proporcionar los manifiestos, comprobantes de entrega-recepción, certificados de reciclaje, constancias de tratamiento o disposición final correspondientes.
- Informar al Promovente sobre cualquier rechazo, incidencia o condición que impida el manejo o disposición del residuo.
- Garantizar la trazabilidad de los residuos desde su retiro del Proyecto hasta su aprovechamiento, tratamiento o disposición final.

Responsable del SAEE

El responsable de operación y mantenimiento del **SAEE**, en coordinación con el Supervisor Ambiental, será responsable de la gestión de las baterías, módulos y componentes asociados que sean sustituidos, retirados de operación, dañados o lleguen al final de su vida útil.

Sus responsabilidades incluirán:

- Mantener actualizado el inventario de baterías, módulos, racks y componentes del **SAEE**.
- Conservar las fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante y registros de mantenimiento.
- Notificar de inmediato cualquier batería dañada, con fuga, deformación, sobrecalentamiento, corrosión o fuera de especificación.
- Asegurar el aislamiento y resguardo temporal de baterías retiradas o dañadas, conforme a los procedimientos de seguridad aplicables.
- Coordinar la entrega de baterías y componentes a gestores especializados y autorizados.
- Integrar la documentación que acredite la trazabilidad, reciclaje, aprovechamiento o disposición final de las baterías y sus componentes.

La asignación de responsabilidades deberá formalizarse antes del inicio de cada etapa del **Proyecto** y mantenerse actualizada cuando existan cambios en la estructura organizacional, los contratistas o los procesos de generación y manejo de residuos.

IV.2.4.4. Metodología

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del **Proyecto** se generarán residuos de distinta naturaleza. Un manejo inadecuado puede ocasionar afectaciones al suelo, agua, aire, vegetación, fauna, paisaje y salud de los trabajadores.

El presente Programa establece medidas para prevenir la generación de residuos, reducir su volumen, promover su reutilización y valorización, asegurar su segregación en la fuente y garantizar su almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final conforme a su clasificación y a la normatividad aplicable.

La gestión se realizará conforme a la siguiente jerarquía:

1. Prevención y minimización en la fuente.
2. Reutilización de materiales, cuando sea técnica y ambientalmente viable.
3. Separación y valorización mediante reciclaje.
4. Tratamiento, aprovechamiento o coprocesamiento, cuando aplique.
5. Disposición final mediante instalaciones o gestores autorizados.

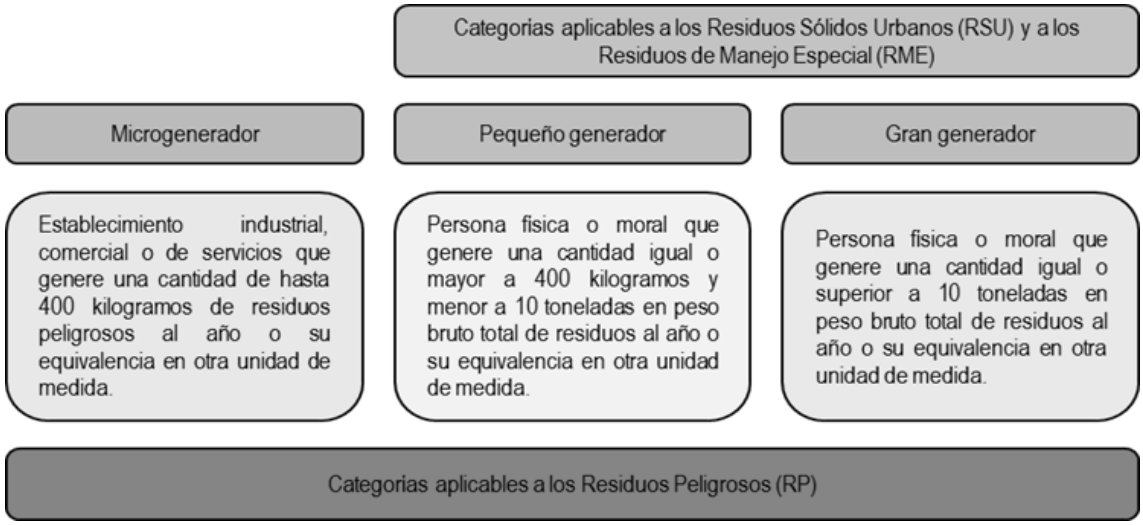
Las cantidades y tipos de residuos generados se registrarán en bitácoras por etapa, actividad, frente de trabajo y contratista. La clasificación definitiva deberá considerar el origen, composición, volumen, características de peligrosidad y criterios establecidos en la legislación aplicable.

Generación

Para la correcta gestión de los residuos generados 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.

La regulación de los **RME** y **RSU** es de competencial estatal y municipal (Artículo 9 y 10, **LGPGIR**), mientras que la regulación de los **RP** es de competencia federal, por conducto de la SEMARNAT (Artículo 7, **LGPGIR**).

Figura IV.3. Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año



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 y manejo

Los residuos se clasificarán de acuerdo con la normatividad aplicable vigente en: residuos sólidos urbanos (**RSU**), residuos de manejo especial (**RME**), residuos peligrosos (**RP**), aguas residuales sanitarias y, de manera particular, se segregarán los residuos asociados al **SAEE** (baterías).

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** (Artículo 10).

A su vez, de acuerdo con el Artículo 18 de la **LGPGIR**, los **RSU** podrán clasificarse en:

- 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 **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.”*

Asimismo, se clasifica a los **RME** en ocho categorías de acuerdo al origen que tengan (Artículo 19, **LGPGIR**), 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** (por ejemplo, cartón, plásticos, madera, PET y los productos de la poda y desbroce de vegetación).

Residuos peligros (RP)

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5°, fracción XXXII de la **LGPGIR**, los residuos peligrosos se definen como:

> *“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.”*

Las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o de agentes infecciosos (características CRETIB) se encuentran estipuladas en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y corresponden a:

Tabla IV.17. Descripción de 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.
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.

Característica	Definición
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 IV.18. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infeccioso	B

Finalmente, se presenta un esquema general para la clasificación y manejo de residuos del **Proyecto:**

Tabla IV.19. Esquema general para la clasificación y manejo de residuos

Tipo de residuo	Ejemplos previstos	Manejo requerido	Destino
RSU - orgánicos	Restos de alimentos, residuos biodegradables y residuos sanitarios no peligrosos	Separación en contenedores con tapa, recolección periódica y	Servicio municipal o instalación autorizada

Tipo de residuo	Ejemplos previstos	Manejo requerido	Destino
		limpieza de frentes de trabajo	
RSU - inorgánicos reciclables	Papel, cartón, plásticos, vidrio, aluminio y otros envases limpios	Segregación, acopio temporal y entrega a reciclador o gestor autorizado	Reutilización o reciclaje
RME	Madera, tarimas, embalajes, chatarra, cable, residuos de construcción, residuos vegetales y componentes electrónicos	Separación por tipo, almacenamiento temporal en áreas delimitadas y registro de volumen	Reciclaje, valorización o disposición con gestor autorizado
Baterías y componentes del **SAEE**	Módulos, racks, conectores, cableado, equipos electrónicos y empaques	Inventario, segregación, resguardo controlado y entrega a gestor especializado	Reutilización, reacondicionamiento, reciclaje o disposición autorizada
RP	Aceites usados, filtros, trapos contaminados, envases contaminados, solventes, pinturas, aerosoles, suelos contaminados y absorbentes usados	Identificación, segregación por compatibilidad, etiquetado, almacenamiento temporal y manifiestos	Tratamiento, reciclaje, coprocesamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Aguas residuales sanitarias	Aguas provenientes de sanitarios portátiles	Recolección, transporte y disposición por empresa autorizada	Instalación autorizada

Los residuos de manejo especial incluyen, entre otros, residuos de construcción, mantenimiento, demolición y residuos tecnológicos que requieren manejo específico. Las pilas y baterías que contienen litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc u otros elementos que produzcan energía se consideran **RME** cuando no presenten características de peligrosidad.

Gestión integral de RSU y RME

Segregación y acopio temporal de RSU y RME

En cada frente de trabajo se instalarán contenedores identificados, rotulados y con tapa, suficientes para evitar la mezcla y dispersión de residuos. Los contenedores deberán mantenerse en condiciones adecuadas de limpieza, integridad y capacidad.

El código de colores podrá implementarse de la siguiente manera:

Figura IV.4. Código de colores para la separación de residuos



Los residuos voluminosos, como madera, tarimas, cable, chatarra, embalajes, residuos de construcción o componentes eléctricos se almacenarán temporalmente en áreas específicas, delimitadas y señalizadas. Estas áreas deberán ubicarse fuera de zonas de escurrimiento, vegetación conservada, cauces, áreas inundables y frentes activos de construcción.

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.

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.

Al término de cada jornada, el personal responsable realizará una inspección de orden y limpieza para retirar residuos dispersos, revisar la capacidad de los contenedores y confirmar que no existan mezclas incompatibles.

Queda prohibida la quema, abandono, entierro, vertimiento o disposición de residuos en sitios no autorizados.

Traslado y disposición final de RSU y RME

El traslado y disposición final será de acuerdo con lo estipulado por las autoridades municipales, a través de la autorización que esta autoridad proporcione.

Los **RSU** 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 la normatividad vigente aplicable.

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**.

Para los **RME,** se deberá determinar el volumen que podrá ser 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** deberá incluir una 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.

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.

Gestión integral de RP

Segregación, acopio y almacenamiento temporal de 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.

El objetivo principal del acopio y almacenamiento temporal es manejar adecuadamente los **RP**, minimizar su liberación al ambiente y evitar 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 una serie de actividades que permitirán su manejo adecuado (incluyendo el llenado de un formato específico y la bitácora respectiva).

