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 LA LOMA "

CAPÍTULO I

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
I.1. Proyecto....4
I.1.1. Nombre del Proyecto....4
I.2. Promovente 4
I.2.1. Nombre o Razón Social....4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes....4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal....5
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 5
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental....5
I.3.1. Nombre o Razón Social....5
I.3.2. 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 18
I.6.3. Inversión requerida....19
I.6.4. Duración estimada del Proyecto....19
I.6.5. Resumen de las características del Proyecto....20
I.6.6. Superficies generales del Proyecto 21
Bibliografía y referencias 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del Proyecto. 6
Tabla I.2. Información de ubicación del Proyecto....8
Tabla I.3. Características generales 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. 19
Tabla I.9. Duración estimada del Proyecto por etapa. 19
Tabla I.10. Resumen de características del Proyecto. 20
Tabla I.11. Superficies generales del Proyecto. 21

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización general del Proyecto “SAEE La Loma”.....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.....16
Figura I.5. Superficies a intervenir en la segunda fase de desarrollo del Proyecto 17

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

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

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 La Loma"

El proyecto **SAEE La Loma** (en adelante, 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 160 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 640 MWh., ubicado en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Energía Firme Delta, 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]

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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]

Se testa domicilio por ser información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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]

Se testan correos electrónicos ya que contienen nombres, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.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.

María José Monteverde Suárez

[redacted]

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

Nombre y firma del responsable técnico

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.5. Ubicación del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en el estado de Sonora, específicamente en el municipio de Hermosillo. La ubicación se eligió considerando la disponibilidad de superficie, la accesibilidad por caminos existentes y la cercanía a la infraestructura eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional **(SEN)**.

I.5.1. Entidad federativa

Sonora

I.5.2. Municipio

Hermosillo, Sonora.

La totalidad de los componentes del **Proyecto** incluye 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 Hermosillo.

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

El **Proyecto** se desarrolla en un predio de propiedad privada ubicado en Camino a Mina Los Pilares s.n., Lista Blanca, Código Postal 83118, perteneciente al municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora.

El sitio del **Proyecto** se localiza aproximadamente a 14 kilómetros al Norte del Centro de la ciudad de Hermosillo. El acceso principal al sitio se realiza a través de un camino pavimentado Mina Los Pilares, el cual se conecta con el Boulevard José Alberto Healy Noriega y la Carretera Federal 15, Hermosillo – Santa Anna, 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**:

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

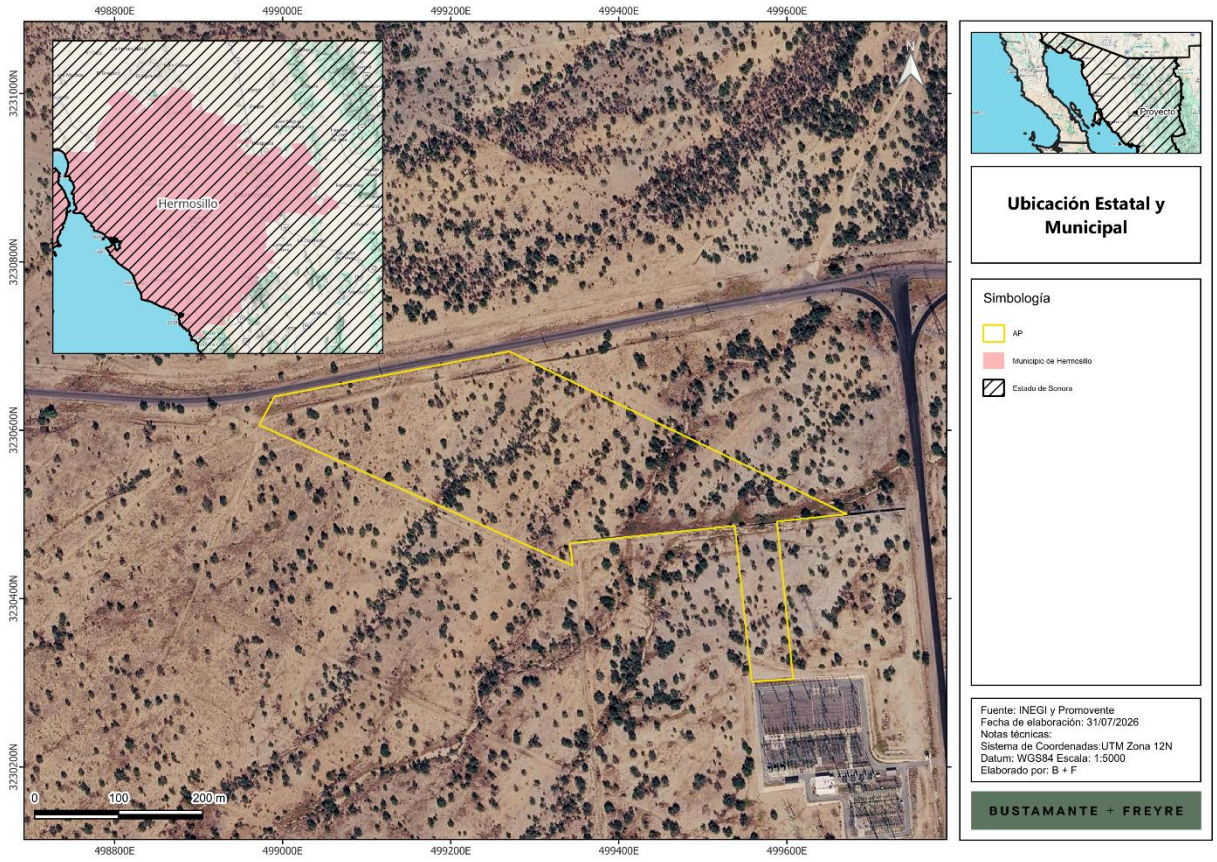
Vértice	UTM WGS-84 Zona 12	
	X	Y
1	499607.536	3230304.28
2	499558.167	3230301.29
3	499538.009	3230486.31
4	499341.826	3230465.96
5	499345.166	3230439.12

Vértice	UTM WGS-84 Zona 12	
	X	Y
6	498972.207	3230606.04
7	498990.216	3230639.94
8	499269.671	3230693.6
9	499671.633	3230500.17
10	499588.145	3230491.51

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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** “SAEE La Loma”



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

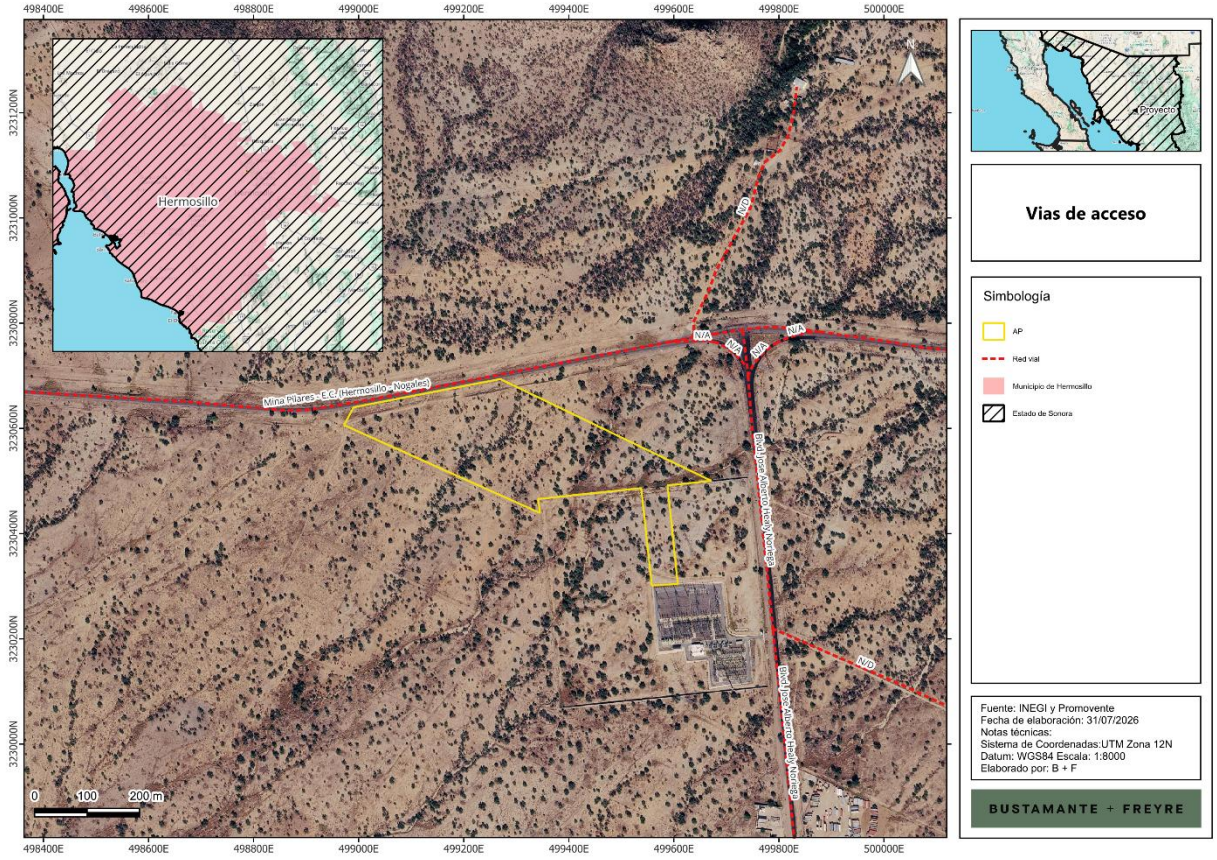


Tabla I.2. Información de ubicación del **Proyecto**.

Concepto	Descripción
Nombre del Proyecto	"SAEE La Loma"
Entidad federativa	Sonora
Municipio	Hermosillo
Localidad próxima	Fraccionamiento Real de Palmas Residencial, C.P. 83118 (2.5 km al Sur)
Cabecera próxima	Centro de Hermosillo (14 km al Sur)
Vía de acceso principal	Camino a Mina Los Pilares
Datum y zona UTM	WGS84, Zona 12 Norte
Superficie total del Proyecto	9.4113 ha

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Descripción
Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE La Loma, CFE Transmisión
Potencia neta de retiro e inyección en el POI	Hasta 160 MW
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 640 MWh

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

El **Proyecto** "SAEE La Loma" 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 160 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 640 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 828.48 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 160 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 La Loma, 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**).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

- **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 120 contenedores de baterías, tomando como referencia el sistema Sungrow Power Titan 3 ST6900UX-4H 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 120 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1800 kVA (integrada por cuatro módulos de 450 kVA), de fabricantes de primer nivel. En la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3, modelo ST6900UX-4H 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 30 estaciones de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 mas 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 la Loma. La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV y estará dimensionada para una potencia de proyecto de 160 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 236 m.
- **Subestación Elevadora:** Subestación con relación de transformación 34.5/230 kV, conformada por un transformador de potencia de hasta 180 MVA, equipos de protección, control, medición y maniobra en alta y media tensión, así como obras civiles asociadas.
- **Edificio de Control:** 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.
- **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 3.6475 ha del polígono 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 internos y de acceso:** Red de caminos de acceso e internos de hasta 6 m 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

caminos y plataformas se coordinará con el estudio de inundabilidad de modo que no se obstruyan los escurrimientos naturales.

- **Obras complementarias:** Cerco perimetral, sistema de drenaje pluvial, sistema de drenaje industrial, 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. Características generales y componentes principales del **Proyecto**

Componente	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Contenedores **SAEE**	1,772.3284	0.1772
Estaciones de transformación	443.0821	0.0443
Subestación elevadora (ST)	7,689.8361	0.7690
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	4,866.9623	0.4867
Línea de interconexión (DDV)	9,341.3674	0.9341
Caminos de acceso e internos	6,153.7751	0.6154

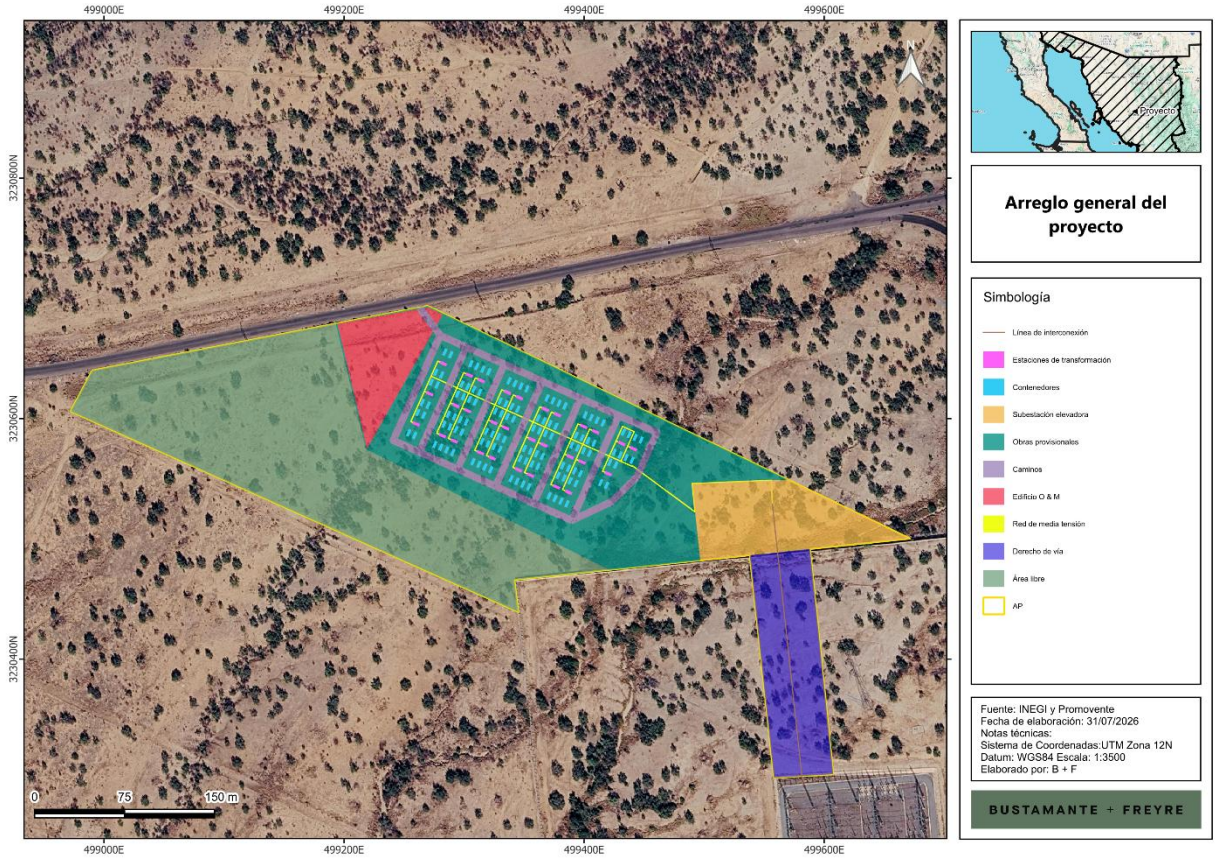
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Red de media tensión (subterránea) (MV)	1,174.7824	0.1175
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	26,196.3089	2.6196
Área libre para futuras adecuaciones	36,474.5048	3.6475
Superficie total del predio disponible	**94,112.9475**	**9.4113***

*cifra por redondeo de decimales, a ser utilizado como superficie de referencia en todo el documento.

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Permanente	Superficie (ha)	Temporal	Superficie (ha)	Sellamiento	Superficie total (ha)
Área libre	Mezquital xerófilo	Permanente	3.6475	--l	--	No	3.6475
Caminos	Mezquital xerófilo	Permanente	0.6154	--	--	No	0.6154
Contenedores SAEE	Mezquital xerófilo	Permanente	0.1772	--	--	Si	0.1772
Derecho de vía	Mezquital xerófilo	Permanente	0.9341	--	--	Si*	0.9341
Edificio O&M	Mezquital xerófilo	Permanente	0.4867	--	--	Si	0.4867
Estaciones de transformación	Mezquital xerófilo	Permanente	0.0443	--	--	Si	0.0443
Obras provisionales	Mezquital xerófilo	Permanente	2.6196	--	--	No	2.6196
Red de media tensión (subterránea)	Mezquital xerófilo	Permanente	0.1175	--	--	No	0.1175
Subestación elevadora	Mezquital xerófilo	Permanente	0.7690	--	--	Si	0.7690
Superficie total							**9.4113**

*El derecho de vía mantendrá la mayor parte de su superficie sin impermeabilización. El sellamiento será puntual y corresponderá principalmente a las cimentaciones de las estructuras de soporte de la línea de interconexión; su superficie se cuantificará cuando se disponga de las dimensiones definitivas de las cimentaciones.

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

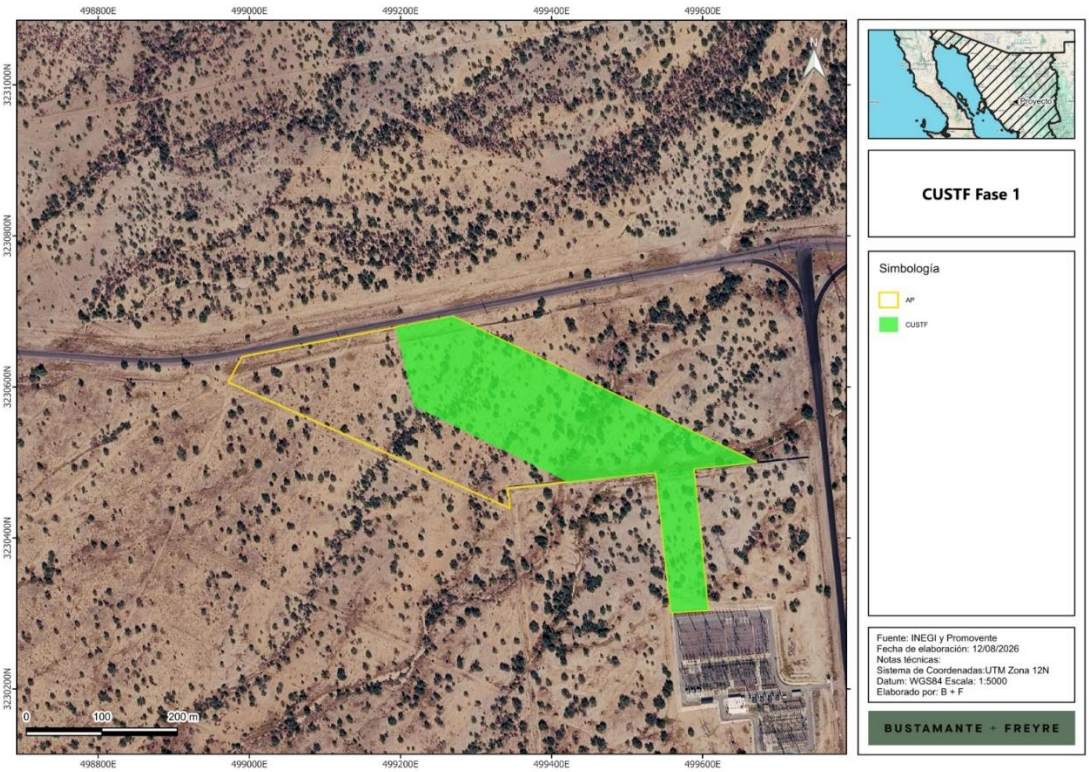
Primera Fase

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 5.7638 ha que 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
Caminos	0.6154	Mezquital xerófilo
Contenedores SAEE	0.1772	Mezquital xerófilo
Derecho de vía	0.9341	Mezquital xerófilo
Edificio O&M	0.4867	Mezquital xerófilo
Estaciones de transformación	0.0443	Mezquital xerófilo
Obras provisionales	2.6196	Mezquital xerófilo
Red de media tensión (subterránea)	0.1175	Mezquital xerófilo
Subestación elevadora	0.769	Mezquital xerófilo
Total	5.7638	