El almacén 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, según sea el caso del **Proyecto.**

Los recipientes que contengan residuos peligrosos deberán permanecer cerrados, en buenas condiciones e identificados mediante rótulos visibles, legibles e indelebles. Los rótulos deberán indicar, como mínimo, el nombre del generador, nombre del residuo, características de peligrosidad, fecha de ingreso al almacén temporal y las medidas de seguridad aplicables, conforme al artículo 46, fracción IV, del Reglamento de la **LGPGIR**.

Cuando los residuos peligrosos sean transportados fuera del Proyecto, sus envases y embalajes deberán etiquetarse de conformidad con la NOM-003-SCT/2008 y demás disposiciones aplicables al transporte de materiales y residuos peligrosos.

Figura IV.5. Modelo general de las etiquetas aplicables a contendedores de residuos peligrosos

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS
DATOS DEL GENERADOR:
NOMBRE DEL RESIDUO:
CARACTERÍSTICAS CRETIB:
FECHA DE INGRESO AL ALMACÉN:

Finalmente, deberá guardarse la trazabilidad de todos los RP generados en las distintas etapas del **Proyecto** a través de su registro en bitácoras.

Figura IV.6. Modelo de bitácoras para la gestión de residuos peligrosos

GENERACIÓN													ALMACENAMIENTO TEMPORAL Art. 71 fracción I inciso (d)		MANEJO		
Nombre del residuos peligroso Art. 71 fracción I inciso (a)	Cantidad generada Ton.	Características de peligrosidad del residuo – Código de peligrosidad de los residuos (CPR) Art. 71 fracción I inciso (b)											Área o proceso de generación Art. 71 fracción I inciso (c)	Fecha de ingreso	Fecha de salida	Fase de manejo siguiente a la salida del almacén Art. 71 fracción I inciso (e)	Prestador de servicio Art. 71 fracción I inciso (f)	
		C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B	M					Nombre, denominación o razón social	Número de autorización
Total		Nombre del responsable técnico de la bitácora															

Para garantizar la seguridad del personal que tratará directamente con los **RP**, se recomienda revisar la **NOM-017-STPS-2008**[1], 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.

De acuerdo con el 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.

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.

[1] 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

- El transporte de residuos peligrosos requiere autorización de la **SEMARNAT** (Fracción VI, Artículo 50, **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 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 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. En este sentido, la disposición final de los mismos será responsabilidad de la empresa contratada por la promovente.

Prevención y atención de derrames

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.**

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]:

[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

- 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, gasolina o aceites.

Aguas residuales sanitarias

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.

IV.2.4.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de manejo integral de residuos:

Tabla IV.20. Medidas específicas del Programa de Manejo Integral de Residuos

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
1	Aplicar buenas prácticas de compra, almacenamiento, dosificación y uso de materiales para prevenir la generación de residuos y promover la reducción, reutilización y reciclaje.	Prevención	Todas las etapas	Registros de compras, bitácoras de residuos y evidencia de reutilización o reciclaje.
2	Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio.	Prevención	Todas las etapas	Inventario de contenedores, inspecciones y evidencia fotográfica.
3	Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.	Prevención y mitigación	Todas las etapas	Bitácoras de inspección, reportes de limpieza y fotografías.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
4	Establecer áreas de acopio temporal delimitadas, señalizadas y alejadas de cauces, zonas inundables, áreas de conservación, vegetación remanente y frentes activos de obra.	Prevención	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Planos, fotografías y bitácoras de supervisión.
5	Entregar los RSU al sistema municipal de recolección o a un prestador de servicios autorizado; conservar los comprobantes de recolección, traslado y disposición final cuando estén disponibles.	Mitigación y control	Todas las etapas	Contratos, recibos, comprobantes de entrega y bitácoras.
6	Segregar y canalizar papel, cartón, plástico, madera, metales, cable, vidrio, embalajes y otros materiales aprovechables a empresas de reutilización, reciclaje o valorización.	Prevención y mitigación	Todas las etapas	Pesajes, recibos de entrega, certificados de reciclaje y bitácoras.
7	Habilitar puntos limpios o áreas impermeabilizadas para el lavado de ollas, herramientas y equipos; prohibir el vertido de concreto, mortero o agua de lavado sobre el suelo o en cuerpos de agua.	Prevención	Construcción	Evidencia fotográfica, bitácora de supervisión y registros de limpieza.
8	Realizar mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos. Cuando se requiera mantenimiento en sitio, proteger el suelo con material impermeable y material absorbente; manejar los materiales contaminados como RP.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Bitácoras de mantenimiento, inspecciones y manifiestos de RP.
9	Mantener kits antiderrames disponibles en maquinaria, vehículos, áreas de abastecimiento y almacenes; capacitar al personal en contención, recuperación, limpieza y notificación de incidentes.	Prevención y mitigación	Todas las etapas	Inventario de kits, listas de asistencia, reportes de incidentes y evidencia fotográfica.
10	Almacenar los RP en recipientes compatibles, cerrados, etiquetados y en buen estado; mantenerlos en un almacén temporal con señalización, acceso restringido, piso	Prevención	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Inspecciones, bitácora de almacén, fotografías y listas de verificación.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
	impermeable y medidas de contención para residuos líquidos.			
11	Etiquetar los recipientes de RP con el nombre del generador, nombre del residuo, características de peligrosidad, fecha de ingreso al almacén y medidas de seguridad aplicables. Para transporte externo, utilizar el etiquetado correspondiente a los envases y embalajes de residuos peligrosos.	Prevención	Todas las etapas	Etiquetas, bitácoras, fotografías y manifiestos de transporte.
12	Entregar los RP únicamente a empresas autorizadas para su recolección, transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final; conservar manifiestos, comprobantes de entrega-recepción y certificados de destino final.	Mitigación y control	Todas las etapas	Manifiestos, contratos, autorizaciones y certificados de disposición.
13	Instalar sanitarios portátiles en número suficiente, realizar limpieza y mantenimiento periódicos, y contratar a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio y construcción; según aplique en operación	Contratos, tarjetas de servicio, bitácoras y comprobantes de disposición.
14	Mantener un inventario de baterías, módulos, racks y componentes; segregarlos por tecnología y condición; resguardarlos temporalmente en un área señalizada, protegida y de acceso restringido.	Prevención	Operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono	Inventario actualizado, inspecciones, fotografías y fichas técnicas.
15	Aislar las baterías dañadas, con fuga, deformación, sobrecalentamiento, corrosión, exposición a agua o daño mecánico; restringir el acceso, notificar al responsable del SAEE y gestionar su retiro mediante personal y gestores especializados.	Prevención, mitigación y corrección	Operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono	Reporte de incidente, registro de cuarentena, evidencia fotográfica y manifiesto de entrega.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
16	Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final.	Control y mitigación	Operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono	Expediente de trazabilidad de baterías y certificados de destino final.
17	Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE.	Prevención	Todas las etapas	Listas de asistencia, materiales de capacitación y evaluaciones.
18	Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final.	Control	Todas las etapas	Expediente documental, informes de cumplimiento y registros electrónicos.
19	En caso de incidente, contener la fuente, acordonar el área, recuperar el producto, retirar materiales o suelo contaminado, almacenar temporalmente el residuo generado y entregarlo a un gestor autorizado.	Mitigación y corrección	Todas las etapas	Reporte de incidente, fotografías, bitácora, manifiestos y evidencia de cierre.
20	Implementar acciones correctivas con responsable, fecha compromiso y evidencia de cierre; reforzar capacitación, incrementar contenedores, ajustar frecuencias de recolección o mejorar la infraestructura de almacenamiento cuando sea necesario.	Corrección	Todas las etapas	Registro de acciones correctivas, inspecciones de seguimiento y evidencia fotográfica.

La aplicación de estas medidas será verificada por el Supervisor Ambiental mediante inspecciones periódicas, revisión de bitácoras y comprobantes de entrega, así como mediante la integración de evidencia fotográfica y documental en los informes de cumplimiento ambiental. Las medidas correctivas deberán mantenerse hasta demostrar el control de la desviación o impacto identificado.

Finalmente, 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[3].
- 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 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.

IV.2.4.6. Indicadores de desempeño

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:

[3] http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos

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.

Indicadores complementarios

Tabla IV.21. Indicadores complementarios para el seguimiento del Programa de manejo integral de residuos

No.	Indicador	Meta sugerida
1	Cumplimiento de segregación en la fuente	≥95%
2	Frentes de trabajo sin residuos dispersos	100%
3	Cumplimiento de inspecciones programadas	100%
4	Cierre oportuno de acciones correctivas	≥95%
5	Residuos peligrosos con etiqueta completa	100%
6	Trazabilidad documental de RP	100%
7	Atención oportuna de derrames	100%
8	Trazabilidad de aguas residuales sanitarias	100%
9	Baterías del SAEE con clasificación documentada	100%
10	Baterías del SAEE con destino final comprobado	100%

IV.2.4.7. Subprograma para la gestión de baterías del SAEE

Alcance

Este subprograma establece las medidas para el manejo de las baterías y componentes asociados al **SAEE** durante su recepción, almacenamiento, operación, mantenimiento, sustitución, atención de incidentes, desmantelamiento y abandono del **Proyecto**.

Será aplicable, como mínimo, a módulos de baterías, racks, contenedores, cableado, conectores, sistemas de control, sistemas de enfriamiento, empaques, equipos electrónicos y materiales absorbentes o de contención que entren en contacto con electrolitos u otros componentes de las baterías.

Clasificación

Las baterías retiradas de operación deberán clasificarse inicialmente como **RME sujetos a manejo específico**. Antes de su entrega a un gestor, se deberá confirmar su clasificación con base en la composición, ficha de datos de seguridad, condición física, presencia de fugas, daños mecánicos, daño térmico, incendio, exposición al agua o cualquier característica de peligrosidad.

Las baterías dañadas, defectuosas, con fuga, deformación, sobrecalentamiento, corrosión, incendio previo o evidencia de descomposición deberán aislarse y manejarse como **RP**. No deberán mezclarse con baterías en condición normal ni con otros residuos. El manejo separado, la prevención de daños y

la entrega a recicladores o gestores especializados son medidas esenciales para reducir riesgos de incendio y liberación de sustancias.

Acciones de manejo

- Mantener un inventario actualizado de las baterías instaladas, incluyendo tecnología, fabricante, modelo, capacidad, número de serie, fecha de instalación, estado operativo y vida útil estimada.
- Conservar las fichas técnicas, hojas de datos de seguridad, manuales de operación y procedimientos de retiro proporcionados por el fabricante.
- Priorizar el retorno al fabricante, reutilización, reacondicionamiento, reciclaje o valorización mediante empresas autorizadas y con experiencia comprobable en la gestión de baterías del tipo instalado.
- Prohibir el abandono, entierro, disposición con **RSU**, quema, incineración no autorizada, apertura, trituración, desensamble manual o mezcla de baterías con otros residuos.
- Segregar las baterías por tecnología, condición y estado de carga, evitando el contacto entre terminales o conexiones expuestas.
- Resguardar temporalmente las baterías fuera de servicio en un área señalizada, de acceso restringido, ventilada, protegida contra lluvia, inundación, fuentes de calor, impacto físico y materiales combustibles.
- Implementar inspecciones visuales y, cuando aplique, monitoreo de temperatura, para identificar señales de daño, sobrecalentamiento, deformación, fuga o generación de gases.
- Mantener disponibles equipos de respuesta a emergencias compatibles con los riesgos identificados y conforme a las especificaciones del fabricante.
- Entregar las baterías a transportistas y gestores que cuenten con las autorizaciones requeridas para su clasificación, transporte, tratamiento, reciclaje, aprovechamiento o disposición final.
- Integrar manifiestos, certificados de reciclaje, comprobantes de recepción y evidencia documental del destino final de cada lote de baterías o componentes retirados.

Baterías dañadas o fuera de especificación

Cuando se identifique una batería dañada, defectuosa, con fuga, expuesta a agua, sobrecalentada o involucrada en un evento de incendio, se deberá:

1. Suspender su operación y aislar el equipo conforme al procedimiento de seguridad aplicable.
2. Restringir el acceso al área y notificar al responsable de seguridad, al responsable ambiental y al fabricante o proveedor.
3. Evitar su manipulación, carga, apertura, reparación o traslado sin una evaluación técnica previa.
4. Colocarla en un área o contenedor de cuarentena apropiado, separado de baterías en condición normal y de materiales combustibles.

5. Gestionar su retiro mediante personal capacitado y un prestador especializado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y la clasificación aplicable.
6. Documentar el incidente, el tipo de batería, la causa probable, las medidas implementadas y el destino final del residuo.

Indicadores específicos

A continuación, se presentan algunos de los indicadores que podrán implementarse como parte del seguimiento del presente subprograma:

Tabla IV.22. Indicadores de seguimiento al subprograma para la gestión de baterías

Indicador	Fórmula o evidencia	Meta
Trazabilidad de baterías retiradas	Baterías con manifiesto/certificado ÷ baterías retiradas × 100	100%
Inventario actualizado del SAEE	Registros actualizados ÷ registros requeridos × 100	100%
Segregación adecuada	Inspecciones conformes ÷ inspecciones realizadas × 100	100%
Baterías dañadas aisladas oportunamente	Eventos con aislamiento documentado ÷ eventos detectados × 100	100%
Personal capacitado	Personal capacitado ÷ personal involucrado × 100	100%
Incidentes por manejo de baterías	Número de incidentes reportados	0

IV.2.3.8. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada se integrará en bitácoras y bases de datos electrónicas. El análisis deberá incluir, como mínimo:

- Tipo y volumen de residuos generados por etapa, actividad y contratista.
- Cantidad de residuos valorizados, reciclados, tratados o dispuestos.
- Cumplimiento de inspecciones, capacitaciones y condiciones de almacenamiento.
- Incidentes por derrames, fugas, residuos dispersos o almacenamiento inadecuado.
- Acciones correctivas implementadas y porcentaje de cierre.
- Trazabilidad de **RME**, **RP** y baterías retiradas del **SAEE**.

Los resultados se integrarán en los informes de cumplimiento ambiental y se utilizarán para ajustar la infraestructura, los procedimientos, las frecuencias de recolección, las capacitaciones y las medidas preventivas del Programa.

IV.2.4.8. Calendario de comprobación

Para el seguimiento del presente programa, se consideran los siguientes plazos:

Tabla IV.23. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)

Descripción / año	PSyC		OyM								CyA
	1	2	3	4	5	6	7	8	…	42	43
Capacitación e inducción											
Instalación de contenedores y señalización											
Segregación y acopio temporal											
Inspecciones de orden y limpieza											
Registro de generación de residuos											
Entrega a gestores autorizados											
Atención de derrames*											
Gestión de baterías del SAEE											
Informes de seguimiento											

* Sujeto a necesidad

IV.2.4.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.24. Puntos de comprobación

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Frentes de trabajo	Contenedores, segregación y limpieza	Inspecciones, fotografías y bitácoras
Áreas de acopio temporal	Señalización, capacidad y orden	Listas de verificación y fotografías
Almacén de RP	Etiquetado, compatibilidad y condiciones de seguridad	Bitácora, inspecciones y fotografías
Gestores autorizados	Trazabilidad y destino final	Contratos, autorizaciones y manifiestos
Sanitarios portátiles	Limpieza, mantenimiento y disposición de aguas residuales	Tarjetas de servicio y comprobantes
SAEE	Inventario, segregación y trazabilidad de baterías	Inventario, fichas técnicas y certificados

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Incidentes	Atención y cierre de acciones correctivas	Reportes, fotografías y evidencia de cierre

IV.2.4.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando se identifique un derrame, fuga, mezcla incompatible, almacenamiento inseguro, batería dañada, contenedor saturado, disposición no autorizada o cualquier condición que pueda generar contaminación, se deberán implementar medidas inmediatas.

Las medidas podrán incluir:

- Suspensión temporal de la actividad generadora.
- Acordonamiento y señalización del área.
- Contención y recuperación del material liberado.
- Retiro de residuos, absorbentes o suelo contaminado.
- Traslado de residuos a un almacén temporal seguro.
- Reposición de contenedores o mejora del área de acopio.
- Atención de baterías mediante aislamiento y cuarentena.
- Notificación a los responsables ambientales, operativos y de seguridad.
- Contratación de gestores especializados, cuando sea necesario.
- Capacitación adicional o reinducción del personal involucrado.
- Integración de un reporte de incidente, acciones correctivas, responsables y evidencia de cierre.

IV.2.5. Programa de Capacitación y Educación Ambiental

El Programa de Capacitación y Educación Ambiental tiene por objeto fortalecer las capacidades, conocimientos y conductas del personal que participa en las distintas etapas del **Proyecto**, a fin de prevenir, minimizar y atender los impactos ambientales asociados con sus actividades.

El Programa será aplicable al Promovente, contratistas, subcontratistas, operadores, personal de mantenimiento, proveedores y visitantes que ingresen al **AP**. Su implementación contribuirá al cumplimiento de las medidas ambientales, programas de manejo, obligaciones aplicables y procedimientos internos de seguridad, salud y protección ambiental.

La capacitación se enfocará en la prevención de incidentes, el uso eficiente de recursos, la protección de flora y fauna silvestre, el manejo integral de residuos, la prevención de derrames, el respeto a los

límites autorizados del Proyecto y la atención de contingencias ambientales.

IV.2.5.1. Objetivos

General

Implementar un programa de capacitación y educación ambiental dirigido al personal vinculado con el **Proyecto**, con el fin de promover buenas prácticas ambientales, prevenir afectaciones al entorno y asegurar la correcta aplicación de las medidas de manejo, prevención, mitigación y control establecidas para cada etapa de desarrollo.

Particulares

- Sensibilizar al personal sobre la importancia de la protección del ambiente, la biodiversidad, la flora y la fauna silvestre.
- Promover el cumplimiento de las medidas ambientales aplicables durante la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono.
- Capacitar al personal en el manejo adecuado de residuos, sustancias químicas, combustibles, maquinaria, equipos y materiales.
- Prevenir incidentes de contaminación por derrames, fugas, disposición inadecuada de residuos o afectaciones fuera de las áreas autorizadas.
- Fortalecer la capacidad del personal para identificar, reportar y atender oportunamente condiciones ambientales inseguras o desviaciones.
- Difundir las obligaciones, restricciones y prohibiciones ambientales aplicables al Proyecto.
- Promover la participación activa del personal en la implementación de los programas de rescate de flora, protección de fauna, manejo de residuos, control de emisiones y conservación de recursos.

IV.2.5.2. Metas

- Capacitar al 100% del personal antes de su incorporación a las actividades del **Proyecto**.
- Realizar inducciones ambientales para todo el personal de nuevo ingreso, contratistas, subcontratistas y visitantes recurrentes.
- Impartir capacitaciones periódicas de refuerzo, como mínimo semestralmente y cuando se identifiquen cambios operativos, desviaciones o incidentes ambientales.
- Realizar pláticas de seguridad y ambiente previas al inicio de actividades de alto riesgo ambiental, tales como desmonte, manejo de residuos peligrosos, abastecimiento de combustible, mantenimiento de maquinaria y operación del **SAEE**.