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

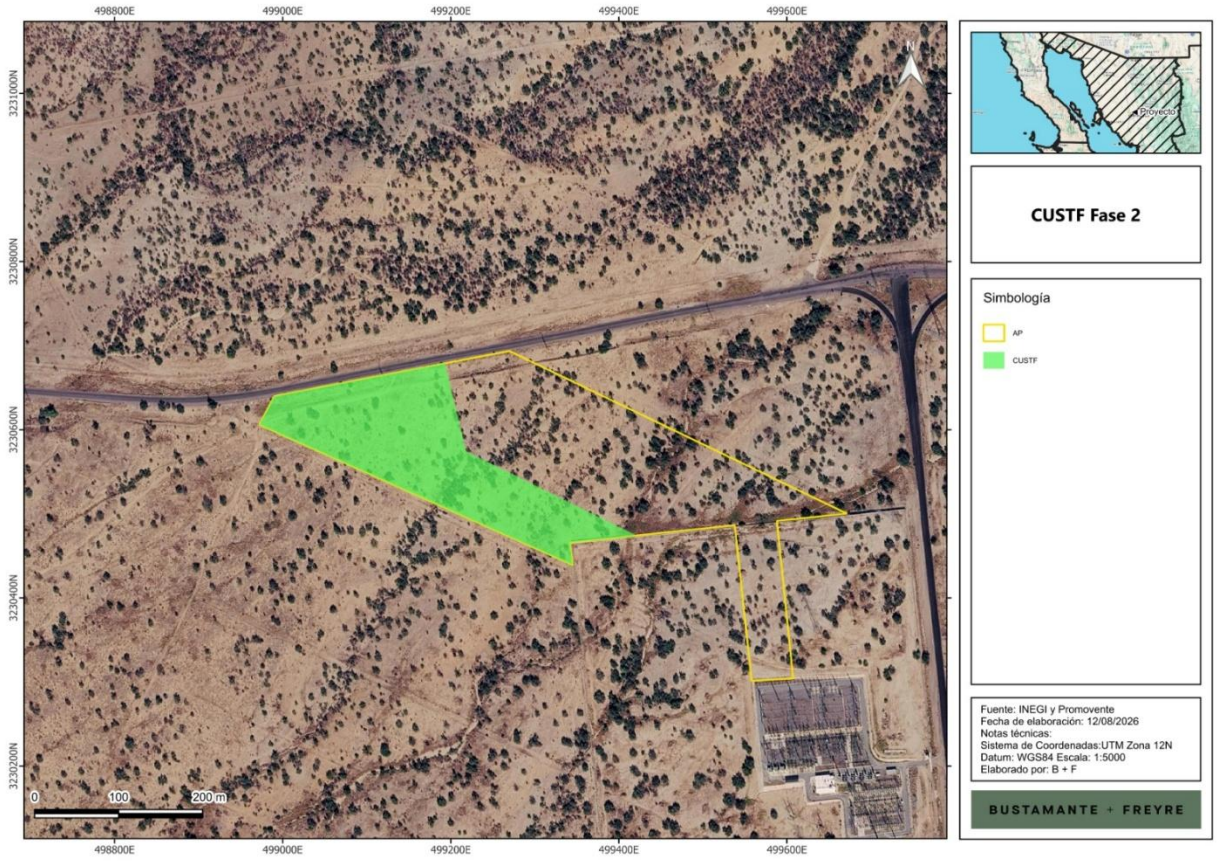
Segunda Fase

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 3.6475 ha del polígono, las cuales corresponden a vegetación de Mezquital xerófilo, por lo que requerirán **CUSTF.**

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

Obra y/o componente	Superficie por USV (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación
Área libre	3.6475	Mezquital xerófilo

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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).
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** "**SAEE La Loma**" requiere la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, encuadrándose en los siguientes supuestos del artículo 5 del Reglamento de la **LGEEPA** en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**):

Inciso K) Industria eléctrica:

Fracción IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW

El **Proyecto** contempla la construcción y operación de un Sistema Almacenamiento de Energía Eléctrica con energía neta de diseño en el POI de 640 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 **5.7638 ha de mezquital xerófilo** y, en una segunda fase, por una superficie de **3.6475 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 13 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 **117.3 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 117,300,000.00 (≈ MXN $2,043,366,000.00	USD 586,500.00 (≈ MXN $10,216,830.00) — 0.5% del costo de inversión del **Proyecto**	USD 117,886,500.00 (≈ MXN $2,053,582,830.00)

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 de 40 años, de acuerdo con la siguiente tabla:

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Duración
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.5**.

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.4**.

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de agua	~8,153 m³ totales	~329.47 m³ totales *
Emisiones de gases de efecto invernadero	338.04 t CO_2e totales	257.24 t CO_2e totales
Aprovechamiento de otros recursos naturales	Materiales pétreos para terracerías y rellenos (banco de material autorizado)	No aplica
Generación de residuos	Peligrosos: ~0.67–2.01 t totales	Peligrosos: < 0.73 t/año
	Manejo especial: ~11.78–25.14 t totales	Manejo especial: <1.43 t/año
	Sólidos urbanos: ~48.30–128.79 t totales	Sólidos urbanos: ~0.88–2.34 t/año
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	129.32 m³ de diésel + 3.36 m³ de gasolina totales	1.5 m³ de diésel + 1.2 m³ de gasolina por año
Personal requerido	Pico de ~258 trabajadores	8 trabajadores permanentes

Nota: Los valores corresponden a estimaciones preliminares.

* El sistema de almacenamiento cuenta con refrigeración líquida en circuito cerrado, por lo que no requiere un consumo continuo de agua de proceso. El volumen indicado considera el consumo de personal, la limpieza y las eventuales reposiciones.

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**	9.4113 ha	9.4113 ha
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Subestación Elevadora, SAEE, oficina O&M y caminos internos)	—	3.1442 ha
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas (Área de Faenas + Área libre).	—	6.2671 ha

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Superficie existente	Superficie por afectar
Superficie total de vegetación	9.4113 ha	5.7638 ha (sujeta a **CUSTF**) -Primera Fase
		3.6475 ha (sujeta a **CUSTF**) -Segunda Fase
Superficie de vegetación forestal total	9.4113 ha	5.7638 ha (sujeta a **CUSTF**) -Primera Fase
		3.6475 ha (sujeta a **CUSTF**) -Segunda Fase
Superficie por cada tipo de vegetación forestal:		
Tipo 1: Mezquital xerófilo	9.4113 ha	5.7638 ha-Primera Fase
		3.6475 ha-Segunda Fase
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	-----	0 ha (sin afectación a cuerpo de agua)
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	No aplica	0 ha (sin afectación a zona federal de **CONAGUA**)
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	No aplica	No aplica (**Proyecto** en zona continental)

La superficie total del predio destinada al desarrollo del **Proyecto** corresponde a **9.4113 ha**, ocupadas por vegetación de **Mezquital xerófilo** y consideradas, en su totalidad, sujetas a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**). La intervención se realizará de manera gradual, conforme a las dos fases previstas para el desarrollo del **Proyecto**.

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).
- Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental — SEMARNAT, versión digital vigente.
- 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

"SAEE LA LOMA"

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 DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

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 FEDERALES 5
II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 5
II.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). 6
II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 8
II. 2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 8
II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES) 19
II.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO 27
II.3.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo (PMDUH) 27
II.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN 32
II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 33
II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 34
II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) 35
II.5.1. NOM en materia de Aire. 35
II.5.2. NOM en materia de Ruido. 37
II.5.3. NOM en materia de Residuos. 37
II.5.4. NOM en materia de Flora y Fauna silvestre. 38
II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales. 38
II.5.6. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 38
II.6. Región y/o Comunidades Indígenas. 39
II.6.1. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 39
II.7. Conclusiones 42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Distribución de las Unidades Ambientales Biofísicas en el territorio mexicano. 11
Figura II. 1. UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la que incide el Proyecto. ..... **¡Error! Marcador no definido.**2
Figura II. 3. Ubicación del Proyecto en relación con el POETES. ..... **¡Error! Marcador no definido.**1
Figura II. 4. Ubicación del Proyecto en relación con el POETES. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura II. 5. Incidencia del proyecto en el PMDUH (zonificación primaria).. 29
Figura II. 6. Incidencia del proyecto en el PMDUH (zonificación secundaria). ..... **¡Error! Marcador no definido.**1
Figura II.7. Tabla de compatibilidad de uso de suelo. 32
Figura II.8. Simbología. 32
Figura II.9. Ubicación del Proyecto con respecto a las ANP’s. 34
Figura II.10. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC. 35
Figura II.11. Mapa de regiones indígenas de la CDI. 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación con la LGEEPA. 6
Tabla II.1. Vinculación con el REIA. 7
Tabla II.3. Tabla del POEGT para la UAB 104 13
Tabla II.4. Vinculación con estrategias aplicables del POEGT.. ..... **¡Error! Marcador no definido.**3
Tabla II.5. Lineamientos, CRES y estrategias aplicables a las UGAs ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla II.6. Vinculación del proyecto con los Lineamientos aplicables a las UGAs.**¡Error! Marcador no definido.**2
Tabla II.7. Vinculación del proyecto con los CRE aplicables a las UGAs.. 24
Tabla II.8. NOM en materia de aire aplicables al Proyecto. ..... **¡Error! Marcador no definido.**5
Tabla II.9. NOM en materia de ruido. 37
Tabla II.10. NOM en materia de residuos.. 37
Tabla II.11. NOM en materia de flora y fauna. 38
Tabla II.12. NOM en materia de aguas residuales. 38
Tabla II.13. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 39

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

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

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

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

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

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

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

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

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

II.1. Leyes y Reglamentos Federales

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

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

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

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

Tabla II.1. Vinculación con la LGEEPA

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: [...] II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica,	El **Proyecto** consiste la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de 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 160 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 640 MWh., ubicado en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora. En este sentido, la presentación de este **MIA-R** representa el cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto por la fracción II y VII de este artículo. Así también dentro de la presente **MIA-R** se establecen todas las medidas a implementar de prevención, mitigación y compensación con la

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas [...];	finalidad de reducir al mínimo los impactos generados por el **CUSTF**, mismas que se detallaran más adelante.
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **MIA-R**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, la **MIA-R** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.

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

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

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

Tabla II.1. Vinculación con el REIA

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas	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**.

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: […] II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, […].	
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; II. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular	En cumplimiento a los preceptos enunciados, a través de la elaboración y presentación de la presente **MIA-R** 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.
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;	

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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 **REIA,** se considera que el **Proyecto** no encuentra limitante alguna para su desarrollo. Lo anterior es así, ya que el desarrollo del mismo se ajustará a lo previsto en dicho ordenamiento.

II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico

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

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

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

Es importante recalcar que, por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Sin embargo, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su acuerdo de expedición, es de

observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la **APF** y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

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

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

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

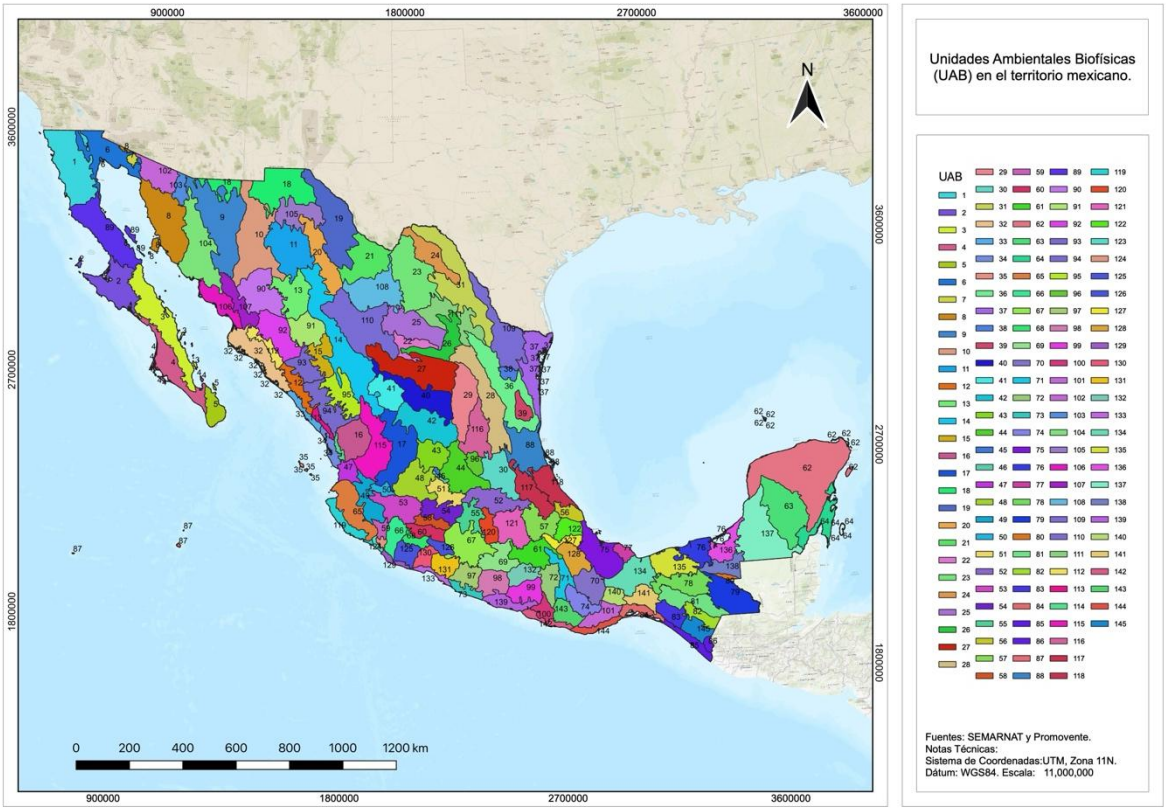
Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

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

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

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

Figura II.2. Distribución de las Unidades Ambientales Biofísicas en el territorio mexicano



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

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

Lineamientos ecológicos.

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

Estrategias ecológicas.

Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al

territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**. En este sentido se definieron tres grandes grupos de estrategias:

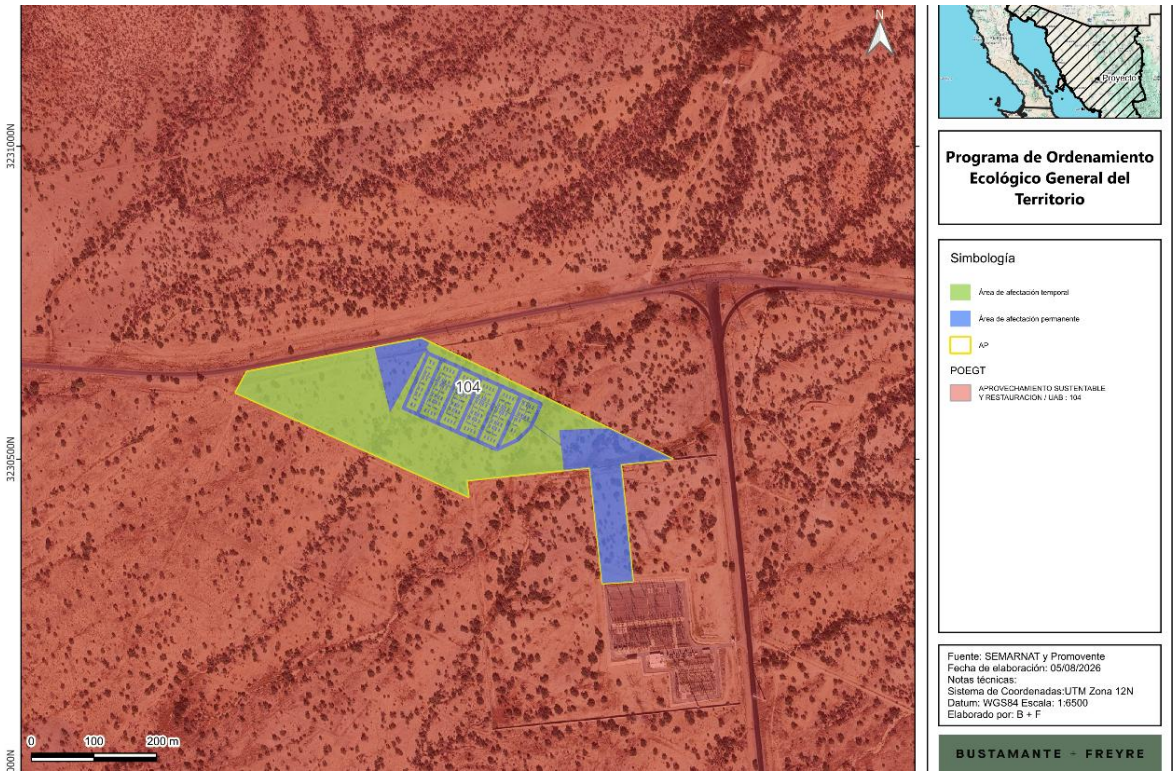
1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,

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

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

De conformidad con la regionalización ecológica establecida en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en la Región Ecológica número 15.32, y en la **UAB**: (i) Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales; tras haber realizado la compatibilidad del **Proyecto** se concluye que este incide en la **UAB 104**: “Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales”, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura II.3. UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la que incide el Proyecto



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

Tabla II.3. Tabla del POEGT para la UAB 104.

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
15.32	104	Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería Minería	Forestal	Agricultura Pueblos Indígenas	Aprovechamiento sustentable y Restauración	Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 33, 36, 37, 42, 43, 44

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son aprovechamiento sustentable y restauración, las cuales son claramente impulsoras del desarrollo de proyectos.

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

Tabla II.4. Vinculación con estrategias aplicables del POEGT

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Dirigidas a la Preservación	
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	En la presente **MIA-R** se establecen las acciones que el promovente realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como para la preservación de especies y para el conocimiento y monitoreo de los ecosistemas, entre las que se encuentran: • Delimitar las áreas autorizadas, zonas de restricción y frentes de trabajo antes del inicio de actividades. • Realizar recorridos de prospección, identificación, marcaje y registro de individuos susceptibles de rescate. • Rescatar ejemplares prioritarios, especies bajo protección, de lento crecimiento, difícil regeneración o importancia ecológica. • Ejecutar la extracción con técnicas que reduzcan daño al sistema radical y conserven el mayor sustrato posible. • Trasladar y reubicar los ejemplares en sitios o áreas de acopio temporal con condiciones adecuadas. • Mantener viveros o áreas de acopio temporal con sombra, drenaje, riego, protección y espacio suficiente.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Aplicar riego, deshierbe, poda sanitaria, control fitosanitario y protección física a los ejemplares reubicados. • Monitorear supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria y necesidades de mantenimiento. • Implementar acciones correctivas y reposición de ejemplares cuando la supervivencia sea inferior a la meta establecida. • Delimitar los frentes de trabajo y verificar su liberación ambiental antes del ingreso de maquinaria. • Realizar recorridos de ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes del desmonte, despalme o movimiento de tierras. • Priorizar el rescate de fauna de lento desplazamiento, crías, individuos heridos o ejemplares que no puedan desplazarse. • Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada. • Liberar los ejemplares rescatados en sitios con condiciones de hábitat compatibles y previamente validados. • Mantener acompañamiento ambiental durante actividades de mayor riesgo para fauna silvestre. • Capacitar al personal sobre protección de fauna, reporte de ejemplares y prohibición de captura o manipulación no autorizada. • Atender, documentar y canalizar a instancias especializadas los ejemplares lesionados o que requieran atención veterinaria. • Definir, delimitar y georreferenciar el área de reforestación compensatoria, garantizando una relación mínima 1:1. • Seleccionar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio de reforestación. • Adquirir o producir planta de calidad, con procedencia local o regional compatible y condición fitosanitaria favorable. • Preparar el terreno, abrir cepas y establecer la plantación durante condiciones de humedad favorables.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Aplicar riego inicial y riegos auxiliares cuando las condiciones de establecimiento lo requieran. • Instalar tutores, protectores, cercado o señalización cuando exista riesgo por fauna, ganado, tránsito o vandalismo. • Realizar deshierbe, control de competencia, poda sanitaria y control fitosanitario. • Reponer individuos muertos o con deterioro irreversible, preferentemente durante temporada de lluvias. • Monitorear supervivencia, condición fitosanitaria, crecimiento y cumplimiento de la superficie reforestada. • Aplicar buenas prácticas para prevenir, reducir, reutilizar, reciclar y valorizar residuos. • Instalar contenedores diferenciados, con tapa, señalización y capacidad suficiente en todos los frentes de trabajo. • Realizar inspecciones de orden y limpieza, así como recolección de residuos dispersos. • Habilitar áreas de acopio temporal delimitadas, señalizadas y alejadas de zonas sensibles. • Segregar y entregar RSU, RME y materiales reciclables a servicios o gestores autorizados. • Mantener puntos limpios o áreas impermeabilizadas para lavado de herramientas, equipos y manejo de concreto. • 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. • Mantener un inventario actualizado de baterías, módulos, racks y componentes asociados al SAEE.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Segregar y resguardar las baterías fuera de servicio en áreas señalizadas, protegidas y de acceso restringido. • Evaluar y clasificar las baterías retiradas conforme a su condición, composición y características de peligrosidad. • Aislar baterías dañadas, con fuga, deformación, sobrecalentamiento o exposición a agua. • Entregar baterías y componentes a gestores especializados y conservar manifiestos o certificados de destino final. • Impartir inducción ambiental al personal de nuevo ingreso antes del inicio de actividades. • Realizar capacitaciones periódicas sobre flora, fauna, residuos, derrames, límites autorizados y buenas prácticas ambientales. • Capacitar a operadores y personal de mantenimiento en prevención de derrames, inspección de equipos y manejo de residuos peligrosos. • Instalar y mantener señalización sobre áreas autorizadas, protección de flora y fauna, residuos, velocidad y prohibiciones. • Realizar reinducción o capacitación correctiva después de incidentes, incumplimientos o desviaciones ambientales. • 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.