- Mantener señalización ambiental en el 100% de las áreas que requieran restricciones, instrucciones, prohibiciones o medidas de protección.
- Registrar el 100% de las capacitaciones mediante listas de asistencia, evidencia fotográfica, materiales didácticos y evaluaciones cuando corresponda.
- Reforzar la capacitación cuando se detecten incidentes, incumplimientos, desviaciones o condiciones que puedan generar afectaciones ambientales.

IV.2.5.3. Responsables del desarrollo del programa

La implementación del Programa será responsabilidad del Promovente, en coordinación con los contratistas, subcontratistas y responsables operativos de cada etapa del **Proyecto**.

El Promovente designará al Supervisor Ambiental o Responsable de Capacitación Ambiental, quien será responsable de coordinar el calendario, validar contenidos, verificar la participación del personal y conservar los registros correspondientes.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Proporcionar los recursos necesarios para la implementación del Programa.
- Designar al Responsable de Capacitación Ambiental.
- Verificar que contratistas y subcontratistas incorporen las capacitaciones ambientales en sus procedimientos de trabajo.
- Revisar los resultados, indicadores y necesidades de capacitación adicional.
- Integrar los resultados del Programa en los informes de cumplimiento ambiental.

Responsable de Capacitación Ambiental

El Responsable de Capacitación Ambiental será responsable de:

- Elaborar el calendario anual de capacitación.
- Definir los contenidos de acuerdo con la etapa del **Proyecto**, actividades programadas, riesgos ambientales y programas de manejo aplicables.
- Coordinar inducciones, pláticas de refuerzo, talleres y campañas de sensibilización.
- Verificar que el personal de nuevo ingreso reciba capacitación antes de iniciar actividades.
- Mantener listas de asistencia, materiales impartidos, evaluaciones, fotografías y registros de capacitación.
- Instalar y actualizar señalización ambiental en las áreas que lo requieran.
- Identificar necesidades de reinducción derivadas de incidentes, incumplimientos o cambios operativos.

Contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas deberán:

- Asegurar que su personal participe en las capacitaciones programadas.
- Designar un enlace para coordinarse con el Responsable de Capacitación Ambiental.
- Difundir las instrucciones ambientales aplicables a sus actividades.
- Reportar necesidades de capacitación, incidentes, desviaciones o condiciones inseguras.
- Verificar la aplicación práctica de los conocimientos impartidos en sus frentes de trabajo.

Personal operativo

El personal deberá:

- Participar en las inducciones, capacitaciones y pláticas programadas.
- Aplicar las medidas ambientales establecidas durante sus actividades.
- Respetar las áreas autorizadas, señalización, límites de velocidad, restricciones de acceso y procedimientos de seguridad.
- Reportar derrames, residuos dispersos, presencia de fauna, daños a flora, contenedores saturados, fallas de maquinaria o cualquier condición que pueda ocasionar un impacto ambiental.

IV.2.5.4. Metodología

La capacitación ambiental se impartirá de manera diferenciada según la etapa del Proyecto, el puesto de trabajo, el tipo de actividad y los riesgos ambientales asociados.

El Programa incluirá tres modalidades principales:

1. **Inducción ambiental:** dirigida a personal de nuevo ingreso, contratistas, subcontratistas y visitantes recurrentes, antes de iniciar actividades.
2. **Capacitación periódica:** sesiones de actualización y refuerzo, como mínimo semestrales, para personal en operación continua.
3. **Pláticas operativas o de campo:** sesiones breves previas a actividades específicas, frentes de trabajo nuevos, actividades de alto riesgo ambiental o cuando se identifiquen desviaciones.

La capacitación deberá apoyarse en presentaciones, carteles, trípticos, señalización, procedimientos, fotografías, demostraciones prácticas y ejercicios de respuesta a incidentes, según corresponda.

Tabla IV.25. Temas de capacitación a incluir en el programa

Tema	Contenido mínimo	Personal objetivo
Inducción ambiental general	Programas ambientales, responsabilidades, áreas autorizadas, prohibiciones y mecanismos de reporte	Todo el personal
Delimitación del Proyecto	Límites autorizados, áreas de restricción, zonas de conservación y procedimiento de liberación ambiental	Operadores, supervisores y personal de obra
Protección de flora	Identificación de ejemplares marcados, prohibición de afectación, coordinación con brigadas de rescate y reporte de incidencias	Personal de desmonte, operadores y supervisores
Protección de fauna	Procedimiento ante presencia de fauna, prohibición de captura o manipulación, reporte de ejemplares y respeto a medidas de ahuyentamiento	Todo el personal
Manejo de residuos	Separación, contenedores, reciclaje, acopio temporal, residuos peligrosos y prohibición de quema o abandono	Todo el personal
Residuos peligrosos	Etiquetado, almacenamiento, incompatibilidades, equipo de protección personal y manifiestos	Personal de mantenimiento, almacén y supervisores
Prevención de derrames	Uso de kits antiderrames, abastecimiento de combustibles, mantenimiento en sitio y respuesta inicial	Operadores, choferes y personal de mantenimiento
Suelo y agua	Prevención de contaminación, control de fugas, uso de materiales impermeables y protección de drenajes	Operadores, mantenimiento y supervisores
Emisiones y ruido	Límites de velocidad, mantenimiento de maquinaria, conducción eficiente y reducción de ralentí	Operadores y choferes
Uso eficiente de recursos	Ahorro de agua, energía, materiales y reducción de desperdicios	Todo el personal
Gestión de baterías del SAEE	Identificación de baterías dañadas, aislamiento, reporte, prohibiciones de manipulación y trazabilidad	Personal de operación, mantenimiento y seguridad del SAEE
Atención de contingencias	Comunicación, reporte, aislamiento de áreas, acciones iniciales y cadena de notificación	Todo el personal
Desmantelamiento y abandono	Limpieza final, retiro de residuos, control de materiales, desmantelamiento y restauración de áreas	Personal involucrado en cierre

Buenas prácticas ambientales

La capacitación deberá reforzar, como mínimo, las siguientes prácticas:

- Reducir, reutilizar y reciclar materiales cuando sea viable.
- Separar los residuos en los contenedores identificados.
- Mantener los frentes de trabajo limpios y libres de residuos dispersos.
- Evitar el desperdicio de agua, energía y materiales.
- No dejar maquinaria o vehículos encendidos cuando no se encuentren en operación.
- Reportar inmediatamente fugas, derrames, residuos peligrosos mal almacenados o recipientes dañados.
- Utilizar materiales impermeables y absorbentes durante abastecimiento de combustibles, mantenimiento o reparación de maquinaria en sitio.
- Respetar los límites de velocidad, caminos autorizados y señalización del **Proyecto**.
- No alimentar, capturar, perseguir ni manipular fauna silvestre.
- No introducir animales domésticos, especies exóticas o especies invasoras.
- No afectar vegetación fuera de las áreas autorizadas.
- Utilizar el equipo de protección personal requerido para cada actividad.

Acciones complementarias

Para reforzar la capacitación, se implementarán las siguientes acciones:

- Instalación de señalización sobre límites de velocidad, protección de flora y fauna, segregación de residuos, prohibición de quema, áreas de restricción, manejo de **RP** y respuesta a derrames.
- Colocación de carteles, infografías o material visual en campamentos, almacenes, talleres, frentes de trabajo y áreas de descanso.
- Difusión de procedimientos simplificados para atención de derrames, hallazgo de fauna, detección de residuos peligrosos y reporte de incidentes.
- Realización de simulacros o ejercicios prácticos de respuesta a derrames, manejo de residuos y comunicación de emergencias, cuando las condiciones operativas lo requieran.
- Aplicación de evaluaciones breves o verificaciones de comprensión para temas críticos.
- Reinducción al personal involucrado en incidentes, incumplimientos o desviaciones ambientales.

IV.2.5.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de capacitación y educación:

Tabla IV.26. Medidas específicas del Programa de capacitación y educación

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
1	Impartir inducción ambiental obligatoria al personal de nuevo ingreso antes de iniciar actividades.	Prevención	Todas las etapas	Lista de asistencia, material impartido y evaluación de inducción.
2	Realizar capacitaciones de refuerzo al menos cada seis meses y cuando ocurran cambios operativos, modificaciones al **Proyecto** o incorporación de nuevos riesgos.	Prevención	Todas las etapas	Calendario, listas de asistencia y evidencia fotográfica.
3	Capacitar al personal en protección de flora y fauna, prohibición de captura o manipulación no autorizada, reporte de ejemplares y respeto a áreas de conservación.	Prevención	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Material de capacitación, listas de asistencia y reportes de supervisión.
4	Capacitar a supervisores, operadores y personal de campo sobre la delimitación de polígonos autorizados, áreas de restricción y procedimiento de liberación ambiental de frentes.	Prevención	Preparación del sitio y construcción	Planos, fotografías de señalización y registros de capacitación.
5	Capacitar al personal en segregación, contenedores, reciclaje, acopio temporal, residuos peligrosos y prohibición de quema, abandono o entierro de residuos.	Prevención	Todas las etapas	Listas de asistencia, señalización y bitácoras de inspección.
6	Capacitar al personal en prevención, contención, recuperación, reporte y documentación de derrames, incluyendo el uso correcto de kits antiderrames.	Prevención y mitigación	Todas las etapas	Registros de capacitación, inventario de kits y reportes de simulacros o incidentes.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
7	Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos.	Prevención	Todas las etapas	Listas de asistencia, evaluaciones y listas de verificación del almacén.
8	Capacitar al personal de operación, mantenimiento y seguridad en identificación de baterías dañadas, aislamiento, reporte, restricciones de manipulación y trazabilidad.	Prevención	Operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono	Registros de capacitación, evaluaciones y simulacros.
9	Difundir buenas prácticas para el ahorro de agua, energía, combustibles y materiales, así como para la reducción de desperdicios.	Prevención	Todas las etapas	Materiales de difusión, señalización y registros de capacitación.
10	Capacitar a operadores y choferes en límites de velocidad, circulación por caminos autorizados, mantenimiento preventivo, reducción de ralentí y conducción eficiente.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Listas de asistencia, reportes de supervisión y registros de mantenimiento.
11	Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones.	Prevención	Todas las etapas	Inventario de señalización, fotografías y listas de verificación.
12	Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales.	Corrección	Todas las etapas	Reporte de incidente, lista de asistencia y evidencia de cierre.
13	Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental.	Prevención	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Minutas, fotografías y listas de asistencia.

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia de cumplimiento
14	Mantener un expediente de capacitación con calendario, temario, material didáctico, listas de asistencia, evaluaciones, fotografías y acciones correctivas.	Control	Todas las etapas	Expediente documental y reportes de cumplimiento.
15	Analizar los resultados de inspecciones, incidentes, reportes de supervisión y evaluaciones para actualizar los temas, frecuencia y enfoque de las capacitaciones.	Prevención y corrección	Todas las etapas	Informes de desempeño, programa actualizado y registros de acciones correctivas.

IV.2.5.6. Indicadores de desempeño

Tabla IV.27. Indicadores de desempeño para el programa

Indicador	Fórmula	Meta
Personal capacitado	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Personal programado}} \times 100$	100%
Personal de nuevo ingreso inducido	$\frac{\text{Personal nuevo con inducción previa}}{\text{Personal nuevo incorporado}} \times 100$	100%
Capacitaciones ejecutadas	$\frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}} \times 100$	100%
Participación en capacitaciones	$\frac{\text{Asistentes}}{\text{Personal convocado}} \times 100$	≥95%
Señalización instalada	$\frac{\text{Señales instaladas}}{\text{Señales requeridas}} \times 100$	100%
Señalización en condiciones adecuadas	$\frac{\text{Señales legibles y funcionales}}{\text{Señales inspeccionadas}} \times 100$	≥95%
Evaluaciones aprobadas	$\frac{\text{Personal con evaluación aprobatoria}}{\text{Personal evaluado}} \times 100$	≥80%
Incidentes con reinducción	$\frac{\text{Incidentes con capacitación correctiva}}{\text{Incidentes ambientales detectados}} \times 100$	100%

Indicador	Fórmula	Meta
Acciones correctivas cerradas	$\frac{\text{Acciones correctivas cerradas}}{\text{Acciones correctivas identificadas}} \times 100$	100%
Reincidencia de incumplimientos ambientales	$\frac{\text{Incumplimientos repetitivos}}{\text{Incumplimientos totales}} \times 100$	Tendencia a cero

IV.2.5.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

Los resultados del Programa se integrarán en una base de datos que incluya el tema impartido, fecha, etapa del **Proyecto**, responsable, número de asistentes, contratista, evidencias, evaluación aplicada y observaciones relevantes.

La información será analizada para identificar:

- Personal pendiente de capacitación o reinducción.
- Temas con menor nivel de comprensión.
- Contratistas con mayor número de desviaciones o incidentes.
- Áreas donde sea necesario reforzar la señalización.
- Incidentes ambientales relacionados con falta de conocimiento o incumplimiento de procedimientos.
- Necesidades de capacitación adicional derivadas de cambios operativos, nuevos riesgos o modificaciones al **Proyecto**.

Los resultados deberán utilizarse para actualizar los contenidos, frecuencia y enfoque de las capacitaciones posteriores.

IV.2.5.8. Calendario de comprobación

Para el seguimiento del presente programa, se consideran los siguientes plazos:

Tabla IV.28. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)

Descripción / año	PSyC		OyM								CyA
	1	2	3	4	5	6	7	8	…	42	43
Inducción a personal de nuevo ingreso*											
Capacitación ambiental general											
Pláticas operativas de campo											
Capacitación en flora y fauna											
Capacitación en residuos y derrames											

Descripción / año	PSyC		OyM								CyA
	1	2	3	4	5	6	7	8	…	42	43
Revisión de señalización											
Reinducción por incidentes**											
Informes de seguimiento											

* Sujeto a necesidad

** Según evento

IV.2.5.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.29. Puntos de comprobación

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Personal de obra	Inducción, capacitación y asistencia	Listas de asistencia y evaluaciones
Frentes de trabajo	Aplicación de buenas prácticas ambientales	Bitácoras, fotografías e inspecciones
Campamentos y talleres	Manejo de residuos, sustancias y derrames	Listas de verificación y fotografías
Flora y fauna	Protección de flora, fauna y límites autorizados	Señalización, bitácoras y reportes
SAEE	Manejo seguro y reporte de baterías dañadas	Registros de capacitación y simulacros
Informes ambientales	Cumplimiento de indicadores y acciones correctivas	Informes periódicos y evidencia documental

IV.2.5.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando se identifique un incidente ambiental, incumplimiento recurrente, falta de capacitación, señalización deficiente o una desviación que pueda generar afectaciones al ambiente, se deberán aplicar medidas inmediatas.

Las medidas podrán incluir:

- Suspensión temporal de la actividad involucrada.
- Reinducción o capacitación extraordinaria al personal responsable.
- Refuerzo de señalización, delimitación o procedimientos operativos.

- Supervisión ambiental adicional en el frente de trabajo.
- Reposición de material informativo o señalética deteriorada.
- Actualización de procedimientos de trabajo.
- Aplicación de evaluaciones de comprensión para temas críticos.
- Implementación de acciones correctivas con responsables y fechas de cierre.

Las medidas aplicadas deberán documentarse y mantenerse hasta demostrar que la desviación fue corregida y que el personal cuenta con los conocimientos necesarios para prevenir su recurrencia.

IV.2.6. Programa de Conservación de Suelos

El Programa de Conservación de Suelos tiene por objeto prevenir, minimizar y controlar la degradación, erosión, compactación, pérdida de suelo orgánico y contaminación del recurso edáfico derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del **Proyecto**.

El Programa será aplicable dentro de las áreas autorizadas para la ejecución del **Proyecto**, incluyendo frentes de obra, accesos, áreas de acopio temporal, zonas de maniobra, instalaciones temporales y superficies que puedan quedar libres de infraestructura al término de la vida útil del **Proyecto**.

Las acciones se enfocarán en limitar la ocupación del terreno a las áreas autorizadas, rescatar y conservar la capa superficial de suelo orgánico, prevenir su contaminación, controlar procesos erosivos y reutilizar el suelo rescatado en actividades de rehabilitación o recuperación de áreas que queden libres de infraestructura.

IV.2.6.1. Objetivos

General

Implementar medidas de conservación y manejo de suelos que permitan prevenir o reducir la erosión, compactación, contaminación y pérdida de suelo orgánico en las áreas afectadas por el desarrollo del **Proyecto**.

Particulares

- Limitar las actividades del **Proyecto** a los polígonos y superficies autorizadas.
- Rescatar, manejar y conservar el horizonte superficial de suelo orgánico previo a las actividades de despalme, excavación o movimiento de tierras.
- Prevenir la mezcla del suelo orgánico con residuos, materiales de construcción, hidrocarburos, aceites, solventes u otras sustancias contaminantes.
- Reducir la compactación del suelo mediante el control de circulación de vehículos, maquinaria y personal.

- Prevenir procesos erosivos en áreas intervenidas, taludes, zonas de acopio y superficies expuestas.
- Reutilizar el suelo orgánico rescatado en actividades de recuperación de superficies temporales y rehabilitación de áreas liberadas de infraestructura.
- Mantener registros verificables de las actividades de rescate, acopio, reutilización y seguimiento del suelo orgánico.

IV.2.6.2. Metas

- Delimitar el 100% de las áreas autorizadas antes del inicio de las actividades de preparación del sitio.
- Rescatar el suelo orgánico en las áreas donde se requiera despalme o remoción de la capa superficial.
- Mantener el 100% de los acopios de suelo orgánico libres de residuos, hidrocarburos y materiales ajenos al suelo.
- Reutilizar el suelo orgánico rescatado en las actividades de rehabilitación o recuperación de áreas disponibles.
- Mantener cero eventos de afectación de suelo fuera de las áreas autorizadas.
- Atender y documentar el 100% de los derrames, fugas, erosión acelerada o contaminación de suelo identificados.
- Realizar inspecciones periódicas en frentes de obra, áreas de acopio, accesos, zonas de mantenimiento y áreas expuestas.

IV.2.6.3. Responsables del desarrollo del programa

La implementación y cumplimiento del Programa será responsabilidad del Promovente, en coordinación con contratistas, subcontratistas, operadores de maquinaria y personal de supervisión ambiental.

El Promovente designará a un Supervisor Ambiental responsable de verificar la aplicación de las medidas de conservación de suelos y de integrar los registros correspondientes.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Proporcionar los recursos necesarios para la delimitación, rescate, acopio, protección y reutilización del suelo orgánico.
- Asegurar que las actividades de obra se desarrollen únicamente dentro de las áreas autorizadas.

- Verificar que los contratistas cumplan con las medidas de control de erosión, prevención de contaminación y manejo de suelo.
- Integrar los resultados del Programa en los informes de cumplimiento ambiental.

Supervisor Ambiental

El Supervisor Ambiental será responsable de:

- Verificar la delimitación de áreas autorizadas y de restricción.
- Supervisar las actividades de despalme, rescate, acopio y reutilización de suelo orgánico.
- Inspeccionar las áreas de acopio para verificar que no exista contaminación, mezcla de materiales o erosión.
- Verificar que los accesos, frentes de obra y zonas de maniobra se mantengan dentro de las áreas autorizadas.
- Documentar incidentes de erosión, derrames, contaminación, compactación excesiva o afectación fuera de límites.
- Definir y verificar la implementación de medidas correctivas.