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

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
8. Valoración de los servicios ambientales.	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.
C) Dirigidas a la Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El **POEGT** es de aplicación de la **APF**, sin embargo, el **Proyecto** coadyuvará en el cumplimiento de esta estrategia por medio de la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, entre las que se encuentran: Lo anterior, en el sentido que, el **Proyecto** contempla la implementación de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación para los posibles impactos que se puedan generar dentro de las diferentes etapas, en los componentes ambientales presentes en la zona, con lo cual se garantiza la continuidad y calidad de los procesos ambientales que se desarrollan en la región.
D) Dirigidas a la Restauración.	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Conforme a lo indicado en la presente **MIA-R**, el **Proyecto** requerirá de la realización de actividades de **CUSTF**, situación por la cual se ha definido una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación enfocadas a garantizar la continuidad de los servicios ambientales en la zona. Dentro de dichas medidas se destacan: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora; • Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; • Programa de reforestación; • Programa de Manejo Integral de residuos; • Programa de Gestión de baterías del SAEE; • Programa de capacitación y educación ambiental; • Programa de Conservación de Suelos;

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Programa de Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo. 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) Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	
15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades del sector minero, por lo que no le resultan aplicables.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana.	
E) Desarrollo Social	
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Esta estrategia, está enfocada a la **APF,** no obstante, lo anterior, se debe de señalar que el **Proyecto** conllevará beneficios económicos y sociales en la región, por medio de la generación de empleos (directos e indirectos) y el almacenamiento de energía por medio de una fuente renovable.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El **Proyecto** no contempla actividades que se vinculen con esta estrategia.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Estas estrategias no son aplicables, puesto que están dirigidas a la **APF**.

Con base en lo anterior, se prevé para la región **15.3 (UAB 104)** el grupo de estrategias: I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, valorizando los servicios ambientales que brindan, las del Grupo II

Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana y las del Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Por lo que, a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es evidente que existen estrategias que impulsan el desarrollo del **Proyecto** dentro de la zona en la que se pretende realizar, y por lo tanto se estima que es compatible con las políticas y estrategias del **POEGT**. Como resultado del análisis realizado al presente instrumento de política ambiental, se identificó que las estrategias ecológicas analizadas no establecen contradicción o limitación legal alguna para el desarrollo del **Proyecto**.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES)

El **POETES** se publicó en el Boletín Oficial, Órgano de Difusión del Gobierno del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015, entró en vigor al día siguiente de su publicación y, conforme al Artículo Segundo Transitorio, dicho Decreto abrogó aquel que Aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora, publicado el 20 de agosto de 2009.

El **POETES** considera que el potencial económico puede expandirse a partir de la base de los recursos naturales estatales, así como establecer una estrategia de desarrollo sustentable para el beneficio de los habitantes del estado, y los acuerdos necesarios para su implementación entre los sectores económicos. Este Programa representa una alternativa para planificar el desarrollo sustentable del estado a través de una propuesta de ocupación del suelo y el establecimiento de protocolos de comunicación y toma de decisiones en caso de conflictos.

Se estructura a partir de (1) introducción; (2) Modelo de Ordenamiento Ecológico; (3) Plan de Acción; (4) Integración del Modelo de Ordenamiento y Lineamientos Ecológicos; y (5) Anexos.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico parte del análisis de aptitud que involucra la selección de alternativas de uso del territorio entre los que se incluyen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de ecosistemas y la biodiversidad, a partir de los atributos ambientales en el área de estudio.

La zonificación se obtuvo a través de los Sistemas de Topoformas, considerando los atributos de los análisis de aptitud, y los conflictos posibles. Posteriormente fue modificada tomando en cuenta los polígonos de las áreas protegidas federales que tenían un plan de manejo y conservación, a saber: Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, la Reserva de la Biósfera Pinacate y Gran Desierto de Altar, y el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos y Rio Cuchujaqui.

Este ejercicio dio como resultado de generación de 25 Unidades de Gestión Ambiental (**UGA**). En la especie, el **Proyecto** incide en las **UGAs 100-0/03 Sierra Baja y 500-0/01 Llanura Aluvial,** las cuales se describen a continuación:

100-0/03 SIERRA BAJA

Esta unidad es la tercera más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses, y en menor medida en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen

pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son extremosos.

Entre los elementos biológicos predominan los ecosistemas desérticos; para lo cual se hace una propuesta para la Protección de Sirio en las sierras al sur de Puerto Libertad. Las sierras bajas de la Subprovincia 12 Pie de la Sierra también están asociadas con Bosques secos; de hecho parte del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui pertenece a esta **UGA**.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente, especialmente en las formaciones montañosas de la Megacisalla Sonora Mohave) y en las cercanías a Hermosillo para no metálicos (cemento, calhidra y otros). Entre otras actividades se tiene el turismo especializado (inmobiliario) en las sierras aledañas a la costa, entre El Desemboque y Guaymas y el turismo alternativo de aventura y cultural con las civilizaciones áridas, como To’hono (Pápago), Conka’ac (Seri) y Yoheme (Yaqui y Mayo). Las especies cinegéticas más importantes son cimarrón en las sierras del noroeste del estado, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes y la actividad forestal no maderable.

Los posibles conflictos en esta **UGA** están relacionados con la minería, probablemente la actividad productiva más rentable en esta **UGA**. La ganadería extensiva, aunque no es recomendable, existe en el área y también es fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y desérticos.

500-0/01 LLANURA ALUVIAL

Una Llanura es un “área sin elevaciones o depresiones prominentes” (INEGI 2000). Existen muchas variaciones de la llanura, pero la llanura aluvial es la más extensa de todas las **UGAs** y que se conformó con “material fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua” (INEGI 2000). La superficie es 4’872,068 ha y se encuentra totalmente en la Provincia II Llanuras Sonorenses, en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses y parece una matriz en la subprovincia ya que son rellenos. Los terrenos tienen pendientes moderadas, generalmente con suelos profundos o medianos, en altitud menor de 600 msnm y los climas son secos y calientes.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas desérticos. En esta **UGA** se tienen varias propuestas para la protección de este tipo de ecosistemas sobre todo en la zona cercana a Puerto Libertad.

Esta **UGA** tiene varias áreas con aptitud minera alta, pero también tiene otras opciones. Aquí se encuentra el área con Algacultura en un área cercana a Puerto Libertad. Otra opción para esta **UGA** es la cacería. Las especies cinegéticas más importantes son venado bura, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes. La actividad forestal no maderable también es importante, sobre todo la que depende de los mezquitales, que son abundantes. El turismo alternativo cultural es otra opción debido a la cercanía a sitios con aptitud turística tradicional e inmobiliaria además de la presencia de grupos culturales como To’hono (Pápagos) y Cumka’ac (Seris).

Las posibles áreas de conflicto son aquellas relacionadas con actividades que modifican el ambiente como serían la minería a cielo abierto o la construcción de infraestructura hotelera. Como se mencionó, en esta **UGA** existen varias operaciones mineras activas, sobre todo de oro a lo largo de la Megacizalla Sonora-Mohave, pero también no metálicos en la cercanía a Hermosillo y en la franja de carbón y barita en el eje Hermosillo-Sahuaripa y Hermosillo-Yécora.

Para la región del municipio de empalme, se incorpora las aptitudes: industrial, portuaria y energética, además del aprovechamiento cinegético de mamíferos.

La incidencia del **Proyecto** en las **UGAs** antes descritas, se presenta a continuación:

Figura II.3. Ubicación del **Proyecto** en relación con el POETES



A estas **UGAs** corresponden los lineamientos ecológicos, Criterios de Regulación Ecológica (**CRE**) y estrategias ecológicas que se señalan a continuación:

Tabla II.5. Lineamientos, CRES y estrategias aplicables a las UGAs.

UGA	APTITUD	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	ESTRATEGIA ECOLÓGICA
100-0/03	C2 C4 C5 C6 D1 D4 F2 M T1 T3	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo aventura	CRE-07; CRE-08; CRE-17; CRE-18; CRE-19; CRE-20; CRE-24; CRE-28; CRE-29; CRE-30; CRE-31; CRE-06; CRE-25; CRE-17.	CX; D1, D4; F2; M; T1, T3
500-0/01	A1 C2 C5 C6 D4 F2	Aprovechamiento sustentable de la algacultura; cacería de	CRE-01; CRE-06; CRE-08; CRE-17; CRE-18; CRE-19.	A2; C1

UGA	APTITUD	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	ESTRATEGIA ECOLÓGICA
	M T3	especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable, minería y turismo alternativo de aventura		

En ese sentido, el **POETES** establece que el Modelo de Ordenamiento Ecológico debe de estar acompañado por los Lineamientos Ecológicos, que son las metas a obtenerse aplicando criterios de Regulación Ecológica y Estrategias Ecológicas para cada una de las **UGAs**. En ese sentido, a continuación, se señalan los Lineamientos, Estrategias y **CRE** aplicables a cada **UGA**, con la vinculación correspondiente al proyecto que nos ocupa.

Tabla II.6. Vinculación del proyecto con los Lineamientos aplicables a las UGAs

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
100-0/03	CX. Fomentar el manejo adaptativo del aprovechamiento de cada especie de interés cinegético basado en el entendimiento del aprovechamiento actual, el conocimiento de su biología, sus parámetros poblacionales, los objetivos y las metas poblacionales regionalmente y su interrelación con los factores ambientales.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** en virtud de que se trata de un **SAEE**, que no se relaciona en forma alguna con actividades cinegéticas o aprovechamiento de especies.
	D1. Conservar efectivamente de un tramo de 34 km de ecosistemas dulceacuícolas para la preservación de las especies de flora y fauna asociadas a estos ecosistemas, incluyendo la protección de 15 especies nativas de peces amenazados y en peligro de extinción para el 2030.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** en virtud de que se desarrolla en o aledaño a un ecosistema dulceacuícola. No obstante, en cuanto a la protección de flora y fauna, el **Proyecto** considera la implementación de un Programa de rescate y reubicación de Flora silvestre, así como un Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna silvestre.
	D4. Conservación de 1'821,545 ha de ecosistema de desierto para la protección de las especies de flora y fauna asociadas a este ecosistema, así como la protección de 12 especies de mamíferos y reptiles nativos del desierto sonorense para el 2030.	En apego a este lineamiento, el **Proyecto** considera la implementación de un Programa de rescate y reubicación de Flora silvestre, así como un Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna silvestre respecto de las especies de flora y fauna identificadas en el **AP**, **AI** y **RE.**
	F2. Fomentar el aprovechamiento sustentable de las poblaciones de mezquite utilizadas para la elaboración de leña y carbón para asegurar su producción sustentable para el 2030.	El **Proyecto** no considera actividades de aprovechamiento de flora, máxime que en el **AP** no se identificó alguna especie de mezquite.
	M1.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** pues no se relaciona con actividades de minería.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Mejorar y crear nuevas normas que faciliten la operación minera y que eviten los impactos negativos en la conservación del medio ambiente, para 2017.	
	M2. Fomentar el desarrollo empresarial de los pequeños mineros para lograr su identificación y el desarrollo de programas enfocados a que cumplan con la normatividad ambiental, para 2017.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** pues no se relaciona con actividades de minería.
	T1. Mejoramiento de los estándares de construcción e imagen urbana en los sitios aptos para turismo tradicional e inmobiliario para el 2030.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** pues no se relaciona con actividades turísticas.
	T3. Incrementar la contribución del sector en un 15% del Producto Interno Bruto Estatal a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y culturales del estado para el 2030.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** pues se estima dirigido a la administración pública.
500-0/01	A2. Mejoramiento de 22,000 ha de granjas camaronícolas para el 2030.	Este lineamiento no es aplicable al **Proyecto** pues no se relaciona con actividades de productivas de tipo acuícola.

Tabla II.7. Vinculación del proyecto con los CRE aplicables a las UGAs.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
100-0/03	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo aventura	CRE-07. Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos.	Este **CRE** se estima dirigido a la administración pública. No obstante, el **Proyecto** considera la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos.
		CRE-08. Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	El **Proyecto** implementará el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
		CRE-17. Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad.	Este **CRE** no el aplicable al **Proyecto,** toda vez que no implica actividades agrícolas.
		CRE-18. Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos.	Este **CRE** no el aplicable al **Proyecto,** toda vez que no implica actividades agrícolas.
		CRE-19. Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	Este **CRE** no el aplicable al **Proyecto,** toda vez que no implica actividades cinegéticas.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		CRE-20. Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos.	Este **CRE** no el aplicable al **Proyecto,** toda vez que no implica actividades cinegéticas.
		CRE-24. Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	Para el **Proyecto** se prevé que el despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal. Además, se prevé la implementación de un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
		CRE-28. Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	Se prevé la implementación de un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
		CRE-29. Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	Se prevé la implementación de un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		CRE-30. Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo.	Este **CRE** no es aplicable al **Proyecto**, ya que este es un SAEE que no considera el uso o aprovechamiento del chiltepín.
		CRE-31. Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	Para este **Proyecto** se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
		CRE-06. Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso el suelo.	Respecto de este **CRE**, se manifiesta que el Promovente tramitará la solicitud de autorización de **CUSTF** a través del **ETJ** correspondiente, en donde se presentarán las medidas adecuadas para compensar cualquier afectación presente. Además, se implementará un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
		CRE-25. Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	El **Proyecto** implementará el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
500-0/01	Aprovechamiento sustentable de la algacultura; cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable,	CRE-01. Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de humedales por cambios de uso del suelo.	Respecto de este **CRE**, aun cuando el Proyecto no se desarrollará en terrenos de humedales, se manifiesta que el Promovente tramitará la solicitud de autorización de **CUSTF** a través del **ETJ** correspondiente, en donde se presentarán las medidas adecuadas para compensar cualquier afectación presente.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	minería y turismo alternativo de aventura		Además, se implementará un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
		CRE-06. Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo.	Respecto de este **CRE**, se manifiesta que el Promovente tramitará la solicitud de autorización de **CUSTF** a través del **ETJ** correspondiente, en donde se presentarán las medidas adecuadas para compensar cualquier afectación presente. Además, se implementará un Programa de restauración y reforestación con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
		CRE-08. Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	El proyecto no implica actividades de remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas; sin embargo, se implementará el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
		CRE-17. Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad.	Este **CRE** no es aplicable al **Proyecto** porque no considera actividades de tipo agrícola.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		CRE-18. Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos.	Este **CRE** no es aplicable al **Proyecto** porque no considera actividades de tipo agrícola.
		CRE-19. Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	Este **CRE** no es aplicable al **Proyecto** porque no considera actividades de tipo cinegético.

De la vinculación anterior se desprende que el **Proyecto** es compatible con el ordenamiento ecológico estatal.

II.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano

II.3.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo (PMDUH)

Este ordenamiento que data del 2023, funge como el instrumento rector del ordenamiento territorial armonizado con las leyes vigentes que ordene el territorio municipal en su totalidad y que norme tanto a las áreas urbanas y los sistemas rurales, como un continuo. En esa tesitura, el PMDUH tiene como objetivo Elaborar un instrumento de planeación urbana a escala municipal a fin de establecer el sistema de centros de población y su zonificación primaria y secundaria, así como las estrategias y acciones necesarias para impulsar la prosperidad urbana, calidad de vida y competitividad, atendiendo los principios de derechos humanos, perspectiva de género, derecho a la ciudad y participación ciudadana, además, de los principios de política pública establecidos en la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Estrategias

Para el desarrollo, ejecución de los proyectos y acciones contenidas en el **PMDU**, se establecieron cuatro estrategias transversales. Estas estrategias serán consideradas en la ejecución de la totalidad de acciones, con el fin de contribuir a la solución de los temas prioritarios que se presentan en el municipio. Además, deberán integrarse en el diseño, ejecución o planeación de las acciones, previendo la suficiencia presupuestaria y el dimensionamiento del impacto y contribución de las mismas en el ejercicio de los derechos humanos fundamentales.

En ese sentido, el PMDUH establece objetivos generales, objetivos estratégicos, metas y estrategias transversales y temáticas.

Objetivos

1. Ordenamiento territorial, planeación y normatividad urbana.
2. Conectividad y movilidad sostenible e incluyente.
3. Sostenibilidad y uso eficiente de los recursos.
4. Habitabilidad, competitividad y calidad de vida.
5. Desarrollo personal, comunitario y cultural.

Estrategias transversales

6. Gestión integral del riesgo de desastres y resiliencia.
7. Mitigación y adaptación al cambio climático.
8. Conservación medio ambiental activa.
9. Equidad de género e inclusión social.

En cuanto al **Proyecto** que nos ocupa, la estrategia 2. Mitigación y adaptación al cambio climático, plantea incorporar acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. En cuanto a mitigación, se priorizará aquellas que permitan la disminución de la generación de gases de efecto invernadero y contaminantes a criterio, través de un manejo sostenible del gasto energético y el cambio de hábitos de consumo de las y los hermosillenses. Asimismo, en cuanto a adaptación, se impulsarán acciones que mejoren el manejo de agua, el aumento de espacios verdes que mejoren el confort térmico, y la resiliencia ante eventos meteorológicos.

En cuanto a las estrategias temáticas, a continuación, se mencionan aquellas relacionadas con el desarrollo del **SAEE La Loma.**

- **Planeación y ordenamiento territorial eficiente.** Ordenar y regular el territorio, y mejorar las condiciones de vida a través de los instrumentos de planeación urbana específicos y estratégicos de los centros de población y los macrobarrios rurales.
- **Atención al cambio climático.** Entre las principales medidas se encuentran la priorización del uso de medios de transporte sostenibles, la promoción e implantación de sistemas distribuidos de producción de energía renovable en hogares y negocios, la promoción de la eficiencia energética en los hogares y oficinas públicas, la implementación de programas de forestación, la digitalización de procedimientos gubernamentales, entre otras.

Ahora bien, la zonificación es la determinación de áreas que integran y delimitan un territorio; sus aprovechamientos predominantes y los usos, reservas y destinos de suelo; así como la delimitación de las áreas de crecimiento, conservación, consolidación y mejoramiento. La zonificación se divide en zonificación primaria y zonificación secundaria, las cuales según las **LGAHOTDU** se definen como:

• La zonificación primaria: la determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población; comprendiendo las Áreas Urbanizadas y Áreas Urbanizables, incluyendo las reservas de crecimiento, las áreas no urbanizables y las áreas naturales protegidas, así como la red de vialidades primarias.

• La zonificación secundaria: la determinación de los usos de suelo en un espacio edificable y no edificable, así como la definición de destinos específicos.

La zonificación primaria constituye un instrumento importante para las tareas de planeación e impone condiciones de utilización a la propiedad privada constituyendo disposiciones legales, las cuales se expresan gráficamente a través de plano de zonificación primaria.