Contratistas y operadores

Los contratistas y operadores serán responsables de:

- Respetar la delimitación de las áreas autorizadas.
- Evitar el tránsito, estacionamiento o maniobras de maquinaria fuera de los caminos, accesos y frentes autorizados.
- Separar el suelo orgánico de materiales inertes, residuos, escombros, vegetación triturada o materiales contaminados.
- Reportar derrames, fugas, erosión visible, daños en los acopios o cualquier condición que pueda afectar el suelo.
- Aplicar las medidas de protección durante el abastecimiento de combustibles, mantenimiento o reparación de maquinaria.

IV.2.6.4. Metodología

Delimitación de áreas

Antes del inicio de las actividades de preparación del sitio, las áreas autorizadas para construcción, caminos, accesos, instalaciones temporales y zonas de acopio deberán delimitarse mediante estacas, banderolas, mojoneras, señalización u otros elementos claramente visibles.

La circulación de vehículos, maquinaria y personal deberá restringirse a los caminos, accesos y áreas de trabajo autorizados. Queda prohibida la apertura de caminos, patios de maniobra, áreas de estacionamiento o zonas de acopio fuera de los polígonos aprobados.

Rescate de suelo orgánico

En las áreas donde se requiera despalme o remoción de la capa superficial del suelo, se realizará el rescate del suelo orgánico antes de iniciar excavaciones, nivelaciones o movimiento de tierras.

El retiro del suelo deberá efectuarse de forma controlada, procurando conservar la capa superficial con mayor contenido de materia orgánica, semillas, microorganismos y otros componentes que favorezcan la recuperación de la vegetación.

El suelo orgánico rescatado deberá mantenerse separado de:

- Material de despalme sin valor orgánico.
- Material pétreo, escombros o residuos de construcción.
- Residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial o residuos peligrosos.
- Hidrocarburos, aceites, solventes, pinturas u otras sustancias químicas.
- Suelos contaminados o materiales procedentes de derrames.

Acopio temporal de suelo orgánico

El suelo orgánico rescatado deberá almacenarse temporalmente en áreas previamente definidas, delimitadas y señalizadas. Los sitios de acopio deberán ubicarse fuera de cauces, zonas de escurrimiento preferencial, áreas inundables, vegetación conservada, zonas de protección y frentes activos de obra.

Los acopios deberán cumplir, como mínimo, con las siguientes condiciones:

- Mantenerse libres de residuos, materiales de construcción y sustancias contaminantes.
- Evitar el tránsito de maquinaria o vehículos sobre la superficie acopiada.
- Contar con medidas de control de erosión cuando se identifique riesgo de arrastre por lluvia o viento.
- Mantener una geometría estable, evitando pendientes pronunciadas o condiciones que favorezcan deslizamientos.
- Protegerse contra escurrimientos contaminados, derrames o lavado de materiales.
- Inspeccionarse periódicamente para verificar su estabilidad, limpieza y condiciones de conservación.

Prevención de erosión y compactación

Durante las actividades de obra se aplicarán las siguientes medidas:

- Reducir al mínimo la superficie expuesta de suelo y el tiempo de permanencia de áreas despalmadas.
- Ejecutar las actividades de manera progresiva, conforme al avance de obra.
- Evitar el tránsito de maquinaria pesada sobre suelos no destinados a infraestructura, caminos o áreas de maniobra.
- Utilizar los caminos y accesos existentes siempre que sea viable.
- Controlar escurrimientos superficiales en áreas de pendiente, taludes, zonas de acopio y frentes expuestos.
- Rehabilitar temporalmente las áreas que ya no sean requeridas para actividades de obra.
- Evitar la descarga de agua de lavado, concreto, mortero, combustibles o sustancias químicas sobre el suelo.

Reutilización del suelo orgánico

El suelo orgánico rescatado se utilizará prioritariamente para cubrir y acondicionar áreas que queden libres de infraestructura, zonas sujetas a revegetación, superficies temporales de obra, áreas degradadas o sitios definidos para la recuperación de cobertura vegetal.

Antes de su reutilización se verificará que el material se encuentre libre de contaminación, residuos y materiales ajenos. La aplicación deberá realizarse de forma uniforme, evitando compactación excesiva y procurando conservar condiciones favorables para la infiltración, germinación y establecimiento de vegetación nativa.

La regeneración natural de herbáceas y otras especies nativas podrá favorecerse en las áreas donde existan condiciones adecuadas de suelo, humedad y protección contra nuevas afectaciones.

Prevención de contaminación del suelo

Las actividades de abastecimiento de combustible, mantenimiento o reparación de maquinaria deberán realizarse en áreas controladas, con materiales impermeables, bandejas de contención, absorbentes u otros elementos que eviten el contacto de hidrocarburos y sustancias químicas con el suelo.

Los materiales absorbentes, trapos, estopas, plásticos, suelo contaminado o recipientes contaminados generados durante la atención de derrames deberán manejarse conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.

IV.2.6.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de conservación de suelos:

Tabla IV.30. Medidas específicas del Programa de conservación de suelos

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia
1	Delimitar físicamente las áreas de ocupación, caminos, accesos, frentes de obra, zonas de acopio y áreas de restricción.	Prevención	Preparación del sitio y construcción	Planos, coordenadas y fotografías
2	Retirar y separar la capa superficial de suelo orgánico antes de excavaciones, nivelaciones o movimiento de tierras.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio	Bitácora de rescate y evidencia fotográfica
3	Mantener el suelo orgánico separado de residuos, escombros, materiales pétreos, concreto, hidrocarburos y suelos contaminados.	Prevención	Preparación del sitio y construcción	Inspecciones y fotografías
4	Establecer acopios en zonas estables, delimitadas, fuera de escurrimientos y con medidas de control de erosión cuando sean necesarias.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio y construcción	Bitácora de inspección y fotografías
5	Restringir la circulación y estacionamiento de vehículos a caminos, patios de maniobra y áreas autorizadas.	Prevención	Todas las etapas	Inspecciones y reportes de supervisión
6	Utilizar materiales impermeables, bandejas de contención y kits antiderrames durante abastecimiento, mantenimiento o reparación de maquinaria.	Prevención	Todas las etapas	Inspecciones, inventario de kits y fotografías
7	Contener el derrame, retirar el material afectado, almacenar temporalmente el residuo y canalizarlo a manejo autorizado.	Mitigación y corrección	Todas las etapas	Reporte de incidente y manifiestos
8	Reutilizar el suelo orgánico rescatado en áreas libres de infraestructura, o superficies temporales.	Mitigación y compensación	Construcción, desmantelamiento y abandono	Registros de reutilización, planos y fotografías

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia
9	Capacitar a operadores, supervisores y personal de despalme en delimitación, rescate de suelo orgánico, control de erosión y prevención de contaminación.	Prevención	Todas las etapas	Listas de asistencia y material de capacitación
10	Realizar inspecciones periódicas en frentes de obra, accesos, acopios y áreas rehabilitadas.	Control	Todas las etapas	Bitácoras e informes de supervisión
11	Implementar acciones correctivas con responsables, fecha compromiso, evidencia de cierre y verificación posterior.	Corrección	Todas las etapas	Registro de acciones correctivas

IV.2.6.6. Indicadores de desempeño

Tabla IV.31. Indicadores de desempeño para el programa

No.	Indicador	Fórmula	Meta sugerida	Frecuencia
1	Áreas autorizadas delimitadas	$\frac{\text{Áreas delimitadas}}{\text{Áreas autorizadas que requieren delimitación}} \times 100$	100%	Previo al inicio de obra y mensual
2	Superficie con rescate de suelo orgánico	$\frac{\text{Superficie con rescate de suelo}}{\text{Superficie despalmada}} \times 100$	100%	Mensual
3	Acopios de suelo orgánico en condiciones adecuadas	$\frac{\text{Acopios sin contaminación ni erosión visible}}{\text{Acopios inspeccionados}} \times 100$	100%	Mensual
4	Suelo orgánico reutilizado	$\frac{\text{Volumen o superficie con suelo orgánico reutilizado}}{\text{Volumen o superficie de suelo orgánico rescatado}} \times 100$	Maximizar	Semestral
5	Frentes de trabajo sin afectación fuera de límites	$\frac{\text{Frentes sin afectación fuera de límites}}{\text{Frentes inspeccionados}} \times 100$	100%	Mensual

No.	Indicador	Fórmula	Meta sugerida	Frecuencia
6	Incidentes de contaminación de suelo atendidos	$\frac{\text{Incidentes atendidos y documentados}}{\text{Incidentes detectados}} \times 100$	100%	Por evento
7	Acciones correctivas cerradas	$\frac{\text{Acciones correctivas cerradas}}{\text{Acciones correctivas identificadas}} \times 100$	100%	Mensual
8	Personal capacitado en conservación de suelos	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Personal programado}} \times 100$	100%	Semestral y ante nuevo ingreso

IV.2.6.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada se integrará en bitácoras de campo y bases de datos electrónicas. El análisis deberá incluir, como mínimo:

- Superficie delimitada y superficie intervenida.
- Superficie donde se realizó rescate de suelo orgánico.
- Ubicación y condición de los acopios temporales.
- Volumen o superficie de suelo orgánico reutilizado.
- Áreas con evidencia de erosión, compactación, contaminación o escurrimientos.
- Incidentes de derrame y acciones implementadas.
- Actividades de rehabilitación o recuperación de áreas libres de infraestructura.
- Acciones correctivas, responsables y fecha de cierre.

Los resultados deberán integrarse en los informes de cumplimiento ambiental y utilizarse para ajustar las medidas de manejo, protección y reutilización de suelo.

IV.2.6.8. Calendario de comprobación

Para el seguimiento del presente programa, se consideran los siguientes plazos:

Tabla IV.32. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)

Descripción / año	PSyC		OyM								CyA
	1	2	3	4	5	6	7	8	…	42	43
Delimitación de áreas autorizadas											
Capacitación sobre manejo de suelo											
Rescate de suelo orgánico											
Inspección de acopios temporales											
Control de erosión y compactación											
Prevención y atención de derrames											
Reutilización de suelo orgánico											
Informes de seguimiento											

IV.2.6.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.33. Puntos de comprobación

Punto de comprobación	Temática	Evidencia documental
Frentes de obra	Delimitación y ocupación dentro de áreas autorizadas	Planos, coordenadas, fotografías y bitácoras
Áreas de despalme	Rescate y separación de suelo orgánico	Bitácoras, fotografías y registros de supervisión
Acopios temporales	Limpieza, estabilidad, ausencia de contaminación y erosión	Listas de verificación y fotografías
Áreas de mantenimiento	Prevención de contaminación por combustibles o lubricantes	Inspecciones, reportes de derrame y evidencia de kits
Áreas rehabilitadas	Reutilización de suelo orgánico	Planos, fotografías y registros de seguimiento
Informes de cumplimiento	Indicadores y acciones correctivas	Informes, bases de datos y evidencia documental

IV.2.6.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando se detecte erosión acelerada, contaminación del suelo, derrame de hidrocarburos, acopio inestable, mezcla de suelo orgánico con residuos, afectación fuera de límites o cualquier condición que comprometa la conservación del suelo, se deberá realizar una evaluación inmediata.

Las medidas podrán incluir:

- Suspensión temporal de las actividades que generen la afectación.
- Delimitación y aislamiento del área afectada.
- Contención de escurrimientos, materiales o sustancias contaminantes.
- Retiro de suelo contaminado y manejo conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.
- Reubicación, estabilización o protección de acopios de suelo orgánico.
- Implementación de barreras, coberturas, obras temporales o medidas de control de erosión.
- Reposición de señalización y reforzamiento de límites autorizados.
- Reinducción o capacitación adicional al personal involucrado.
- Implementación de acciones correctivas con responsables, plazos y evidencia de cierre.

IV.2.7. Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo

El Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipo tiene por objeto asegurar que la maquinaria, vehículos, equipos auxiliares y herramientas utilizados durante las distintas etapas del **Proyecto** operen en condiciones adecuadas de seguridad, eficiencia y desempeño ambiental.

La aplicación del mantenimiento preventivo y correctivo permitirá reducir fallas mecánicas, emisiones atmosféricas, generación de ruido excesivo, consumo innecesario de combustible, fugas de aceites, lubricantes o combustibles, así como afectaciones potenciales al suelo, agua, vegetación y fauna.

El Programa será aplicable durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del **Proyecto**. Incluirá la maquinaria y vehículos propios, arrendados, operados por contratistas o subcontratistas, así como equipos auxiliares que requieran mantenimiento.

IV.2.7.1. Objetivos

General

Implementar un sistema de mantenimiento preventivo, correctivo y de supervisión para la maquinaria, vehículos y equipos utilizados en el **Proyecto**, a fin de asegurar su operación segura, eficiente y ambientalmente responsable.

Particulares

- Prevenir fallas mecánicas que puedan provocar derrames, emisiones, ruido excesivo, accidentes o interrupciones en las actividades del **Proyecto**.
- Mantener la maquinaria y los vehículos en condiciones adecuadas de operación conforme a las especificaciones del fabricante y a los procedimientos internos aplicables.

- Reducir la generación de residuos peligrosos, fugas de hidrocarburos, aceites, lubricantes, combustibles y otras sustancias asociadas al mantenimiento.
- Identificar oportunamente equipos con fugas, emisiones visibles, ruido anormal, vibraciones excesivas, deterioro de neumáticos o cualquier otra condición que pueda representar un riesgo ambiental o de seguridad.
- Establecer registros verificables de mantenimiento, reparaciones, inspecciones, fallas, derrames y acciones correctivas.
- Asegurar que los residuos generados durante el mantenimiento sean manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.

IV.2.7.2. Metas

- Mantener el 100% de la maquinaria, vehículos y equipos con registro actualizado de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Realizar inspecciones preoperativas al 100% de los equipos utilizados en los frentes de trabajo.
- Retirar de operación el 100% de los equipos que presenten fugas, fallas mecánicas relevantes, emisiones visibles anormales o condiciones que impliquen riesgo ambiental o de seguridad.
- Atender y documentar el 100% de los derrames o fugas asociados con maquinaria, vehículos y equipos.
- Canalizar el 100% de los residuos peligrosos generados por mantenimiento a almacenamiento temporal y gestores autorizados.
- Mantener cero derrames sin atención, maquinaria con fugas activas en operación o mantenimiento ejecutado sobre suelo desprotegido.
- Mantener evidencia documental de inspecciones, mantenimientos, reparaciones, consumos de lubricantes, residuos generados y acciones correctivas.

IV.2.7.3. Responsables del desarrollo del programa

La ejecución del Programa será responsabilidad del Promovente, en coordinación con contratistas, subcontratistas, operadores, responsables de mantenimiento y supervisores ambientales.

Promovente

El Promovente será responsable de:

- Asegurar la implementación del Programa durante todas las etapas del **Proyecto**.
- Verificar que la maquinaria, vehículos y equipos utilizados por contratistas cumplan con los requisitos de mantenimiento aplicables.

- Proporcionar recursos para mantenimiento, inspecciones, atención de incidentes y manejo de residuos derivados de estas actividades.
- Integrar los resultados del Programa en los informes de cumplimiento ambiental.

Responsable de mantenimiento

El Responsable de Mantenimiento será responsable de:

- Elaborar y actualizar el programa de mantenimiento preventivo de cada equipo.
- Mantener un inventario de maquinaria, vehículos, equipos y herramientas sujetas a mantenimiento.
- Verificar que los mantenimientos se realicen conforme a las recomendaciones del fabricante, horas de operación, kilometraje, condiciones de uso y resultados de inspecciones.
- Coordinar el retiro de equipos que requieran reparación o mantenimiento mayor.
- Registrar mantenimientos preventivos, correctivos, cambios de lubricantes, sustitución de piezas y fallas relevantes.
- Verificar que las reparaciones en sitio se realicen únicamente cuando sean indispensables y bajo medidas de protección ambiental.

Supervisor Ambiental

El Supervisor Ambiental será responsable de:

- Inspeccionar visualmente la maquinaria y los vehículos en busca de fugas, derrames, emisiones visibles, residuos dispersos o condiciones inseguras.
- Verificar que las actividades de mantenimiento en sitio se realicen sobre superficies impermeables o con medidas de contención adecuadas.
- Supervisar el manejo de aceites usados, filtros, trapos contaminados, absorbentes, envases y suelos contaminados.
- Verificar la disponibilidad y uso de kits antiderrames.
- Documentar incidentes ambientales y verificar el cierre de acciones correctivas.

Operadores y contratistas

Los operadores y contratistas deberán:

- Realizar inspecciones preoperativas antes de utilizar maquinaria, vehículos o equipos.
- Reportar de inmediato fugas, ruidos anormales, emisiones visibles, fallas de frenos, desgaste de neumáticos, daños en mangueras, pérdida de lubricantes u otras condiciones anormales.
- No operar equipos que presenten condiciones que puedan generar contaminación o comprometer la seguridad.
- Utilizar los equipos únicamente dentro de las áreas autorizadas.

- Mantener disponibles los registros de mantenimiento de los equipos bajo su responsabilidad.

IV.2.7.4. Metodología

Inventario y programa de mantenimiento

Se integrará un inventario de la maquinaria, vehículos, equipos auxiliares y herramientas relevantes para el **Proyecto**. Para cada unidad se registrará, como mínimo:

- Tipo de equipo, marca, modelo y número de identificación.
- Responsable o contratista a cargo.
- Tipo de combustible y lubricantes utilizados.
- Horas de operación, kilometraje o parámetro de control aplicable.
- Fecha de último mantenimiento preventivo.
- Fecha programada para el siguiente mantenimiento.
- Historial de reparaciones correctivas.
- Incidentes, fugas, derrames o fallas relevantes.

El mantenimiento preventivo se programará conforme a las recomendaciones del fabricante, horas de operación, kilometraje, condiciones de uso y resultados de inspección.

Inspección preoperativa

Antes de iniciar actividades, los operadores deberán realizar una revisión visual de la maquinaria, vehículos y equipos para identificar condiciones que requieran atención.

La inspección deberá considerar, como mínimo:

- Fugas de combustible, aceite hidráulico, lubricantes, refrigerante o líquido de frenos.
- Estado de mangueras, conexiones, sellos y recipientes.
- Nivel y condición de aceites, lubricantes y refrigerantes.
- Funcionamiento de frenos, luces, alarmas, bocinas y dispositivos de seguridad.
- Estado de neumáticos, presión, desgaste y alineación visible.
- Emisiones visibles anormales, ruido excesivo, vibraciones o fallas de motor.
- Disponibilidad de kit antiderrames, extintor y equipo de protección personal, cuando aplique.

Los equipos que presenten fugas activas, daños relevantes o condiciones inseguras deberán retirarse temporalmente de operación hasta que sean reparados.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo deberá realizarse preferentemente en talleres externos o instalaciones autorizadas, con el fin de reducir riesgos de contaminación dentro del **AP**.

Las actividades podrán incluir:

- Cambio de aceites, lubricantes y filtros.
- Revisión y sustitución de mangueras, bandas, sellos, conexiones y piezas desgastadas.
- Revisión de frenos, sistema eléctrico, sistema de enfriamiento y sistema de combustible.
- Alineación, balanceo, rotación y ajuste de neumáticos.
- Afinación, calibración y revisión de sistemas de combustión, cuando corresponda.
- Revisión de emisiones visibles, ruido y desempeño general del motor.
- Limpieza y mantenimiento de equipos auxiliares.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se aplicará cuando un vehículo, maquinaria o equipo presente fallas que comprometan su operación, seguridad o desempeño ambiental.