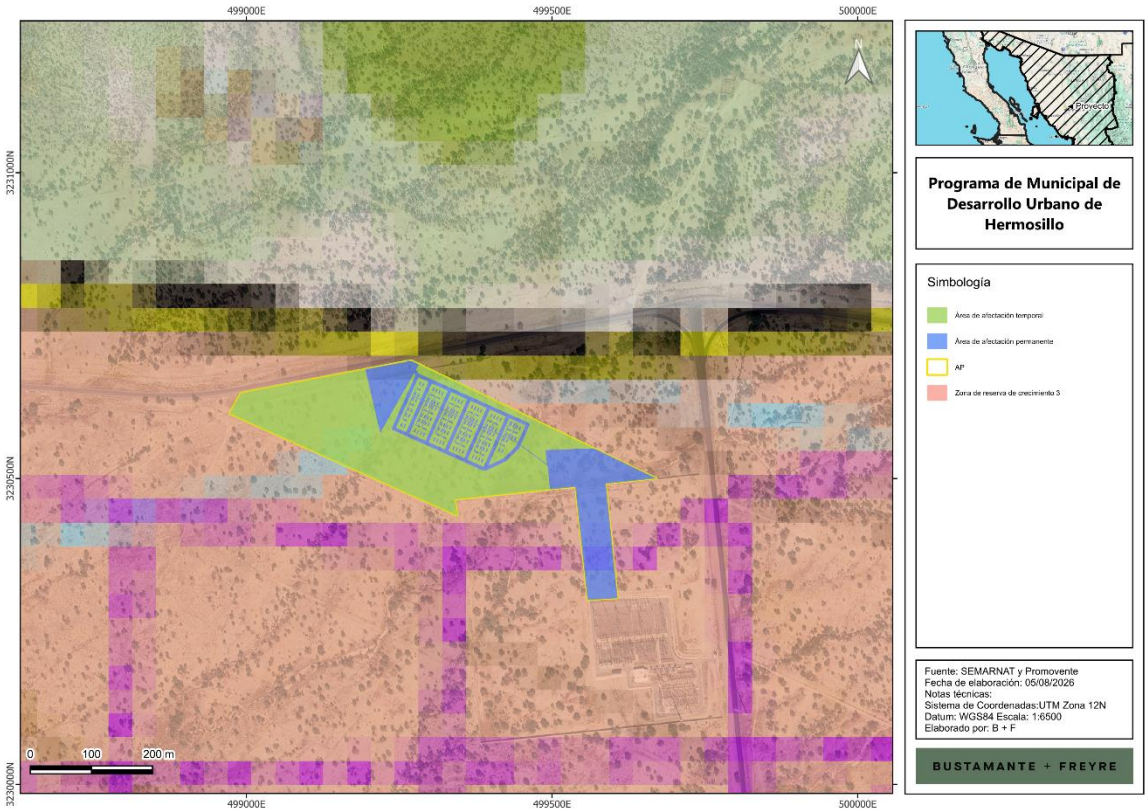
Área urbanizada: Territorio ocupado por los asentamientos humanos con redes de infraestructura, equipamientos, servicios y edificaciones.

Área urbanizable: Territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada del centro de población determinado en los programas de desarrollo urbano, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su crecimiento.

Área no urbanizable: Son las áreas naturales protegidas; distritos de riego; zonas de recarga de mantos acuíferos, tierras de alto rendimiento agrícola, pecuario o forestal, derechos de vía; zonas arqueológicas y demás bienes del patrimonio histórico, artístico y cultural, los terrenos inundables y las que tengan alto riesgo que no sea mitigable, y se encuentran señalados como tales en los Atlas de Riesgo, zonas con pendientes altas, así como las demás definan en el programa de desarrollo urbano respectivo como área rural que no deban ser urbanizadas.

En ese sentido, a continuación, se presenta la incidencia en la zonificación primaria:

Figura II.5 Incidencia del proyecto en el PMDUH (zonificación primaria)



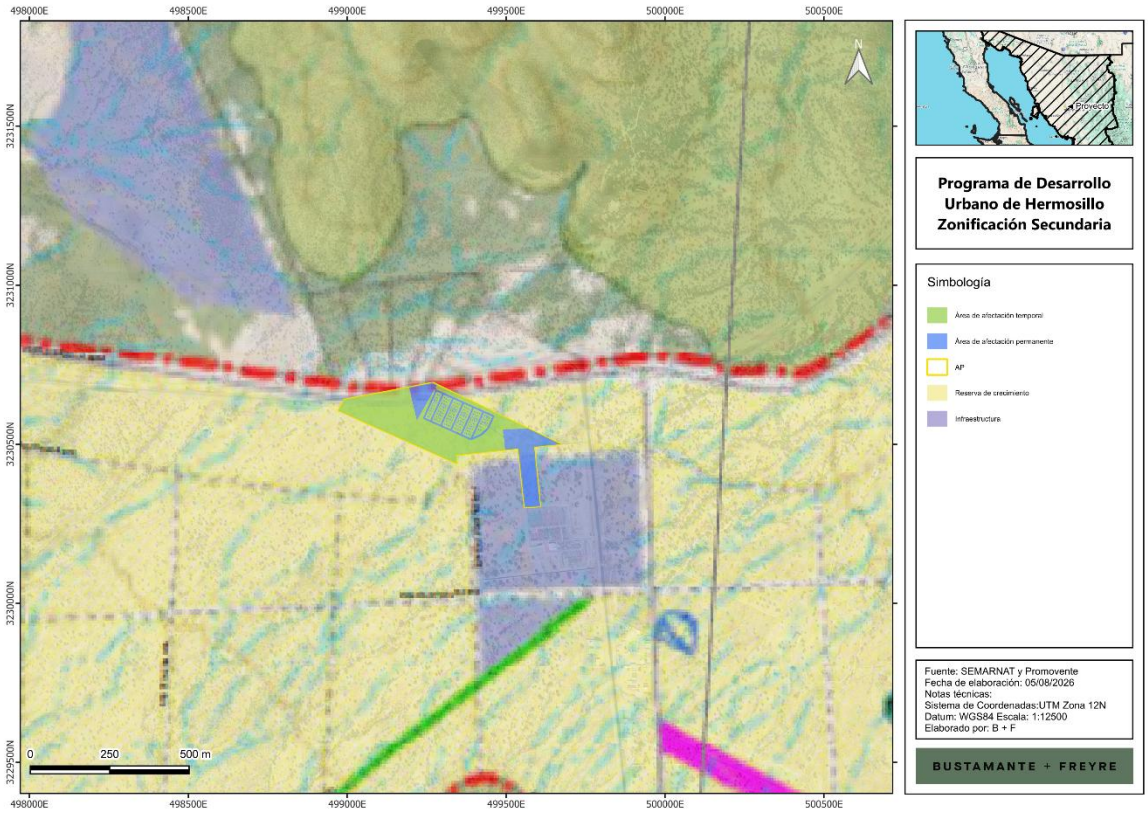
Como se puede observar, el polígono incide completamente en el área identificada como Zona de reserva de crecimiento 3 que representa las áreas de crecimiento necesarias posterior al año 2050, va de la ZRC2 hasta el límite de crecimiento. Para que estas zonas puedan urbanizarse la ZRC2 del sector contiguo, correspondiente, deberá de estar urbanizada en un mínimo al 80% de su superficie; de no ser así, se podrá solicitar las autorizaciones y permisos de desarrollo inmobiliario, conforme a

los requisitos aplicables y cubriendo una contribución especial por potencial de crecimiento anticipado, adicional, equivalente al 50% del derecho que corresponda por licencia de urbanización.

Ahora bien, respecto de la zonificación secundaria esta se aplicará a los centros de población para determinar los usos, reservas y destinos de suelo en las áreas urbanas. La zonificación secundaria se aplica con un enfoque de usos mixtos que permite la mezcla de actividades compatibles, para permitir a la ciudadanía a desarrollar una vida donde sus viviendas, centros de trabajo, comercio y recreación estén a una distancia próxima, de manera que los empleos y los equipamientos sociales se localicen dónde radica la gente, promoviendo comunidades activas y sustentables que fomenten el fortalecimiento del tejido social.

En ese sentido, a continuación, se presenta la incidencia del **Proyecto** en la zonificación secundaria del **PMDUH**.

Figura II.6 Incidencia del proyecto en el PMDUH (zonificación secundaria)



De la figura anterior, se observa que el **Proyecto** incide en zonas identificadas como Reserva de Crecimiento e infraestructura.

Las Reservas de crecimiento (**RC**): Son las zonas urbanizables ubicadas dentro del límite de crecimiento definidas para la expansión del área urbana, que incluye las zonas urbanizables establecidas en la zonificación primaria y los baldíos intraurbanos mayores a 2500 m² ubicados dentro de la zona urbanizada En las reservas de crecimiento se buscará la mezcla compatible de

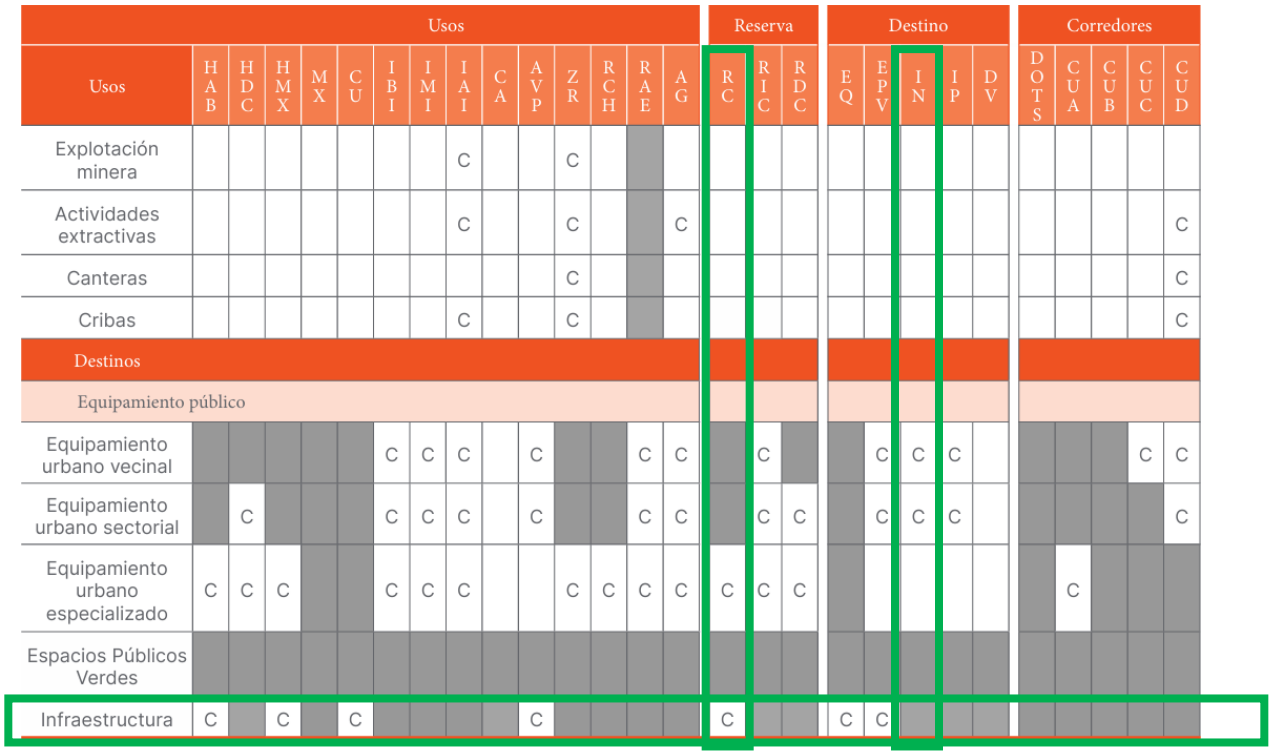
usos de suelo, incluyendo los usos habitacionales, comerciales y centros de trabajo, siempre y cuando éstos no amenacen la seguridad, salud e integridad de las personas o se rebase la capacidad de los servicios de agua, drenaje y electricidad o la movilidad.

Infraestructura (**IN**): Son áreas o predios destinados para albergar infraestructura esencial del centro de población considerados derechos de sitio. Tal como: presas, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras**, subestaciones eléctricas, plantas de generación de energía**, plantas de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, almacenamiento de material peligroso, explosivo o bioinfeccioso. Así como aeropuertos, estaciones de ferrocarril y centrales de autobuses.

Finalmente, el **PMDUH** establece diversas clasificaciones de uso y destinos de suelo, como habitacional, comercial, servicios, entre otros, en los que se incluyen el uso de infraestructura definido como las áreas o terrenos destinados para albergar infraestructura estratégica como: infraestructura pluvial, potabilizadoras, tanques de suministros de agua, plantas de tratamiento de aguas negras, rellenos sanitarios. En ese sentido, sí bien el almacenamiento de energía eléctrica no está expresamente mencionado en esa definición, sí puede entenderse como infraestructura estratégica toda vez que 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.

Derivado de lo anterior, a continuación, se presenta un extracto de la Tabla de compatibilidad de usos de suelo del **PMDUH.**

Figura II.7. Tabla de compatibilidad de uso de suelo



Fuente: IMPLAN, PMDUH

Figura II.8. Simbología

	Uso compatible
C	Uso condicionado
	Uso prohibido

De las reproducciones anteriores, se observa que el destino de Infraestructura es compatible con la zona del mismo nombre y, para la zona de **RC** se encuentra condicionado, es decir, que pueden coexistir con los usos compatibles existentes, estando sujetas al cumplimiento de las condicionantes que pueden ser: no presentar impactos negativos en el funcionamiento urbano, no presentar afectaciones al medio ambiente, no demeritar la imagen urbana, no generar molestias por ruidos u olores, no sobrepasar la capacidad de la infraestructura de la zona, no alterar el funcionamiento vial y garantizar la armonía e integración con los usos existentes en la zona, cumpliendo con las normas generales y particulares de uso de suelo establecido por este programa.

De lo anterior, se puede concluir que en el **PMDUH** no existe una restricción para el desarrollo del **Proyecto**, en los términos propuestos.

II.4 Decretos y Programas de Conservación

II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

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

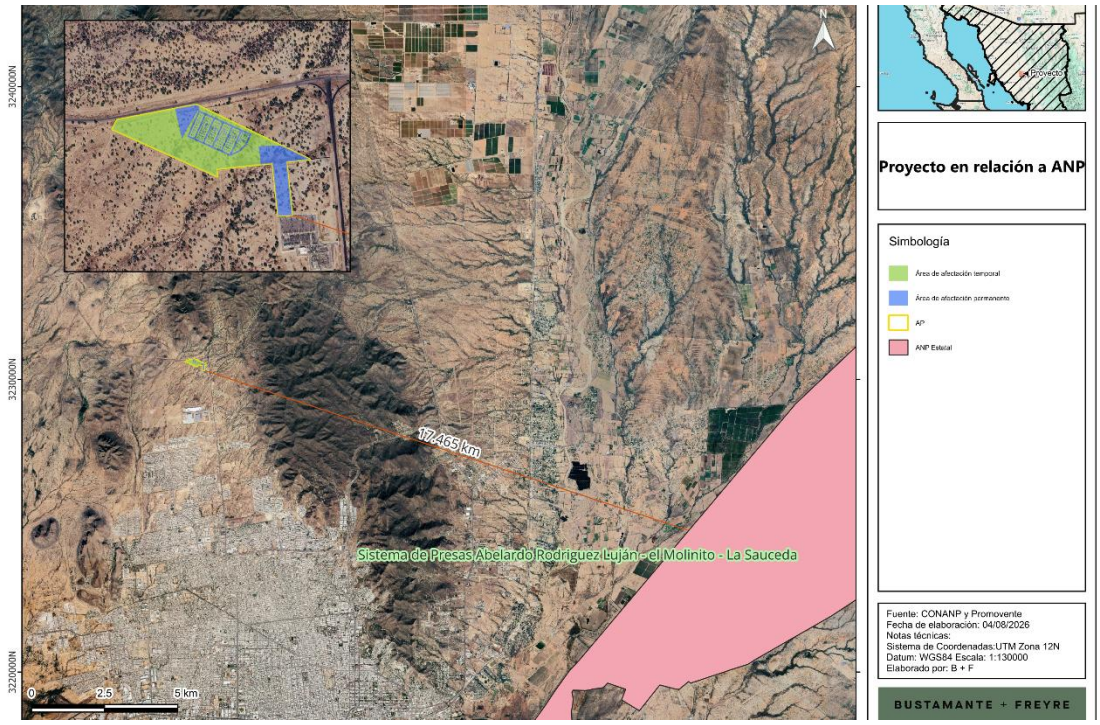
Las declaratorias para el establecimiento de **ANPs** deberán publicarse en el **DOF** y se notificarán previamente a los propietarios o poseedores de los predios afectados, en forma personal cuando se conocieren sus domicilios; en caso contrario se hará una segunda publicación, la que surtirá efectos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

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

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

Ahora bien, dentro del área del **Proyecto** no se encuentra ninguna **ANP** de carácter federal, estatal o municipal, la más cercana se encuentra a una distancia de 17.465 kilómetros denominada *"Sistema* de Presas Abelardo Rodríguez Luján – El Molinito – *La Sauceda"* de competencia estatal, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura II.9. Ubicación del Proyecto con respecto a las ANP's.



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

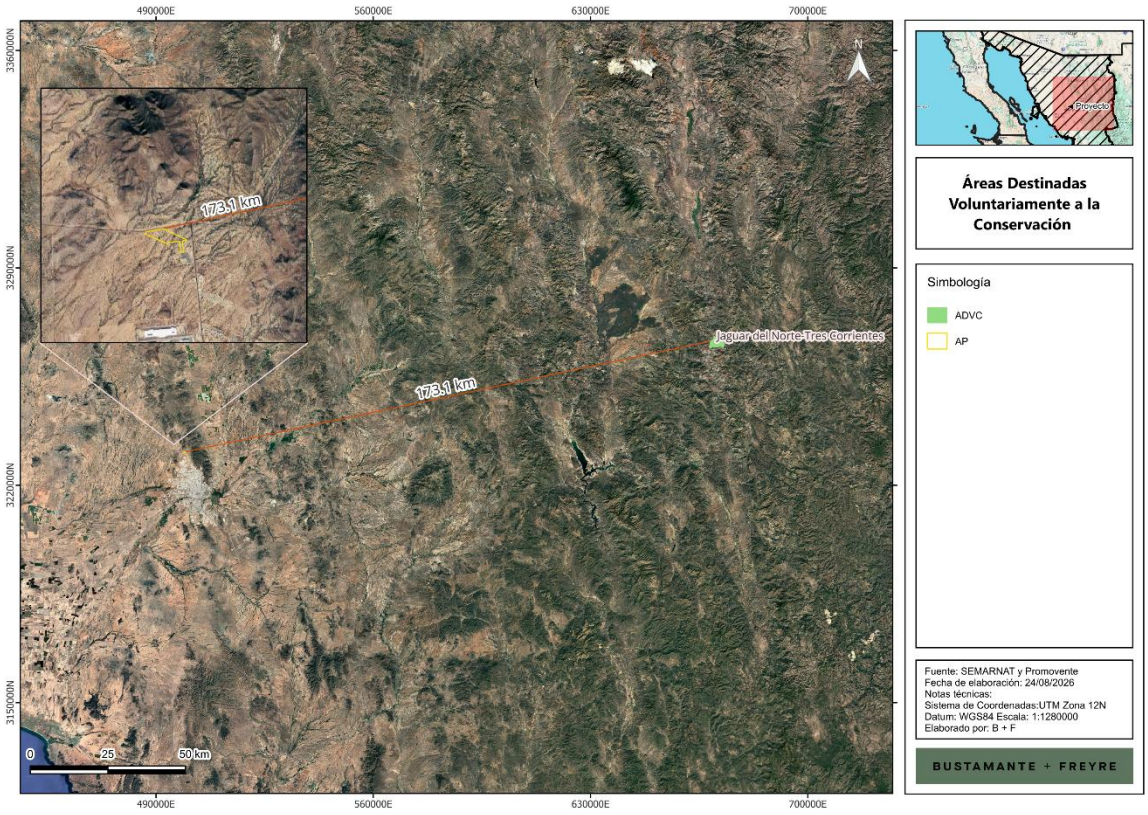
II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

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

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

De una revisión a la base de datos oficial expedida a la fecha, se obtuvo que el área del **Proyecto** no incide con ninguna **ADVC**, siendo que la más cercana se ubica a 173.1 km, como se puede apreciar a continuación.

Figura II. 10. 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.8. NOM en materia de aire aplicables al Proyecto

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-041-SEMARNAT-2015, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.”	Para estar en cumplimiento con estas NOM se implementará un programa de verificación sobre los equipos del **Proyecto** y se pedirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo y las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que los vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
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	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
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.	Asimismo, se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las NOM, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de desmantelamiento, de manera que se pedirá a los contratistas y/o transportistas cumplir con los mantenimientos preventivos y las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que el uso de los vehículos se encuentra dentro de los límites máximos permitidos.
NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	
NOM-045-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.”	
NOM-050-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.”	
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	
NOM-077-SEMARNAT-1995, “Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del 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.9. NOM en materia de ruido

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

II.5.3. NOM en materia de Residuos

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

Tabla II.10. NOM en materia de residuos

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-053-SEMARNAT-1993, “Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.”	Durante el desarrollo del **Proyecto** se cumplirá cabalmente la Norma al implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye que al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
NOM-054-SEMARNAT-1993, “Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.”	
NOM-052-SEMARNAT-2005, “Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**.”**	Se cumplirá cabalmente con la norma, al realizar el proceso de identificación, clasificación y el listado de los residuos generados con el desarrollo del **Proyecto**.
NOM-161-SEMARNAT-2011, “Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos al plan de manejo; el listado de los mismos; el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.”	Durante las diversas etapas del **Proyecto**, se cumplirá cabalmente la Norma al identificar los residuos de manejo especial y posteriormente los canalizará con empresas autorizadas por el municipio o gobierno del estado de para garantizar un manejo ambientalmente adecuado y responsable de los mismos.

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

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

Tabla II.11. 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 un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo.

II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales

Tabla II.12. NOM en materia de aguas residuales

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

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

Tabla II.13. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo

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

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	
NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	
NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	La promovente y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en todas las fases del **Proyecto**.

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

II.6. Región y/o Comunidades Indígenas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

“Artículo 2

[…]

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

2. Esta acción deberá incluir medidas:

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

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

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

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

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

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

En palabras de la propia **CIDH**:

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

> **patrimonio cultural inmaterial,** que es recreado constantemente por los miembros de *las comunidades y grupos indígenas".*

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

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

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

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

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

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

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

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

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

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

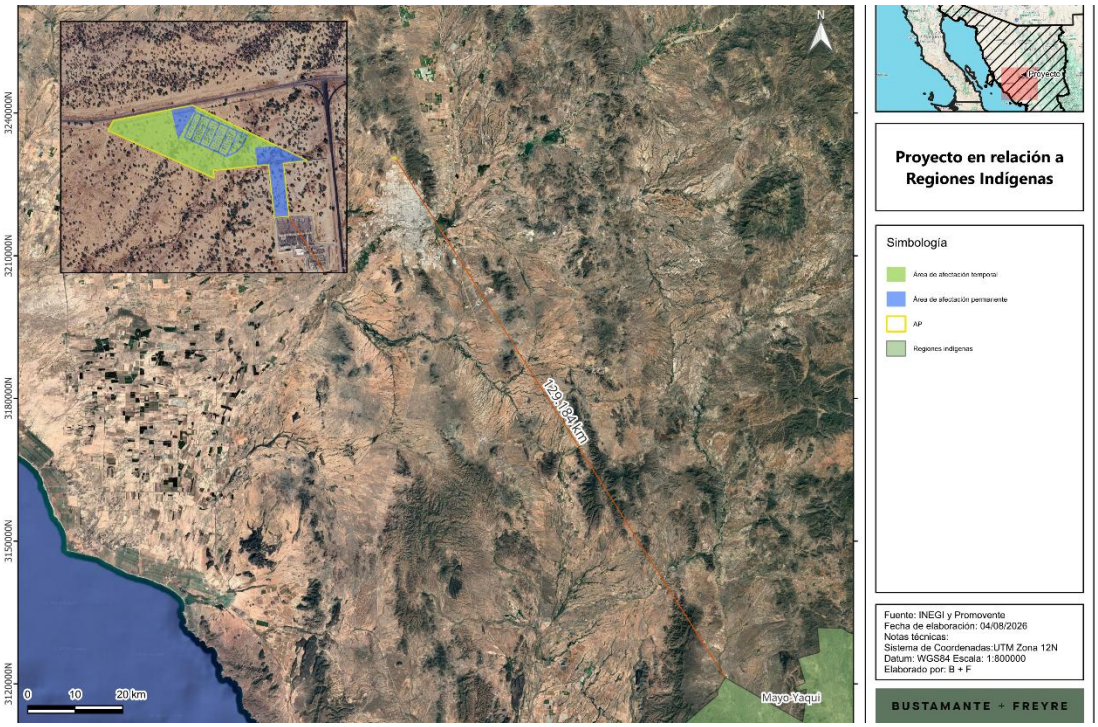
Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

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

En este sentido, del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la **CDI**, se aprecia que en la zona donde se desarrolla el **Proyecto, no** existen asentamientos humanos que, por sus

características lingüísticas o culturales conformen una región indígena. Tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura II.11. Mapa de regiones indígenas de la CDI



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

II.7. Conclusiones

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

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

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

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

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

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

La congruencia anterior se sustenta, de manera transversal, en el paquete de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración articuladas en siete programas ambientales —Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos; Conservación de Suelos; Manejo Integral de Residuos; Rescate y Reubicación de Flora; Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna; 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.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO

“SAEE LA LOMA”

CAPÍTULO III

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 7
III.1.3. Superficie de la Región Ecológica 8
III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación en la RE 9
III.3. Especies potenciales de flora y fauna 10
III.3.1. Flora 10
III.3.2. Fauna 11
III.4. Resumen y metodología de los muestreos 12
III.5. Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 14
III.5.1. Flora 14
III.5.2. Fauna 14
III.6. Índices de diversidad biológica 15
III.6.1. Flora 15
III.6.2. Fauna 21
III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 22
III.8. Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación 32
III.9. Diagnóstico 34
III.10. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas 35
III.11. Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI 35
III.11.1. Incidencia en uso de suelo y vegetación 35
III.11.2. Incidencia en áreas de importancia ambiental 36
III.11.3. Incidencia en escurrimientos y cuerpos de agua 37
III.12. Anexos 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Superficies de la RE, AI y AP 8
Tabla III.2. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 10
Tabla III.3. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 11
Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en la RE, AI y AP 12
Tabla III.5. Especies identificadas en campo endémicas o en alguna categoría de riesgo 14
Tabla III.6. Especies identificadas en campo endémicas o en alguna categoría de riesgo 14
Tabla III.7. Índices de diversidad de flora 15
Tabla III.8. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbóreo 16
Tabla III.9. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo 17
Tabla III.10. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo 17
Tabla III.11. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbóreo 18
Tabla III.12. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo 18
Tabla III.13. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo 19
Tabla III.14. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbóreo 19
Tabla III.15. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 20
Tabla III.16. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato herbáceo 20
Tabla III.17. Índices de diversidad de fauna. 21
Tabla III.18. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto. 23

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.19. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI 32
Tabla III.21. Incidencia del Proyecto en usos de suelo y vegetación determinado en campo 36
Tabla III.22. Incidencia de la RE en áreas de importancia ambiental 36
Tabla III.23. Incidencia del AI en áreas de importancia ambiental 36
Tabla III.24. Incidencia del AP en áreas de importancia ambiental 37
Tabla III.25. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la RE 7
Figura III.2. Región Ecológica delimitada para el Proyecto 9
Figura III.3. Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI. 32
Figura III.4. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI. 33
Figura III.5. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI. 34
Figura III.7. Hidrología superficial de la RE, AI y AP 38
Figura III.8. Hidrología superficial en el AP 39

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

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 Región Ecológica (**RE**) del **Proyecto** se generó mediante la integración de criterios espaciales, físicos y ambientales, tomando como unidad principal la distribución del uso de suelo y vegetación registrada en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**. La **RE** se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, y se caracteriza por la presencia exclusiva de mezquital xerófilo, comunidad vegetal propia de ambientes áridos y semiáridos, asociada con condiciones de baja precipitación, temperaturas elevadas y una dinámica hidrológica dominada por escurrimientos temporales.

La configuración territorial de la **RE** corresponde a un mosaico fisiográfico integrado por lomeríos, zonas de transición de piedemonte y superficies de menor pendiente, donde el mezquital xerófilo mantiene continuidad a través del área de análisis. Asimismo, dentro de la **RE** se distribuye una red de escurrimientos intermitentes que descienden desde las partes más elevadas hacia las zonas bajas, conformando elementos relevantes para la conducción temporal de agua, el transporte de sedimentos y la conectividad ambiental local.

Por lo tanto, la delimitación de la **RE** se realizó con los siguientes criterios:

- Uso de suelo y vegetación. Se utilizó la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI** para identificar la distribución, continuidad y representatividad del mezquital

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

xerófilo dentro de la **RE**. Esta unidad constituye la cobertura vegetal predominante y exclusiva del área de análisis, por lo que define el contexto ecológico inmediato del **AP**.

- Red hidrográfica y escurrimientos intermitentes. Se incorporó la red de drenaje superficial presente en el área, integrada por escurrimientos de carácter intermitente que se distribuyen dentro y alrededor del polígono. Estos cauces funcionan como rutas temporales de concentración y conducción de agua durante eventos de precipitación, por lo que son relevantes para evaluar la conectividad hidrológica, los procesos de erosión, el transporte de sedimentos y la vegetación asociada a los cauces.
- Configuración fisiográfica y relieve. Se consideró la distribución de lomeríos, piedemontes y superficies de pendiente suave, debido a que estas unidades condicionan la dirección y concentración de los escurrimientos, la acumulación de materiales y las condiciones de establecimiento del mezquital xerófilo. Se incluyeron áreas de cabecera y tramos de escurrimiento vinculados con el entorno inmediato del **AP**, evitando restringir el análisis a los límites del predio.
- Continuidad ambiental. Se buscó integrar superficies con continuidad espacial respecto del mezquital xerófilo que circunda al **AP**, evitando fragmentar de forma arbitraria la unidad de vegetación predominante o los corredores ambientales asociados a los escurrimientos intermitentes. Con ello, la **RE** representa el contexto ecológico funcional para analizar los efectos potenciales sobre la vegetación, la fauna, el suelo y el drenaje superficial.
- Imagen satelital de referencia. Se empleó la interpretación de imagen satelital para corroborar la continuidad aparente de la cobertura de mezquital xerófilo, la ubicación de los escurrimientos y la presencia de caminos, brechas u otras áreas previamente intervenidas dentro y alrededor del polígono.

De esta manera, a partir de la sobreposición de la cartografía de uso de suelo y vegetación, la red hidrográfica, la información topográfica y la interpretación de imagen satelital, se definió una **RE** que engloba el **AP** y su **AI** inmediata. El polígono resultante representa de forma adecuada el ámbito espacial de análisis para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

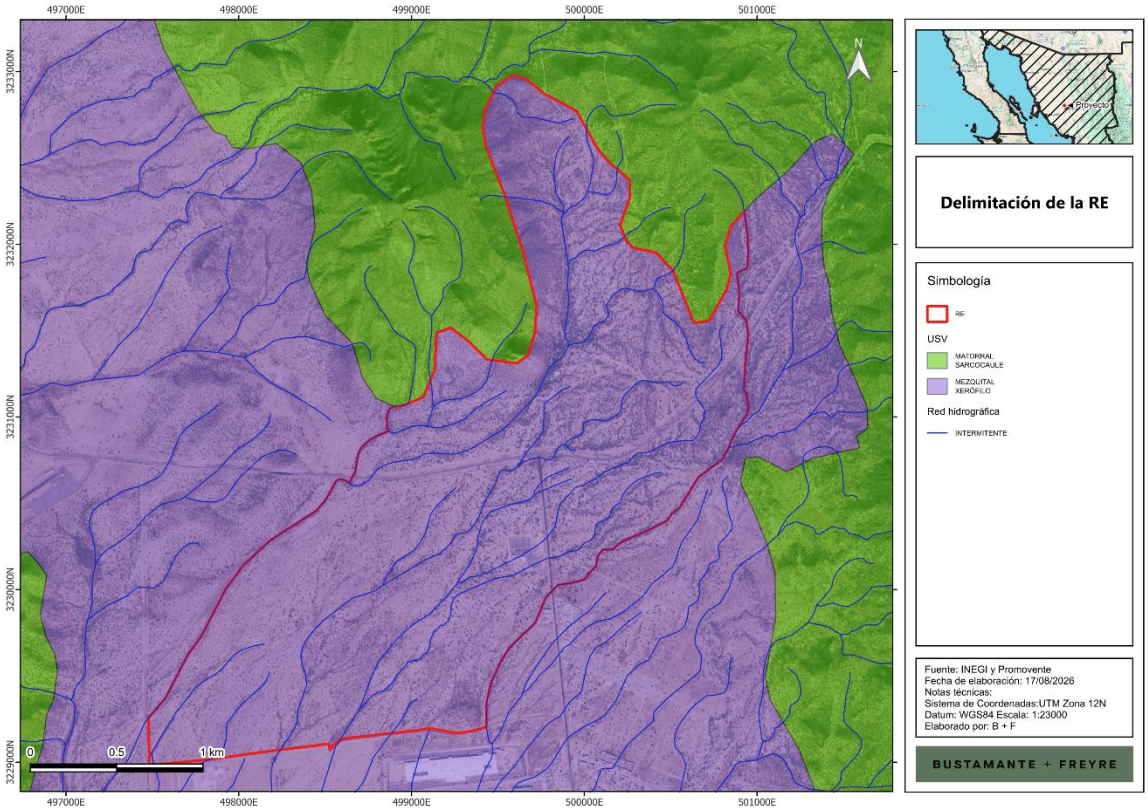
En la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

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



III.1.2. Justificación

La delimitación de la **RE** se realizó con el propósito de definir un ámbito territorial ambientalmente homogéneo y funcional, que permitiera evaluar de manera integral los posibles efectos del proyecto sobre los principales componentes del medio físico y biótico. La **RE** no se restringió únicamente a los límites del **AP** sino que incorporó el **AI** y las superficies circundantes que mantienen relaciones de continuidad ecológica, hidrológica y fisiográfica con el predio.

Como criterio principal se empleó la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**, mediante la cual se identificó que la cobertura vegetal predominante y exclusiva en el área corresponde a mezquital xerófilo. Esta comunidad vegetal constituye el elemento integrador de la **RE**, debido a su continuidad espacial y a su representatividad dentro del entorno inmediato del **AP**. La incorporación de superficies con la misma unidad de vegetación permite analizar el proyecto dentro de un contexto ecológico comparable, evitando delimitaciones arbitrarias que fragmenten la comunidad vegetal o reduzcan la representatividad del análisis.

Asimismo, se consideró la red de drenaje superficial integrada por escurrimientos intermitentes presentes dentro y en los alrededores del área de estudio. Aunque estos cauces permanecen secos durante gran parte del año, adquieren importancia durante los eventos de precipitación al conducir

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

temporalmente el agua, movilizar sedimentos y favorecer procesos de erosión, depósito y conectividad ambiental local. Por ello, la **RE** incluyó las áreas de aporte, los tramos de escurrimiento y las zonas de transición vinculadas con el **AP**, a fin de reconocer las relaciones hidrológicas que podrían influir en la dinámica ambiental del sitio.

La configuración fisiográfica también fue un elemento determinante para la delimitación. El área se inserta en un paisaje de bajadas con lomeríos, pendientes predominantemente suaves a moderadas y superficies de transición hacia zonas de menor inclinación. Estas condiciones controlan la dirección de los flujos superficiales, la acumulación de materiales, la estabilidad del suelo y la distribución de la vegetación de mezquital xerófilo. En consecuencia, se incluyeron unidades de relieve con continuidad topográfica respecto del **AP**, especialmente aquellas relacionadas con las cabeceras y trayectorias de los escurrimientos temporales.

De manera complementaria, la interpretación de imágenes satelitales permitió verificar la continuidad aparente de la cobertura vegetal, la distribución de los cauces, la presencia de caminos, brechas y áreas con intervención previa, así como los límites entre superficies con condiciones ambientales contrastantes. Esta revisión contribuyó a ajustar el polígono de la **RE** con base en elementos observables del paisaje y a corroborar la correspondencia entre la información cartográfica y las condiciones espaciales actuales.

En conjunto, la sobreposición de la cartografía de uso de suelo y vegetación, la red de escurrimientos intermitentes, la información topográfica y la interpretación de imagen satelital permitió definir una **RE** que engloba el **AP**, su **AI** inmediata y los elementos ambientales funcionalmente vinculados. Por tanto, el polígono delimitado representa una escala adecuada para identificar, describir y valorar los impactos potenciales del proyecto sobre la vegetación, la fauna, el suelo, el relieve y el drenaje superficial.

III.1.3. Superficie de la Región Ecológica

La **RE** delimitada presenta una superficie de 568.994 (**Tabla III.1**); asimismo, se presentan las superficies del **AP** y el **AI**.

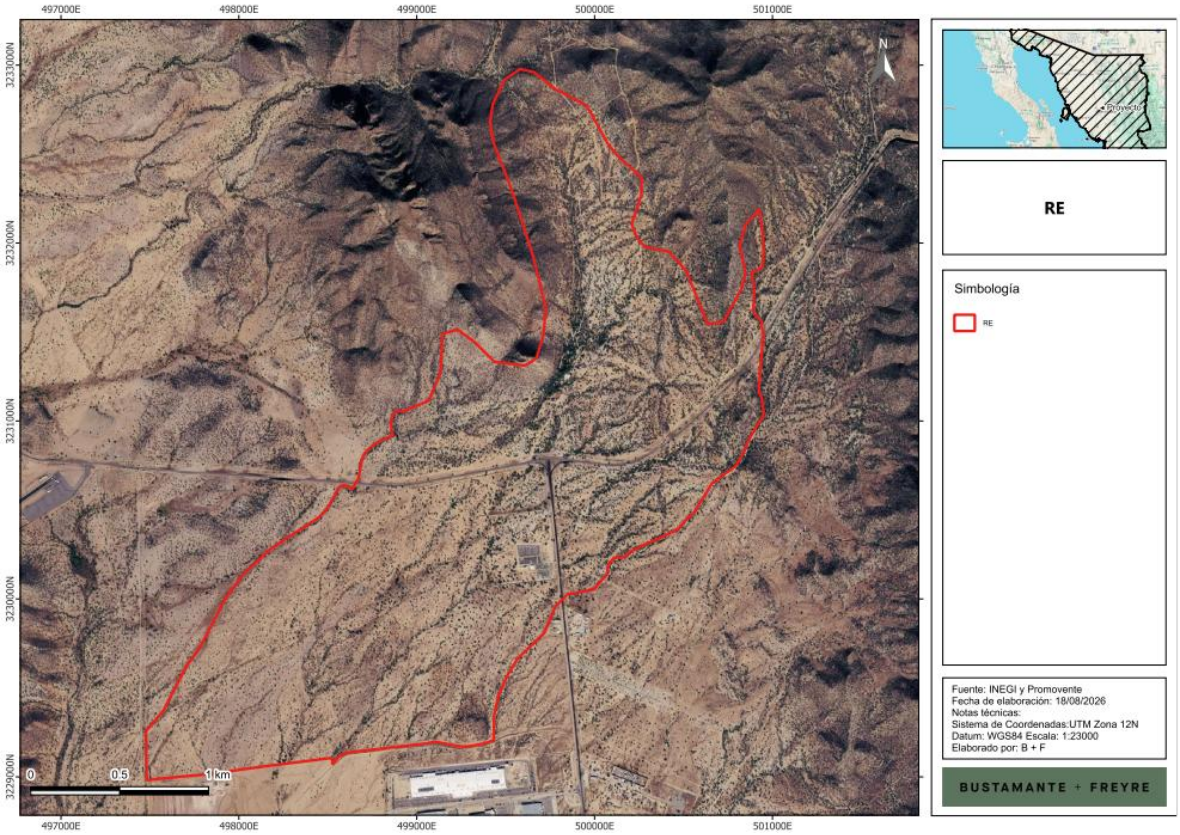
Tabla III.1. Superficies de la **RE**, **AI** y **AP**

Nombre	m²	ha
Área del Proyecto (**AP**)	94111.257	9.411
Área de Influencia (**AI**)	432944.180	43.294
Región Ecológica (**RE**)	56,89,939.338	568.994

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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



III.2. Descripción de los tipos de uso 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**.

- **Mezquital xerófilo**

Se presenta en el norte del país, en forma discontinua en los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí y otros de la región, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8 °C y la temperatura mínima de -3 °C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2 300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: Prosopis juliflora, Acacia spp, Opuntia sp, Jatropha sp. Bouteloua spp.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 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	63 especies, pertenecientes a 27 familias y 56 géneros
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	2 especie en categoría Amenazada (A) y 1 en protección especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	11 especies listadas en Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	19 en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en categoría casi amenazada (NT) y 2 en categoría vulnerable (VU)
Distribución de las especies	1 especie exótica y 2 especies exótica-invasoras

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Característica	Registro potencial
Endemismo	7 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	105 especies, 45 familias y 19 órdenes (3 anfibios, 73 aves, 7 mamíferos y 23 reptiles)
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	7 especies listadas como protección especial (Pr) y 5 como amenazadas (A)
Especies listadas en **CITES**	15 especies listadas en el Apéndice II y 1 especie en el Apéndice I
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	102 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 1 no evaluada
Distribución de las especies	1especie identificada como exótica invasora
Endemismo	2 especies identificadas como endémicas, 1 especie cuasiendémica, 1 exótica-invasora y 8 semiendémicas
Categoría de residencia para aves	8 especies migratorias en inverno; 2 especies migratorias en invierno y verano; 1 especie migratoria en invierno y verano, transitoria; 1 migratoria en invierno – transitoria; 2 migratorias en verano, transitorias; 31 residentes; 21 residentes migratorias en inverno; 4 residentes, migratorias en invierno y verano; 1 residente migratoria en invierno y verano, transitoria; 2 residentes migratorias en verano

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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	28 al 30 de julio de 2026	Perenne	Terrestre
Fauna	Sistemático	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. Para el muestreo de herpetofauna y mamíferos se recorrieron 08 transectos lineales permanentes, con una longitud de 500 metros lineales c/u por 20 metros de ancho, de los cuales 2 se ubicaron en el AP, 3 en el AI y 3 en la RE. Asimismo, para complementar el muestreo de mamíferos se colocaron 3 cámaras trampa (1 en **AP**, 1 en **AI** y 1 en **RE**) y 16 trampas Sherman en cada sitio. En cuanto a las aves, éstas fueron muestreadas a través de puntos de observación. En total, se realizaron 41 puntos de observación, de los cuales, 12 se hicieron en **AP**, 14 en **AI** y 15 en **RE.**	Transectos RE 3 AI 3 AP 2 Total 8 Cámaras trampa RE 1 AI 1 AP 1 Total 3 Trampas Sherman RE 16 AI 16 AP 16 Total 48	Diurno (06:00-18:00 horas)	Inicio de lluvias; verano	28 al 30 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
		Finalmente, se menciona que los muestreos fueron realizados en una campaña, en la temporada de verano con lluvias, verano durante 03 días (28 al 30 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.						