Cuando la reparación implique cambios de aceite, sustitución de componentes contaminados, manejo de combustibles, apertura de líneas hidráulicas, cambio de baterías o generación de residuos peligrosos, deberá realizarse preferentemente fuera del **AP**.

Las reparaciones en sitio sólo podrán efectuarse cuando el traslado del equipo no sea viable. En estos casos, se deberán aplicar las siguientes medidas:

- Proteger el suelo con material impermeable.
- Colocar material absorbente o charolas de contención bajo las áreas de trabajo.
- Mantener disponible un kit antiderrames.
- Segregar y recolectar los residuos generados.
- Evitar realizar trabajos durante lluvia intensa o en zonas de escurrimiento.
- Retirar los residuos peligrosos generados y trasladarlos al almacén temporal correspondiente.

Manejo de lubricantes, neumáticos y baterías

Los lubricantes, aceites usados, filtros, grasas, estopas, trapos contaminados, envases, absorbentes y suelos contaminados deberán manejarse conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.

Los neumáticos fuera de uso deberán mantenerse separados de otros residuos y canalizarse a reciclaje, reutilización o disposición mediante gestores autorizados, según corresponda.

Las baterías convencionales de vehículos deberán segregarse, almacenarse temporalmente en condiciones seguras y entregarse a gestores autorizados. Las baterías y componentes asociados al SAEE se manejarán conforme al subprograma específico correspondiente.

Prevención y atención de derrames

Durante el abastecimiento de combustible, cambios de lubricante, mantenimiento o reparación de maquinaria se deberán utilizar medidas de contención para evitar que hidrocarburos o sustancias químicas entren en contacto con el suelo.

En caso de derrame, se deberá:

1. Suspender la fuente, cuando sea seguro hacerlo.
2. Acordonar y señalizar el área.
3. Notificar al responsable de mantenimiento y al Supervisor Ambiental.
4. Aplicar material absorbente y contener la dispersión.
5. Recuperar el producto derramado y retirar el material contaminado.
6. Almacenar temporalmente los residuos en recipientes identificados.
7. Gestionar los residuos conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.
8. Documentar el incidente, la causa y las medidas correctivas aplicadas.

IV.2.7.5. Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

En la siguiente tabla se presentan las medidas específicas contenidas en el Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos:

Tabla IV.34. Medidas específicas del Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia
1	Implementar mantenimiento preventivo conforme a manuales del fabricante, horas de operación, kilometraje y condiciones de uso.	Prevención	Todas las etapas	Bitácoras y órdenes de servicio
2	Realizar inspecciones preoperativas y retirar de operación equipos que presenten fugas activas o daños relevantes.	Prevención	Todas las etapas	Formatos de inspección y reportes de mantenimiento

No.	Medida específica	Tipo de medida	Etapa de aplicación	Evidencia
3	Ejecutar reparaciones sobre material impermeable, con charolas de contención y absorbentes.	Prevención y mitigación	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Fotografías, bitácoras y listas de verificación
4	Segregar aceites usados, filtros, trapos, absorbentes, envases y suelos contaminados; entregarlos a gestores autorizados.	Mitigación y control	Todas las etapas	Manifiestos y bitácoras de RP
5	Utilizar kits antiderrames, materiales impermeables y procedimientos de abastecimiento controlado.	Prevención	Todas las etapas	Inspecciones, fotografías e inventario de kits
6	Contener, recuperar, retirar y gestionar el material contaminado; documentar el incidente y aplicar acciones correctivas.	Mitigación y corrección	Todas las etapas	Reporte de incidente y evidencia de cierre
7	Verificar presión, desgaste y alineación de neumáticos; realizar afinación, calibración y mantenimiento de sistemas de combustión cuando corresponda.	Prevención y mitigación	Todas las etapas	Bitácora de mantenimiento y reportes de taller
8	Suspender la operación de equipos con emisiones visibles anormales, ruidos excesivos, vibraciones relevantes o fallas mecánicas.	Prevención	Todas las etapas	Reporte de retiro de equipo y orden de reparación
9	Capacitar a operadores y personal de mantenimiento sobre inspección preoperativa, prevención de derrames, reporte de fallas y manejo de residuos.	Prevención	Todas las etapas	Listas de asistencia y material de capacitación
10	Mantener registros actualizados de inspecciones, mantenimientos, reparaciones, fallas, residuos e incidentes ambientales.	Control	Todas las etapas	Bitácoras y bases de datos
11	Analizar fallas recurrentes, identificar causas y ajustar los programas de mantenimiento o sustituir equipos cuando sea necesario.	Corrección	Todas las etapas	Análisis de fallas y acciones correctivas

IV.2.7.6. Indicadores de desempeño

Tabla IV.35. Indicadores de desempeño para el programa

No.	Indicador	Fórmula	Meta sugerida	Frecuencia
1	Maquinaria con mantenimiento vigente	$\frac{\text{Equipos con mantenimiento vigente}}{\text{Equipos en operación}} \times 100$	100%	Mensual
2	Inspecciones preoperativas realizadas	$\frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	100%	Diario o semanal
3	Equipos retirados oportunamente por falla	$\frac{\text{Equipos con falla retirados de operación}}{\text{Equipos con falla detectada}} \times 100$	100%	Por evento
4	Derrames atendidos y documentados	$\frac{\text{Derrames atendidos y documentados}}{\text{Derrames detectados}} \times 100$	100%	Por evento y mensual
5	Residuos peligrosos con destino comprobado	$\frac{\text{RP con manifiesto o comprobante}}{\text{RP generados por mantenimiento}} \times 100$	100%	Mensual
6	Acciones correctivas cerradas	$\frac{\text{Acciones correctivas cerradas}}{\text{Acciones correctivas identificadas}} \times 100$	100%	Mensual
7	Incidentes recurrentes de maquinaria	$\frac{\text{Incidentes repetitivos}}{\text{Incidentes totales}} \times 100$	Tendencia a cero	Mensual
8	Personal capacitado	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Personal programado}} \times 100$	100%	Semestral y ante nuevo ingreso

IV.2.7.7. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

La información generada se integrará en bitácoras y bases de datos electrónicas. El análisis deberá incluir:

- Número y tipo de equipos en operación.
- Cumplimiento del mantenimiento preventivo programado.
- Número de mantenimientos correctivos realizados.
- Fallas recurrentes por tipo de maquinaria o vehículo.

- Número de derrames, fugas, emisiones visibles o eventos de ruido anormal.
- Residuos peligrosos generados por mantenimiento y comprobantes de disposición final.
- Equipos retirados temporalmente de operación.
- Acciones correctivas implementadas y porcentaje de cierre.

Los resultados permitirán identificar equipos con mayor frecuencia de fallas, ajustar los programas de mantenimiento, reforzar la capacitación de operadores y definir la necesidad de sustitución o reparación mayor de maquinaria.

IV.2.7.8. Calendario de comprobación

Para el seguimiento del presente programa, se consideran los siguientes plazos:

Tabla IV.36. Calendario de comprobación (PSyC = Preparación del Sitio y Construcción; OyM = Operación y Mantenimiento; DyA = Desmantelamiento y Abandono)

Descripción / año	PSyC		OyM								CyA
	1	2	3	4	5	6	7	8	…	42	43
Inventario de maquinaria, vehículos y equipos											
Inspección preoperativa de maquinaria y vehículos											
Verificación de fugas, emisiones visibles y condiciones de seguridad											
Mantenimiento preventivo											
Mantenimiento correctivo*											
Revisión de neumáticos, frenos, mangueras, conexiones y sistemas de seguridad											
Verificación de kits antiderrames y materiales de contención											
Supervisión de mantenimiento realizado en sitio*											
Registro y manejo de residuos derivados del mantenimiento											
Capacitación a operadores y personal de mantenimiento											
Informe de desempeño ambiental											

* Según necesidad

IV.2.7.9. Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.37. Puntos de comprobación

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Maquinaria y vehículos en operación	Mantenimiento vigente e inspección preoperativa	Bitácoras, listas de verificación y fotografías
Talleres o áreas de mantenimiento	Protección de suelo y manejo de residuos	Inspecciones, fotografías y manifiestos

Punto de comprobación	Temática	Evidencia
Frentes de trabajo	Ausencia de fugas, derrames y maquinaria fuera de condición	Reportes de supervisión
Áreas de abastecimiento	Disponibilidad de kits antiderrames y medidas de contención	Inventario, fotografías e inspecciones
Almacén temporal de RP	Manejo de aceites usados, filtros, absorbentes y envases contaminados	Bitácora y manifiestos
Informes de cumplimiento	Indicadores y acciones correctivas	Informes, bases de datos y evidencia documental

IV.2.6.10. Medidas de urgente aplicación

Cuando se detecte una falla mecánica, fuga, derrame, emisión visible anormal, ruido excesivo, daño en neumáticos o cualquier condición que implique riesgo ambiental o de seguridad, se deberá suspender la operación del equipo hasta que sea evaluado.

Las medidas de urgente aplicación podrán incluir:

- Retiro inmediato de maquinaria o vehículo de operación.
- Reparación en taller externo o mantenimiento controlado en sitio, cuando el traslado no sea viable.
- Contención y limpieza de derrames.
- Retiro y manejo de suelo o materiales contaminados.
- Sustitución de mangueras, sellos, filtros, baterías, neumáticos o componentes dañados.
- Reposición de kits antiderrames, charolas de contención o materiales absorbentes.
- Reinducción del operador o personal de mantenimiento involucrado.
- Investigación de la causa de la falla y aplicación de medidas para evitar su recurrencia.
- Documentación del incidente, acciones implementadas y evidencia de cierre.