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

En la siguiente tabla se presentan las especies de flora registradas en campo endémicas o que se encuentran en alguna categoría de riesgo:

Tabla III.5. Especies identificadas en campo endémicas o en alguna categoría de riesgo

Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación			Área de estudio		
			NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE
Fabaceae	Olneya tesota	Palo fierro	Pr	NT	-	X	X	X
Zygophyllaceae	Guaiacum coulteri	Árbol santo	A	VU	II	X	X	X
Cactaceae	Carnegiea gigantea	Saguaro	A	LC	II			X
Cactaceae	Lophocereus schottii	Cabeza de viejo	Pr	LC	II		X	

III.5.2. Fauna

En la siguiente tabla se presentan las especies de fauna registradas en campo endémicas o que se encuentran en alguna categoría de riesgo:

Tabla III.6. Especies identificadas en campo endémicas o en alguna categoría de riesgo

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Halcón cola roja		LC	II
	Falconiformes	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo		LC	II
	Passeriformes	Mimidae	Toxostoma bendirei	Cuicacoche pico corto		VU	
Mammalia	Carnivora	Felidae	Lynx rufus	Lince		LC	II
	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Dicotyles tajacu	Pecarí norteño		LC	II
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	Coleonyx variegatus	Geco bandeado del Noroeste	Pr	LC	
		Phrynosomatidae	Callisaurus draconoides	Cachora arenera	A	LC	
			Phrynosoma solare	Camaleón real		LC	II

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.6. Índices de diversidad biológica

III.6.1. Flora

La **Tabla III.7** 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.8 a **Tabla III.15.** 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Parkinsonia microphylla	Palo verde	232.000	33.333	0.800	10.000	974.411	65.549	36.294
Jatropha cardiophylla	Sangre de grado	116.000	16.667	1.000	12.500	140.085	9.424	12.863
Encelia farinosa	Flor de rocío	40.000	5.747	0.600	7.500	27.367	1.841	5.029
Cochemiea sheldonii	Biznaga de Sheldon	8.000	1.149	0.400	5.000	0.192	0.013	2.054
Bursera laxiflora	Torote prieto	32.000	4.598	0.600	7.500	84.474	5.683	5.927
Randia thurberi	Vara de cruz	16.000	2.299	0.600	7.500	22.340	1.503	3.767
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
Guaiacum coulteri	Árbol santo	16.000	2.299	0.400	5.000	28.274	1.902	3.067
Krameria erecta	Mezquitillo	36.000	5.172	0.400	5.000	13.854	0.932	3.701
Olneya tesota	Palo fierro	8.000	1.149	0.400	5.000	19.242	1.294	2.481
Jatropha cordata	Papelillo	24.000	3.448	0.400	5.000	18.850	1.268	3.239
Adelia brandegeei	Pimientilla	20.000	2.874	0.200	2.500	10.053	0.676	2.017
Phaulothamnus spinescens	Bachata	12.000	1.724	0.400	5.000	15.928	1.071	2.599
Croton sonorae	Vara blanca	48.000	6.897	0.400	5.000	21.206	1.427	4.441
Mimosa distachya	Uña de gato	52.000	7.471	0.400	5.000	58.811	3.956	5.476
Bursera microphylla	Torote	8.000	1.149	0.400	5.000	9.818	0.660	2.270
Coursetia glandulosa	Palo dulce	20.000	2.874	0.200	2.500	35.343	2.378	2.584
Lycium berlandieri	Cilindrillo	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
		696.000	**100.000**	**8.000**	**100.000**	**1486.532**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.16 muestran el Índice de Valor de Importancia por estrato de las especies registradas en la **RE, AI** y **AP**.

Tabla III.7. Índices de diversidad de flora

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	
Flora	Arbóreo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.11		0.92	La diversidad en el estrato arbóreo en el AP es baja, mientras que en el AI y en la RE es media.
			2-2.99 medio		2.02		
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbóreo en las tres áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio			0.67	
			0.71-1.0 alto	0.80	0.92		
	Arbustivo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo				La diversidad en el estrato arbustivo en las tres áreas de estudio es media.
			2-2.99 medio	2.28	2.70	2.84	
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbustivo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.79	0.86	0.90	
	Herbáceo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.48	1.12	0.24	La diversidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es bajo.
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo			0.22	La equidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.83	0.81		

Tabla III.8. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Neltuma velutina	Mezquite	4.000	4.545	0.200	10.000	63.617	2.983	5.843
Olneya tesota	Palo fierro	56.000	63.636	1.000	50.000	1436.160	67.349	60.328
Bursera laxiflora	Torote prieto	4.000	4.545	0.200	10.000	113.098	5.304	6.616

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Parkinsonia microphylla	Palo verde	24.000	27.273	0.600	30.000	519.542	24.364	27.212
		88.000	**100.000**	**2.000**	**100.000**	**2132.417**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.9. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Coursetia glandulosa	Palo dulce	104.000	8.360	0.800	5.970	250.150	11.042	8.457
Lycium berlandieri	Cilindrillo	160.000	12.862	1.000	7.463	97.314	4.296	8.207
Bursera laxiflora	Torote prieto	52.000	4.180	0.800	5.970	206.757	9.127	6.426
Encelia farinosa	Flor de rocío	80.000	6.431	0.600	4.478	33.790	1.492	4.133
Jatropha cardiophylla	Sangre de grado	100.000	8.039	0.600	4.478	176.715	7.801	6.772
Mimosa distachya	Uña de gato	144.000	11.576	0.800	5.970	198.557	8.765	8.770
Olneya tesota	Palo fierro	44.000	3.537	1.000	7.463	251.925	11.121	7.373
Phaulothamnus spinescens	Bachata	24.000	1.929	0.400	2.985	18.850	0.832	1.915
Bursera microphylla	Torote	40.000	3.215	0.600	4.478	171.043	7.550	5.081
Jatropha cordata	Papelillo	64.000	5.145	1.000	7.463	67.637	2.986	5.198
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	20.000	1.608	0.800	5.970	1.924	0.085	2.554
Guaiacum coulteri	Árbol santo	20.000	1.608	0.400	2.985	26.547	1.172	1.922
Carnegiea gigantea	Saguaro	12.000	0.965	0.400	2.985	3.982	0.176	1.375
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	48.000	3.859	0.600	4.478	108.951	4.809	4.382
Parkinsonia microphylla	Palo verde	108.000	8.682	0.600	4.478	398.198	17.577	10.246
Adelia brandegeei	Pimientilla	56.000	4.502	0.600	4.478	78.191	3.452	4.144
Cochemiea sheldonii	Biznaga de Sheldon	56.000	4.502	0.400	2.985	0.110	0.005	2.497
Croton sonorae	Vara blanca	40.000	3.215	0.600	4.478	12.601	0.556	2.750
Neltuma velutina	Mezquite	4.000	0.322	0.200	1.493	28.274	1.248	1.021
Randia thurberi	Vara de cruz	32.000	2.572	0.600	4.478	64.340	2.840	3.297
Fouquieria splendens	Ocotillo	4.000	0.322	0.200	1.493	2.011	0.089	0.634
Opuntia gosseliniana	Nopal morado	24.000	1.929	0.200	1.493	42.412	1.872	1.765
Krameria bicolor	Chacate	8.000	0.643	0.200	1.493	25.133	1.109	1.082
		1244.000	**100.000**	**13.400**	**100.000**	**2265.410**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.10. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	14285.714	94.340	0.600	60.000	112.200	93.240	82.527
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	714.286	4.717	0.200	20.000	5.610	4.662	9.793

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Senna covesii	Hoja sen	142.857	0.943	0.200	20.000	2.525	2.098	7.680
		15142.857	100.000	1.000	100.000	120.335	100.000	100.000

Tabla III.11. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Bursera fagaroides	Torote	16.000	17.391	0.200	7.692	176.715	8.233	11.106
Parkinsonia microphylla	Palo verde	4.000	4.348	0.200	7.692	38.485	1.793	4.611
Ipomoea arborescens	Cazahuate blanco	4.000	4.348	0.200	7.692	132.733	6.184	6.075
Parkinsonia florida	Palo verde azul	12.000	13.043	0.400	15.385	378.039	17.613	15.347
Olneya tesota	Palo fierro	24.000	26.087	0.600	23.077	776.106	36.159	28.441
Bursera microphylla	Torote	8.000	8.696	0.400	15.385	190.067	8.855	10.979
Fouquieria macdougalii	Jaboncillo	4.000	4.348	0.200	7.692	50.266	2.342	4.794
Neltuma velutina	Mezquite	8.000	8.696	0.200	7.692	265.465	12.368	9.585
Guaiacum coulteri	Árbol santo	12.000	13.043	0.200	7.692	138.492	6.452	9.063
		92.000	**100.000**	**2.600**	**100.000**	**2146.367**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.12. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Jatropha cardiophylla	64.000	13.008	0.600	7.317	57.191	4.522	8.282
Parkinsonia microphylla	40.000	8.130	0.400	4.878	196.350	15.524	9.511
Bursera laxiflora	48.000	9.756	0.800	9.756	190.852	15.090	11.534
Croton sonorae	28.000	5.691	0.600	7.317	14.074	1.113	4.707
Condea emoryi	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
Lycium berlandieri	8.000	1.626	0.400	4.878	6.927	0.548	2.351
Cylindropuntia thurberi	4.000	0.813	0.200	2.439	0.283	0.022	1.091
Parkinsonia florida	8.000	1.626	0.200	2.439	56.549	4.471	2.845
Mimosa distachya	60.000	12.195	0.600	7.317	83.776	6.624	8.712
Olneya tesota	48.000	9.756	0.600	7.317	205.251	16.228	11.100
Phaulothamnus spinescens	28.000	5.691	0.400	4.878	67.348	5.325	5.298
Randia thurberi	52.000	10.569	0.400	4.878	33.081	2.616	6.021
Jatropha cordata	16.000	3.252	0.400	4.878	19.635	1.552	3.228
Coursetia glandulosa	4.000	0.813	0.200	2.439	3.142	0.248	1.167
Lantana urticoides	4.000	0.813	0.200	2.439	28.274	2.235	1.829

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Stenocereus thurberi	12.000	2.439	0.400	4.878	143.351	11.334	6.217
Encelia farinosa	32.000	6.504	0.400	4.878	20.358	1.610	4.331
Bursera microphylla	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
Adelia brandegeei	4.000	0.813	0.200	2.439	19.635	1.552	1.601
Cochemiea sheldonii	4.000	0.813	0.200	2.439	0.126	0.010	1.087
Lophocereus schottii	4.000	0.813	0.200	2.439	38.485	3.043	2.098
Krameria bicolor	12.000	2.439	0.200	2.439	58.905	4.657	3.178
Neltuma velutina	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
	492.000	**100.000**	**8.200**	**100.000**	**1264.799**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.13. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua diversispicula	Zacale	928.571	8.075	0.200	16.667	16.409	7.858	10.866
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	4000.000	34.783	0.200	16.667	31.416	15.044	22.164
Cenchrus ciliaris	Pasto buffel	928.571	8.075	0.400	33.333	116.688	55.876	32.428
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	5642.857	49.068	0.400	33.333	44.319	21.222	34.541
		11500.000	**100.000**	**1.200**	**100.000**	**208.832**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.14. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Parkinsonia microphylla	Palo verde	36.000	47.368	0.800	36.364	787.582	47.630	43.787

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Olneya tesota	Palo fierro	28.000	36.842	0.800	36.364	700.240	42.348	38.518
Bursera microphylla	Torote	8.000	10.526	0.400	18.182	127.235	7.695	12.134
Jatropha cordata	Papelillo	4.000	5.263	0.200	9.091	38.485	2.327	5.560
		76.000	**100.000**	**2.200**	**100.000**	**1653.541**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.15. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Parkinsonia microphylla	Palo verde	232.000	33.333	0.800	10.000	974.411	65.549	36.294
Jatropha cardiophylla	Sangre de grado	116.000	16.667	1.000	12.500	140.085	9.424	12.863
Encelia farinosa	Flor de rocío	40.000	5.747	0.600	7.500	27.367	1.841	5.029
Cochemiea sheldonii	Biznaga de Sheldon	8.000	1.149	0.400	5.000	0.192	0.013	2.054
Bursera laxiflora	Torote prieto	32.000	4.598	0.600	7.500	84.474	5.683	5.927
Randia thurberi	Vara de cruz	16.000	2.299	0.600	7.500	22.340	1.503	3.767
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
Guaiacum coulteri	Árbol santo	16.000	2.299	0.400	5.000	28.274	1.902	3.067
Krameria erecta	Mezquitillo	36.000	5.172	0.400	5.000	13.854	0.932	3.701
Olneya tesota	Palo fierro	8.000	1.149	0.400	5.000	19.242	1.294	2.481
Jatropha cordata	Papelillo	24.000	3.448	0.400	5.000	18.850	1.268	3.239
Adelia brandegeei	Pimientilla	20.000	2.874	0.200	2.500	10.053	0.676	2.017
Phaulothamnus spinescens	Bachata	12.000	1.724	0.400	5.000	15.928	1.071	2.599
Croton sonorae	Vara blanca	48.000	6.897	0.400	5.000	21.206	1.427	4.441
Mimosa distachya	Uña de gato	52.000	7.471	0.400	5.000	58.811	3.956	5.476
Bursera microphylla	Torote	8.000	1.149	0.400	5.000	9.818	0.660	2.270
Coursetia glandulosa	Palo dulce	20.000	2.874	0.200	2.500	35.343	2.378	2.584
Lycium berlandieri	Cilindrillo	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
		696.000	**100.000**	**8.000**	**100.000**	**1486.532**	**100.000**	**100.000**

Tabla III.16. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua diversispicula	Zacale	2357.143	28.448	0.400	28.571	28.927	14.491	23.837

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Boerhavia coulteri	Arañita de Coulter	571.429	6.897	0.200	14.286	4.488	2.248	7.810
Euphorbia polycarpa	Alfombra de arena	428.571	5.172	0.200	14.286	7.574	3.794	7.751
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	2357.143	28.448	0.200	14.286	41.654	20.868	21.201
Lagascea decipiens	Confiturilla grande	142.857	1.724	0.200	14.286	112.200	56.209	24.073
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	2428.571	29.310	0.200	14.286	4.769	2.389	15.328
		8285.714	**100.000**	**1.400**	**100.000**	**199.611**	**100.000**	**100.000**

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

La

Tabla III.17 presenta los índices de diversidad de fauna calculados a partir de los registros de especies obtenidos durante los trabajos de campo.

Tabla III.17. Índices de diversidad de fauna.

Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			RE	AI	AP	
Herpetofauna	Número total de individuos (N)	Media	13	19	12	Se registraron 44 individuos y 7 especies de reptiles en el Área de Estudio. La RE y AI concentraron la mayor riqueza y abundancia, mientras que el AP una riqueza y abundancia ligeramente menor.
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	6	6	5	
	Índice de Margalef	Media	1.949	1.698	1.610	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0.231	0.258	0.278	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	1.605	1.558	1.424	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0.896	0.870	0.885	
Aves	Número total de individuos (N)	Media	89	55	45	Se registraron 189 individuos y 45 especies de aves en el Área de Estudio. La riqueza fue mayor en la RE, con 33 especies, mientras que en el AI y AP se presentaron 29 especies. Los valores de Shannon y Pielou indican una distribución relativamente equilibrada de las abundancias en la RE, AI y AP, sin una dominancia extrema de una sola especie.
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	33	29	29	
	Índice de Margalef	Media	4.678	4.991	5.254	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0.07411	0.123	0.069	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	2.797	2.569	2.85	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			RE	AI	AP	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0.905	0.844	0.936	
Mamíferos	Número total de individuos (N)	Media	9	5	13	Se registraron 27 individuos y 7 especies de mamíferos en el Área de Estudio. La RE concentró la mayor riqueza, aunque dentro del AP se detectó un mayor abundancia. Los resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad de Pielou muestra una distribución de abundancias relativamente homogénea
	Número total de especies (S) (Diversidad alfa)	Media	6	2	3	
	Índice de Margalef	Media	2.276	0.621	0.780	
	Índice de Simpson (Índice de dominancia D)	Media	0.185	0.680	0.621	
	Índice de Shannon-Wiener	Media	1.735	0.500	0.687	
	Índice de Equitatividad de Pielou (J´)	Media	0.968	0.722	0.625	

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

En la **Tabla III.18** 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.18. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el **Proyecto**.

Medio	Componente	Descripción
Abiótico	Clima	De acuerdo con la clasificación climática de **INEGI**, dentro de la **RE** y **AI** se presentan dos unidades climáticas: BWhw(x') y BW(h')hw(x'); mientras que el **AP** se ubica únicamente dentro de la unidad BWhw(x'). La unidad climática BWhw(x') corresponde a un clima muy seco semicálido, característico de ambientes áridos con precipitación limitada, alta evaporación potencial y temperaturas elevadas durante una parte importante del año. Su presencia abarca la mayor parte de la **RE**, incluyendo los sectores norte, centro y oriente, así como la totalidad del **AP** y la mayor parte del **AI**. En consecuencia, las actividades del **Proyecto** se desarrollarán en condiciones climáticas predominantemente áridas, donde la disponibilidad de agua superficial es temporal y está asociada principalmente a eventos de precipitación de corta duración e intensidad variable. Por su parte, la unidad BW(h')hw(x') corresponde a un clima muy seco cálido y se distribuye hacia la porción sur y suroeste de la **RE**. Esta unidad también se encuentra parcialmente representada dentro del **AI**, principalmente en sus sectores meridionales; sin embargo, no se superpone con el **AP**. La presencia de este clima en la parte baja de la **RE** refleja una variación climática local asociada con la configuración del relieve y las condiciones fisiográficas del área. La distribución de ambas unidades muestra que, aunque la **RE** integra un gradiente climático local entre condiciones muy secas semicálidas y muy secas cálidas, el **AP** se localiza en una condición climática homogénea correspondiente al clima **BWhw(x')**.
	Temperatura	La temperatura promedio anual registrada en las estaciones oscila entre los 17.1 °C y los 33.3 °C (con una temperatura promedio de 25.5 °C. Los meses más cálidos son junio a septiembre, con una media de 32.65, 33.3, 32.7 y 31.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con una media de 17.45 y 17.1 °C, respectivamente
	Precipitación	La precipitación media anual registrada en la estación varía entre 1.65 y 92.35 mm, con una precipitación total anual de 352.95 mm. Los meses más lluviosos son de julio a septiembre, con precipitaciones de hasta 92.35 mm en agosto, mientras que los meses de menor precipitación son abril y 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 bajo • El riesgo por ciclones tropicales en la **RE**, **AI** y **AP** es medio • 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	De acuerdo con la información del Atlas, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad baja a inundaciones y deslaves

Medio	Componente	Descripción
	cambio climático	
	Provincias fisiográficas	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la provincia Llanura Sonorense, así como en la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses.
	Sistema de topoformas	El **AI** y **AP** se ubican en un sistema de topoformas, bajada, mientras que la **RE** se ubica en 2: bajada y sierra. La topoforma de bajada ocupa la porción central y sur de la **RE**, incluyendo la totalidad del **AP** y del **AI**. Esta unidad corresponde a una superficie de transición entre los relieves elevados y las áreas de menor pendiente, formada por la acumulación gradual de materiales provenientes de las partes altas. En el entorno del **Proyecto** se caracteriza por pendientes suaves a moderadas, presencia de lomeríos de baja altura y una red de escurrimientos intermitentes que conduce agua y sedimentos durante eventos de precipitación hacia las zonas de menor elevación. Por su parte, la topoforma de sierra se distribuye principalmente hacia los sectores norte y noreste de la **RE**, fuera de los límites del **AP** y del **AI**. Esta unidad representa los sectores de mayor elevación y pendiente, que funcionan como áreas de captación y origen de parte de los escurrimientos superficiales que atraviesan o se dirigen hacia las zonas de bajada. La inclusión de ambas topoformas dentro de la **RE** permite considerar la relación funcional entre las partes altas del relieve y las superficies de transición donde se localiza el **Proyecto**.
	Gradiente altitudinal	La **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 271 a 430 msnm
	Pendiente	El **AP** se ubica en una superficie con pendiente predominantemente baja y relativamente homogénea, mientras que el **AI** presenta, en general, condiciones similares, aunque incluye variaciones puntuales relacionadas con pequeños lomeríos, cauces temporales y cambios locales en la configuración del terreno. Estas condiciones son congruentes con la ubicación del **Proyecto** en una zona de bajada, donde los materiales provenientes de las áreas elevadas se han acumulado gradualmente y han dado lugar a superficies de menor inclinación. Dentro de la **RE** se identifican sectores con pendientes moderadas y localmente mayores, principalmente hacia las porciones norte, noreste y noroeste, donde se concentran los lomeríos y las áreas de transición hacia la topoforma de sierra. Asimismo, se observan incrementos localizados de pendiente en los bordes de algunos cauces y depresiones del terreno, los cuales corresponden a zonas de concentración y conducción de escurrimientos intermitentes.
	Fallas y fracturas	De acuerdo con el **INEGI,** dentro de la **RE, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas

Medio	Componente	Descripción
	Regionalización sísmica	De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México, 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** inciden en áreas con clasificación de intensidad III, donde los sismos son sentidos muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto; los automóviles parados pueden balancearse ligeramente; se perciben vibraciones como el paso de un camión y tienen una duración apreciable
	Deslizamientos	De acuerdo con la información de peligro por deslizamiento de laderas elaborada por el **CENAPRED** (2012), la **RE, AI** y **AP** se ubican predominantemente en una zona clasificada con peligro bajo por deslizamiento de laderas El **AP** y el **AI** se localizan íntegramente dentro de la categoría de peligro bajo, lo cual es congruente con las condiciones topográficas identificadas en el sitio, donde predominan superficies de bajada con pendientes suaves y un relieve relativamente homogéneo. En consecuencia, no se prevé que la ocurrencia de deslizamientos de ladera constituya un factor restrictivo relevante para el desarrollo del **Proyecto**. Dentro de la **RE** se reconocen áreas puntuales con categorías de peligro moderado y alto, principalmente hacia las porciones norte, noreste y oriente del polígono, asociadas con sectores de mayor relieve, lomeríos y zonas de transición hacia la topoforma de sierra. Estas zonas se ubican fuera del **AP** y del AI, por lo que no se prevé una interacción directa del **Proyecto** con áreas de mayor susceptibilidad a movimientos de masa.
	Hundimientos	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
	Inundaciones	De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** la **RE, AI** y **AP** se ubican en zonas de peligro medio por inundaciones
	Suelos	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). • **Leptosol**

Medio	Componente	Descripción
		Este grupo integra suelos muy someros sobre roca continua o suelos con un contenido extremadamente alto de fragmentos gruesos, gravas o piedras. Su escaso espesor limita la capacidad de almacenamiento de agua, el desarrollo radicular y la aptitud para agricultura mecanizada; además, suelen ser altamente susceptibles a erosión cuando se pierde la cobertura vegetal. Material parental: roca continua cercana a la superficie, materiales residuales poco meteorizados, coluviones delgados o depósitos con abundantes fragmentos gruesos. Medio ambiente: son frecuentes en sierras, lomeríos, laderas, piedemontes y terrenos accidentados, aunque también pueden presentarse en paisajes áridos y semiáridos con afloramientos rocosos o superficies pedregosas. Desarrollo del perfil: presentan poca diferenciación de horizontes debido a su limitada profundidad efectiva y a la cercanía de la roca o de una capa altamente pedregosa. El horizonte superficial suele ser delgado y descansa directamente sobre roca continua o sobre materiales con muy alto contenido de fragmentos gruesos. • **Regosol** Este grupo integra suelos minerales muy débilmente desarrollados, formados sobre materiales no consolidados y con escasa diferenciación de horizontes. En general, los Regosoles no presentan horizontes diagnósticos bien definidos; no poseen horizontes mólicos o úmbricos y se diferencian de los Leptosoles por no ser necesariamente muy someros ni presentar un contenido extremadamente alto de fragmentos gruesos. Su profundidad, textura, fertilidad y capacidad de retención de humedad pueden ser variables, en función del material de origen, la posición topográfica, el grado de erosión y la antigüedad de la superficie. Material parental: materiales no consolidados, generalmente de grano fino, tales como depósitos residuales derivados de la meteorización de rocas, coluviones, aluviones, abanicos aluviales o depósitos de ladera. En ambientes áridos y semiáridos también pueden desarrollarse a partir de materiales retrabajados por procesos de erosión y depósito, conservando características similares a las del material mineral del que se originan. Medio ambiente: pueden presentarse en distintas condiciones climáticas y altitudinales, excepto en regiones con permafrost; sin embargo, son particularmente frecuentes en zonas áridas y semiáridas, terrenos erosionados, áreas montañosas, lomeríos, piedemontes, bajadas y superficies con depósitos recientes o poco estabilizados. En este tipo de ambientes, la baja precipitación y la limitada actividad biológica reducen la velocidad de formación y diferenciación del suelo. Desarrollo del perfil: presentan un desarrollo incipiente, con poca o nula diferenciación de horizontes debido a la edad relativamente joven del material, a la continua remoción o deposición de sedimentos y/o a la lenta formación del suelo bajo

Medio	Componente	Descripción
		condiciones de aridez. Usualmente se observa un horizonte superficial A ócrico, de color claro y bajo contenido de materia orgánica, que descansa sobre un horizonte o capa C poco alterada y estrechamente relacionada con el material parental. La profundidad efectiva puede variar considerablemente: suele ser menor en laderas sujetas a erosión y mayor en superficies de acumulación o pendiente suave.
	Geología	La **RE** presenta cuatro unidades litoestratigráficas: caliza, ígnea extrusiva ácida, ígnea intrusiva ácida y suelo**.** La unidad de ígnea intrusiva ácida es la de mayor distribución dentro de la **RE** y abarca las porciones centrales, norte, oriente y sureste del polígono; asimismo, constituye la unidad dominante dentro del **AP** y el **AI.** El **AP** y el **AI** se distribuyen principalmente sobre la unidad de ígnea intrusiva ácida, mientras que, con una porción menor hacia su sector occidental sobre caliza. Por lo tanto, presentan condiciones litológicas relativamente homogéneas, asociadas con materiales de origen ígneo intrusivo ácido, e incorporan una zona de transición hacia materiales sedimentarios calcáreos. La unidad de caliza se localiza principalmente hacia la porción centro-occidental y noroeste de la **RE**; la unidad de ígnea extrusiva ácida se distribuye hacia el sur y suroeste; y la unidad denominada suelo se encuentra de manera puntual en el sector suroeste y sur del polígono, asociada con depósitos superficiales. Estas unidades representan materiales geológicos de diferente origen y grado de consolidación, los cuales pueden influir en la formación de los suelos, la infiltración y conducción de escurrimientos, la generación de sedimentos y la estabilidad local del terreno.
	Hidrología superficial	La **RE**, el **AI** y el **AP** se localizan dentro de la región hidrológica RH-09 Sonora Sur en la cuenca Río Bacoachi**,** subcuencas La Manga y Río Bajo Sonora**.** De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE, AI** y **AP** se sitúan en la microcuenca Pueblo Nuevo (Pueblitos). De acuerdo con la revisión de la cartografía de la red hidrográfica, dentro de la **RE** se identifican corrientes de condición intermitente. La red de drenaje está integrada por cauces que presentan escurrimiento únicamente durante y después de eventos de precipitación, particularmente durante lluvias de verano de intensidad variable. Debido a las condiciones áridas del área, no se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP.** Los escurrimientos intermitentes reconocidos en la **RE** corresponden a órdenes de corriente del primero al tercero. La mayor longitud de incidencia se asocia con los cauces de primer orden, con una longitud aproximada de 15.175 km, seguidos por corrientes de segundo orden, con 6.561 km, y de tercer orden, con 6.399 km. En conjunto, la red hidrográfica intermitente presenta una longitud de incidencia aproximada de 28.135 km dentro de la **RE**.

<table>
<tr><th>Medio</th><th>Componente</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td></td><td>En el AI se identifican escurrimientos intermitentes de primer y segundo orden. Los cauces de primer orden presentan una longitud de incidencia de 1.181 km, mientras que los de segundo orden registran 1.340 km. En conjunto, la red de drenaje intermitente suma una longitud aproximada de 2.521 km dentro del AI. No se identifica incidencia de corrientes de tercer orden en esta área.

Por su parte, dentro del AP se registra la incidencia de aproximadamente 0.368 km de escurrimientos intermitentes. De esta longitud, 0.113 km corresponden a corrientes de primer orden y 0.255 km a corrientes de segundo orden. No se identifican corrientes de tercer orden dentro del AP.

De acuerdo con la cartografía de Inventario de Humedales de la Comisión Nacional del Agua, se observa que no se tiene incidencia en humedales.</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 en un solo acuífero: Costa de Hermosillo

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 el acuífero de interés:
<table>
<tr><th>Clave</th><th>Acuífero</th><th>R (hm³/año)</th><th>DNC (hm³/año)</th><th>VCAS</th><th>VEALA</th><th>VAPTYR</th><th>VAPRH</th><th>VEAS (hm³/año)</th><th>DMA (hm³/año)</th><th>Déficit (hm³/año)</th><th>Incidencia</th></tr>
<tr><td>2619</td><td>COSTA DE HERMOSILLO</td><td>275.200</td><td>0.000</td><td>348.920</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.533</td><td>349.454</td><td>0.000</td><td>74.254</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 Hermosillo, el cual, de acuerdo con el inventario municipal, registra una emisión anual estimada de 51,561 toneladas de monóxido de carbono (CO) y 16,729.16 de compuestos orgánicos volátiles (COV), siendo éstos los contaminantes con mayores emisiones reportadas en el municipio. Asimismo, se estiman emisiones de 3,641.123 toneladas anuales de PM10, 2,479.59 toneladas de $PM_{2.5}$,3,112.97 toneladas de dióxido de azufre (SO_2), 15,922.16 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx) y 9.172.32 toneladas de amoniaco (NH_3).

Del total de CO, 46,187.01 toneladas anuales provienen de fuentes móviles en carretera y 3,041.44 toneladas de fuentes de área correspondientes a actividades agropecuarias. Para los COV, las actividades de uso de solventes representan la principal fuente de emisión, con 4,477.30 toneladas anuales.</td></tr>
</table>

Medio	Componente	Descripción
Biótico	Flora	La flora presente dentro de la **RE, AI** y **AP** obedece a la presencia de 39 taxa repartidos en 11 órdenes, 15 familias y 31 géneros, cabe mencionar que en estas cifras se consideran las especies registradas en el muestreo por rodales. Se registraron 4 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación 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	En total se obtuvieron 260 registros de 45 especies dentro de la **RE, AI** y **AP**. De este total, 111 registros con 33 especies corresponden a la **RE,** 79 registros con 29 especies corresponden al **AI** y 70 registros con 29 especies corresponden al **AP**. Se registraron 2 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación. En cuanto a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), se destaca una especie en la categoría de vulnerable (VU). Finalmente, con relación al CITES, hay 5 especies consideradas en el Apéndice II. 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**.
Socioeconómico	Contexto regional	De acuerdo con la **CONAPO**, para la región de interés a nivel estatal se tiene que Sonora presenta un grado de marginación bajo[2] y a nivel municipal, Hermosillo presenta un índice de marginación muy bajo[3]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Hermosillo (60.4%) tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes
	Contexto municipal	**Demografía** El municipio de Hermosillo tiene una población total de 936,263 habitantes, lo que representa el 31.8% de la población estatal con una densidad de 59.5 hab/km² **Etnicidad**

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

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

Medio	Componente	Descripción
		El 1.09% de la población del municipio de Hermosillo de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el Triqui y Mixteco. Por otro lado, existe un 2.19% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 2.08% es población hablante de lengua indígena que no habla español **Vivienda, bienes y servicios** El municipio de Hermosillo presenta un total de 278,550 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 31.8% del total estatal, del cual el 1.8% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.3 ocupantes por vivienda y 0.8 ocupantes por cuarto. Con respecto a la disponibilidad de servicios en Hermosillo, 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 y lavadora. 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 Hermosillo es del 63.1% (población de 12 años y más), de la cual el 42.1% son mujeres y el 57.9% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.1% se encuentra ocupada. En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 36.1%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar **Escolaridad** El municipio de Hermosillo tiene una tasa de alfabetización del 99.0% para habitantes de 15 a 24 años y del 98.1% para habitantes de 25 años y más. La mayor parte de la población de 15 años y más (38.4%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 26.5% presenta un nivel medio superior y el 33.1% un nivel superior, mientras que, el 1.8% de la población no tiene escolaridad **Servicios de salud** La mayor parte de la población del municipio de Hermosillo (81.9%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 4.4% de la población de Hermosillo presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más **Migración** En el tema de migración se tiene que el 5% de la población de 5 años y más del municipio de Hermosillo tenían lugar de

Medio	Componente	Descripción
		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 16 puntos para la **RE, AI** y **AP.** En este sentido, se cuenta con una calidad visual de clase B, es decir, 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. La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental**
	CAV y fragilidad	La **RE, AI**, y **AP** presentan una capacidad de absorción visual moderada, al ubicarse en el límite superior del intervalo de 15 a 30 puntos. Esto indica que el paisaje posee una aptitud intermedia para integrar visualmente modificaciones derivadas del **Proyecto**, siempre que éstas mantengan una escala, diseño, coloración y disposición congruentes con las condiciones del entorno. La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental**

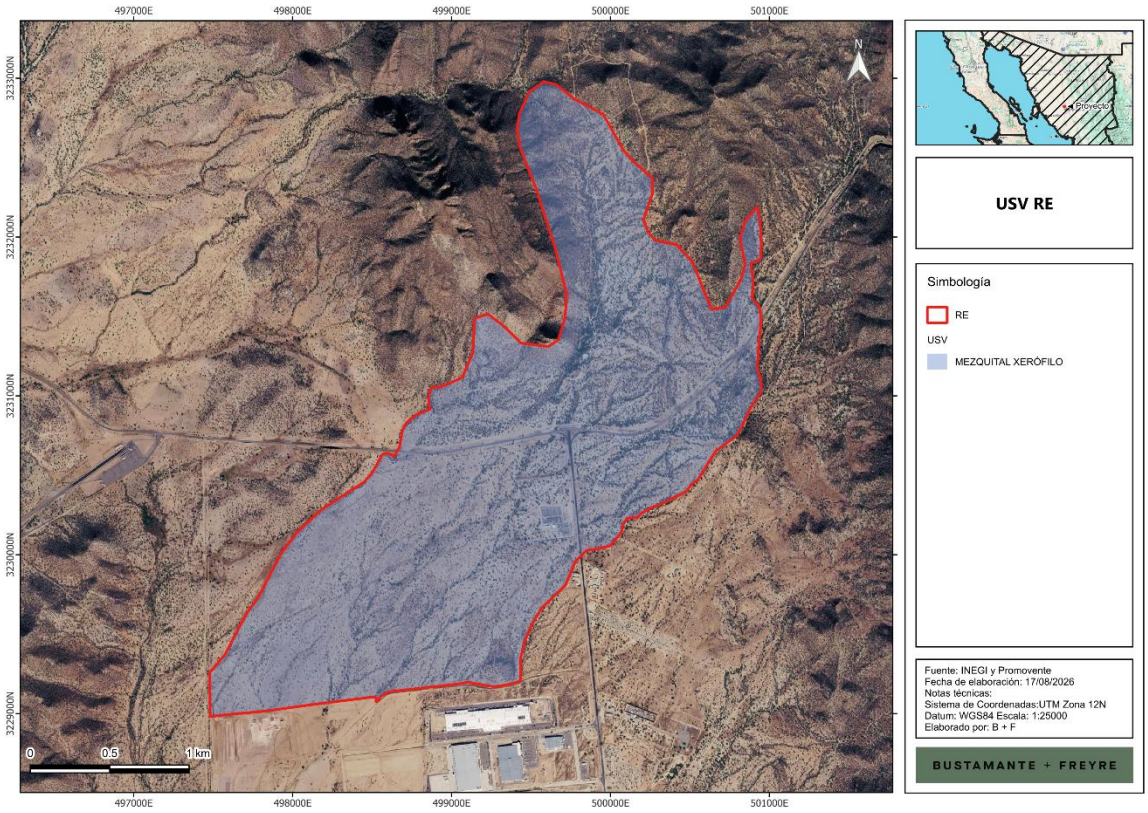
III.8. Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, la **RE, AI** y **AP** incide en la vegetación de tipo mezquital xerófilo, condición que fue corroborada en campo.

Tabla III.19. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

Clave	Tipo	Superficie (ha)			Porcentaje		
		RE	AI	AP	RE	AI	AP
MKX	Mezquital xerófilo	568.994	43.294	9.411	100.00%	100.00%	100.00%
	Total	**568.994**	**43.294**	**9.411**	**100%**	**100%**	**100%**

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



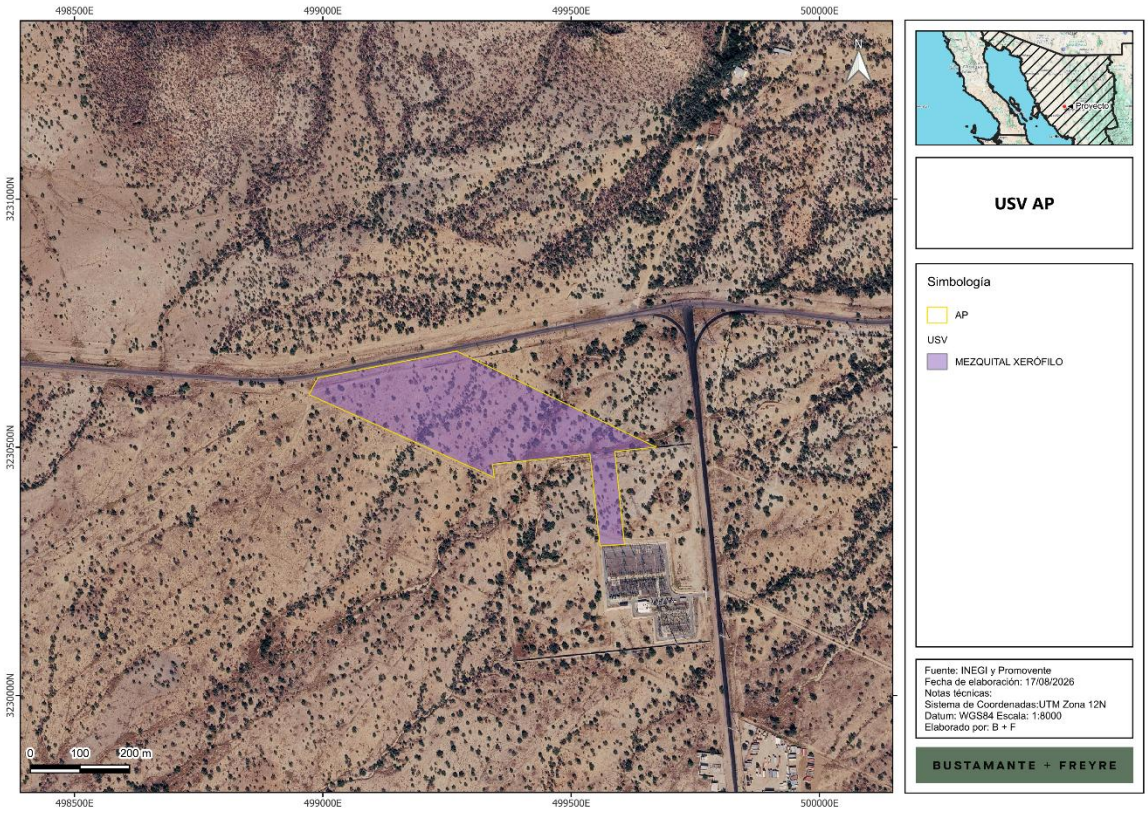
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.4. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.5. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI.



III.9. Diagnóstico

Con base en la información expuesta en el presente capítulo y sus anexos, la **RE, AI** y **AP** se insertan en un paisaje árido del municipio de Hermosillo, Sonora, caracterizado por la presencia de mezquital xerófilo. La configuración ambiental corresponde a un sistema de bajadas con lomeríos y superficies de transición de menor pendiente, con escurrimientos temporales y una cobertura vegetal naturalmente discontinua, condicionada por las condiciones de aridez, las altas temperaturas y la precipitación irregular propias de la región.

El área presenta modificaciones previas asociadas principalmente con caminos, brechas, tránsito vehicular y alteraciones puntuales de la cobertura vegetal y del suelo. Estas actividades han generado, de forma localizada, apertura de superficies, compactación y exposición del suelo, así como cambios parciales en la continuidad del paisaje. No obstante, dentro de la **RE** persiste una matriz continua de mezquital xerófilo que conserva funciones ecológicas de refugio, alimentación y desplazamiento para la fauna silvestre.

En términos generales, la **RE** presenta una condición de conservación intermedia, derivada de la coexistencia de vegetación nativa con áreas puntualmente intervenidas y accesos existentes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Aunque el mezquital xerófilo mantiene continuidad y funcionalidad ambiental en gran parte de la **RE**, el sistema se encuentra sujeto a presiones acumulativas asociadas con el uso de caminos y brechas, el tránsito de vehículos, el pastoreo, la remoción localizada de vegetación y suelo, y la posible modificación de los patrones de escurrimiento superficial.

Asimismo, se identifican pocas actividades y condiciones que pueden generar presión sobre los componentes ambientales, entre las que se incluyen la apertura y uso de caminos y brechas y el tránsito vehicular en vialidades principales de comunicación. Estas presiones se abordan en el apartado siguiente, con la finalidad de reconocer su interacción con las obras y actividades del **Proyecto**, así como de establecer las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental aplicables.

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

En la **RE** se identificaron pocas condiciones y actividades preexistentes que ejercen presión sobre los componentes ambientales. Estas problemáticas se relacionan principalmente con incluyen la apertura y uso de caminos y brechas y el tránsito vehicular en vialidades principales de comunicación, así como la presencia de infraestructura energética (SE La Loma de **CFE**).

- **Presencia de infraestructura energética.** La **RE** incluye la presencia de la SE La Loma de la **CFE**. Esta infraestructura modifica localmente la fisonomía del paisaje y puede fragmentar la cobertura vegetal, restringir parcialmente el desplazamiento de fauna terrestre y generar áreas con mayor tránsito de vehículos y personal.
- **Presión caminos y accesibilidad.** La presencia de caminos, brechas, accesos y vialidades facilita el acceso al sitio; sin embargo, también puede incrementar la circulación de vehículos, la apertura de brechas secundarias, el depósito accidental de residuos, la remoción puntual de vegetación y la compactación del suelo fuera de las áreas autorizadas. Los caminos pueden actuar adicionalmente como vías de dispersión para especies oportunistas o exóticas y favorecer la fragmentación del hábitat, particularmente en áreas con vegetación natural remanente.

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.20** se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del **Proyecto.** En el **AP** donde se presenta el tipo de vegetación “mezquital xerófilo”, la cual se distribuye en el 100% de la superficie total.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.20. 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
Mezquital xerófilo	Área libre	3.6475	39%	3.6475
Mezquital xerófilo	Caminos	0.6154	7%	0.6154
Mezquital xerófilo	Contenedores SAEE	0.1772	2%	0.1772
Mezquital xerófilo	Derecho de vía	0.9341	10%	0.9341
Mezquital xerófilo	Edificio O&M	0.4867	5%	0.4867
Mezquital xerófilo	Estaciones de transformación	0.0443	0%	0.0443
Mezquital xerófilo	Obras provisionales	2.6196	28%	2.6196
Mezquital xerófilo	Red de media tensión (subterránea)	0.1175	1%	0.1175
Mezquital xerófilo	Subestación elevadora	0.769	8%	0.769
Total		**9.4113**	**100%**	**9.4113**

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.21 a**

Tabla III.23**).**

Tabla III.21. Incidencia de la **RE** en áreas de importancia ambiental

Incidencia	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
ANP	0	0
ADVC	0	0
Sitio RAMSAR	0	0
Humedales	0	0
Manglar	0	0
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	0	0
Regiones Terrestres Prioritarias	0	0
Regiones Hidrológicas Prioritarias	0	0
Regiones Marinas Prioritarias	0	0
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	306.728	53.91
Ecosistemas relevantes	No aplica	

Tabla III.22. Incidencia del **AI** en áreas de importancia ambiental

Incidencia	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
ANP	0	0
ADVC	0	0
Sitio RAMSAR	0	0
Humedales	0	0
Manglar	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	0	0
Regiones Terrestres Prioritarias	0	0
Regiones Hidrológicas Prioritarias	0	0
Regiones Marinas Prioritarias	0	0
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	18.79	43.49
Ecosistemas relevantes	No aplica	

Tabla III.23. 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	Caminos, Contenedores SAEE, Derecho de vía, edificio O&M, Estaciones de transformación, obras provisionales, red de media tensión y subestación	6.304	66.98
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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Agua de Cuencas Hidrográficas **(SIATL)**, complementada con la interpretación de la cartografía e imagen satelital del sitio.

De acuerdo con la revisión de la cartografía de la red hidrográfica, dentro de la **RE** se identifican corrientes de condición intermitente. La red de drenaje está integrada por cauces que presentan escurrimiento únicamente durante y después de eventos de precipitación, particularmente durante lluvias de verano de intensidad variable. Debido a las condiciones áridas del área, no se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP.**

Los escurrimientos intermitentes reconocidos en la **RE** corresponden a órdenes de corriente del primero al tercero. La mayor longitud de incidencia se asocia con los cauces de primer orden, con una longitud aproximada de 15.175 km, seguidos por corrientes de segundo orden, con 6.561 km, y de tercer orden, con 6.399 km. En conjunto, la red hidrográfica intermitente presenta una longitud de incidencia aproximada de 28.135 km dentro de la **RE**.

En el **AI** se identifican escurrimientos intermitentes de primer y segundo orden. Los cauces de primer orden presentan una longitud de incidencia de 1.181 km, mientras que los de segundo orden registran 1.340 km. En conjunto, la red de drenaje intermitente suma una longitud aproximada de 2.521 km dentro del **AI**. No se identifica incidencia de corrientes de tercer orden en esta área.

Por su parte, dentro del **AP** se registra la incidencia de aproximadamente **0.368 km** de escurrimientos intermitentes. De esta longitud, **0.113 km** corresponden a corrientes de primer orden y **0.255 km** a corrientes de segundo orden. No se identifican corrientes de tercer orden dentro del **AP**.

Figura III.6. Hidrología superficial de la RE, AI y AP

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

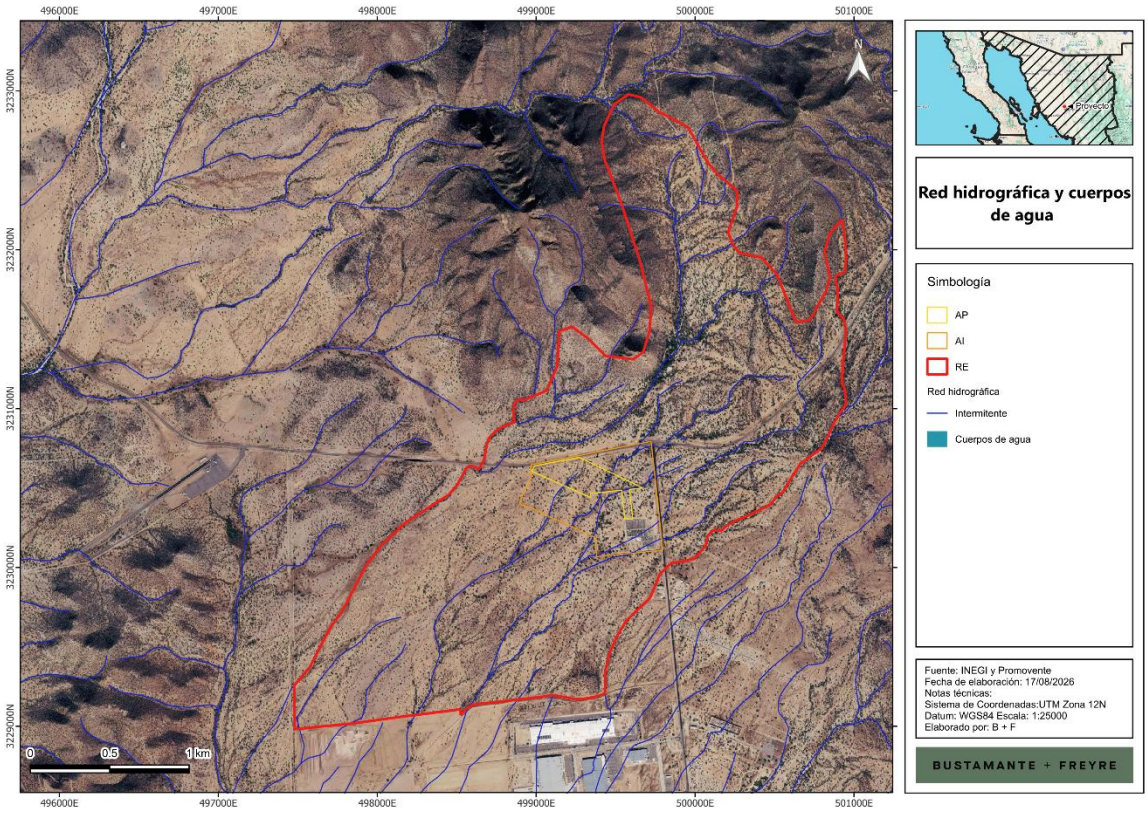
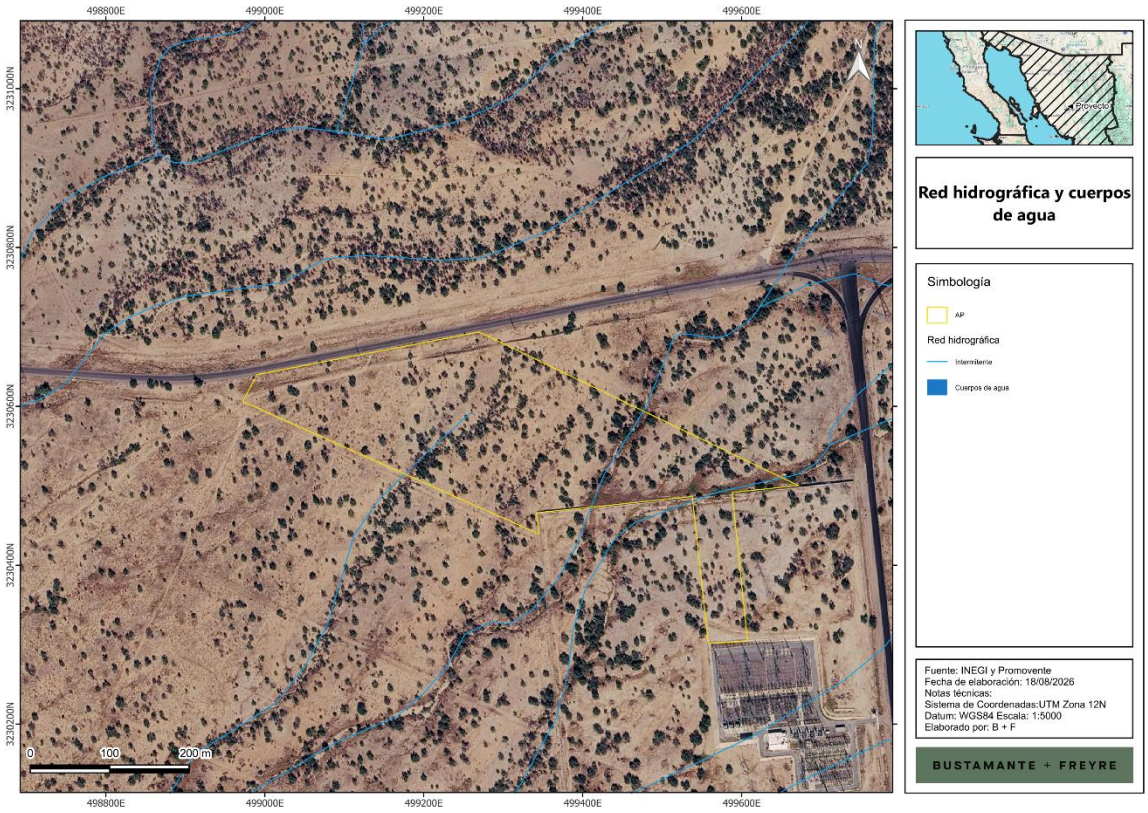


Tabla III.24. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP

Condición	Orden	Longitud de incidencia (km)		
		RE	AI	AP
INTERMITENTE	1	15.175	1.181	0.11300
INTERMITENTE	2	6.561	1.34	0.255
INTERMITENTE	3	6.399	0	0
Total		28.135	2.521	0.36800

Figura III.7. Hidrología superficial en el AP

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Descripción	Anexos
	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-2010, si corresponde a especie endémica, número de individuos por afectar, tipo de afectación, tipo de vegetación (forestal o no forestal) y coordenadas de ubicación georreferenciada en UTM, Datum WGS84, considerar en su caso, aquellas especies de importancia médica, económica y/o ecológica, estén o no en algún estatus de protección.	**Flora** **Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora. **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 LA LOMA”

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

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
Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales 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 17
IV.3.6. Caracterización y valoración de los impactos 20
IV.4. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 21
IV.5. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas 66
IV.6. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos 70
IV.6.1. Impactos Significativos 73
IV.6.2. Impactos ambientales Acumulativos 76
IV.6.3. Impactos ambientales Sinérgicos 76
IV.6.4. Impactos Residuales 77
IV. 7. Estrategias donde se implementar las medidas de prevención y mitigación 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Análisis de impactos ambientales ACUMULATIVOS dentro de la Región Ecológica 9
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 17
Tabla IV.4. Resumen de impactos y medidas ambientales 21
Tabla IV.5. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en la RE 68
Tabla IV.6. Significancia de los Impactos Ambientales 73
Tabla IV.7. Medidas ambientales de prevención y mitigación seleccionadas para el Proyecto 77

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 Región Ecológica ACTUALMENTE 9
Figura IV.3. Ambientes encontrados en la RE, AI y AP 9
Figura IV.3. Region Ecológica con la implementación del Proyecto 67
Figura IV.4. Área de Influencia delimitado para el Proyecto 71
Figura IV.5. Área de Influencia delimitada para el Proyecto 72

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 concentra la información que se establece en las fracciones V y VI del artículo 13 del citado Reglamento. Es importante detallar que dentro del análisis cuantitativo se consideró la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales a nivel Región Ecológica que de acuerdo con el análisis del Capítulo III se puede entender que la unidad de análisis denominada “**Región Ecológica**” es equivalente al **Sistema Ambiental Regional** señalado en dicho REIA.

De acuerdo con la **SEMARNAT**, 2018,[1] se define **impacto ambiental** como la “*Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento.

De la misma manera la **SEMARNAT** establecido que La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente.

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

[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/

evaluación de impacto garantiza una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios antes de asumir compromisos.

De acuerdo con la IAIA, el concepto de “ambiente” en la Evaluación de Impactos evolucionó desde un enfoque inicial que consideraba únicamente los componentes biofísicos hasta una definición más amplia que incluye además los elementos fisicoquímicos, biológicos, visuales [paisajísticos], culturales y socioeconómicos del ambiente en su conjunto. La definición de Evaluación de Impacto Ambiental (**EIA**) adoptada por la IAIA es “el proceso de identificar, predecir, evaluar y mitigar los efectos biofísicos, sociales y otros de relevancia causados por el desarrollo de proyectos, antes de que se tomen las decisiones más importantes y se establezcan compromisos”.

En este sentido la **EIA** es de naturaleza dual, cada una con sus propios enfoques metodológicos:

1. Es una herramienta técnica de análisis de las consecuencias de una intervención planificada (política, plan, programa, proyecto) o de eventos no planificados, como desastres naturales, guerras y conflictos, que proporciona información para las partes interesadas y los tomadores de decisiones;
2. Es un procedimiento legal e institucional vinculado al proceso de toma de decisiones de una intervención planificada.

Los objetivos de la **EIA** son:

A. *Proporcionar información para la toma de decisiones con 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, y*

D. *Contribuir al desarrollo ambientalmente sano y sostenible.*

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

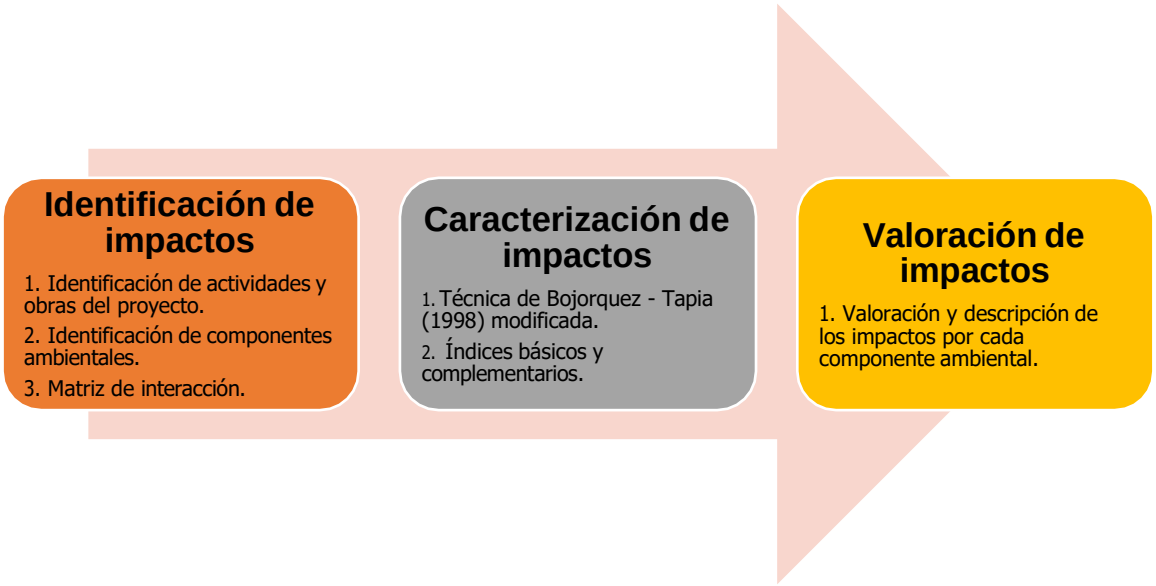
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la **Figura IV.1**.

Figura I0.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales



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

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia, *et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que realmente se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

En los anexos se presenta la descripción de la METODOLOGÍA para la identificación de los impactos ambientales para su análisis.

ANEXOS:

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

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

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

La **Región Ecológica** (**RE**) no presenta actividades relevantes, ya que se ubica en una de las áreas más distantes, dentro de la zona limítrofe de la ciudad de Hermosillo, en este sentido las obras y actividades que se establecen actualmente refieren a una **Subestación eléctrica "Hermosillo"** de

la **CFE**, parte del Boulevard José Alberto Healy Noriega y una **Ranchería** conocida como "La Caridad", en el área se observa principalmente **vegetación forestal** de tipo mezquital xerófilo.

En términos generales, la **RE**, se encuentra con poca fragmentación, con solo el desarrollo de manera principal del Boulevard José Alberto Healy Noriega, aunado a la Subestación eléctrica Hermosillo, y en una pequeña área se observa una Ranchería, no obstante, lo anterior, esta **Región Ecológica** se ubica en la zona limítrofe de la ciudad de Hermosillo, la cual presenta diversas actividades en desarrollo.

Por otra parte, con respecto al **Área de Influencia** (**AI**) la única actividad presente es la **Subestación eléctrica "Hermosillo"** de la **CFE**, en la restante superficie se observa **vegetación forestal** de tipo

En el caso del **Área del Proyecto** (**AP**) este se ubica en un uso de suelo con vegetación forestal de tipo mezquital xerófilo. En este sentido, el área del proyecto es comparable con el **Área de Influencia**, y con la **Región Ecológica**.

De acuerdo con lo anterior, la **Región Ecológica** se presenta como una región con poca fragmentación, aunque se ubica en la zona limítrofe de la ciudad de Hermosillo, donde se presenta principalmente vegetación forestal de tipo mezquital xerófilo, tal y como se puede observar en la siguiente figura

Figura I0.2. Obras y actividades que se desarrollan en la **Región Ecológica ACTUALMENTE**

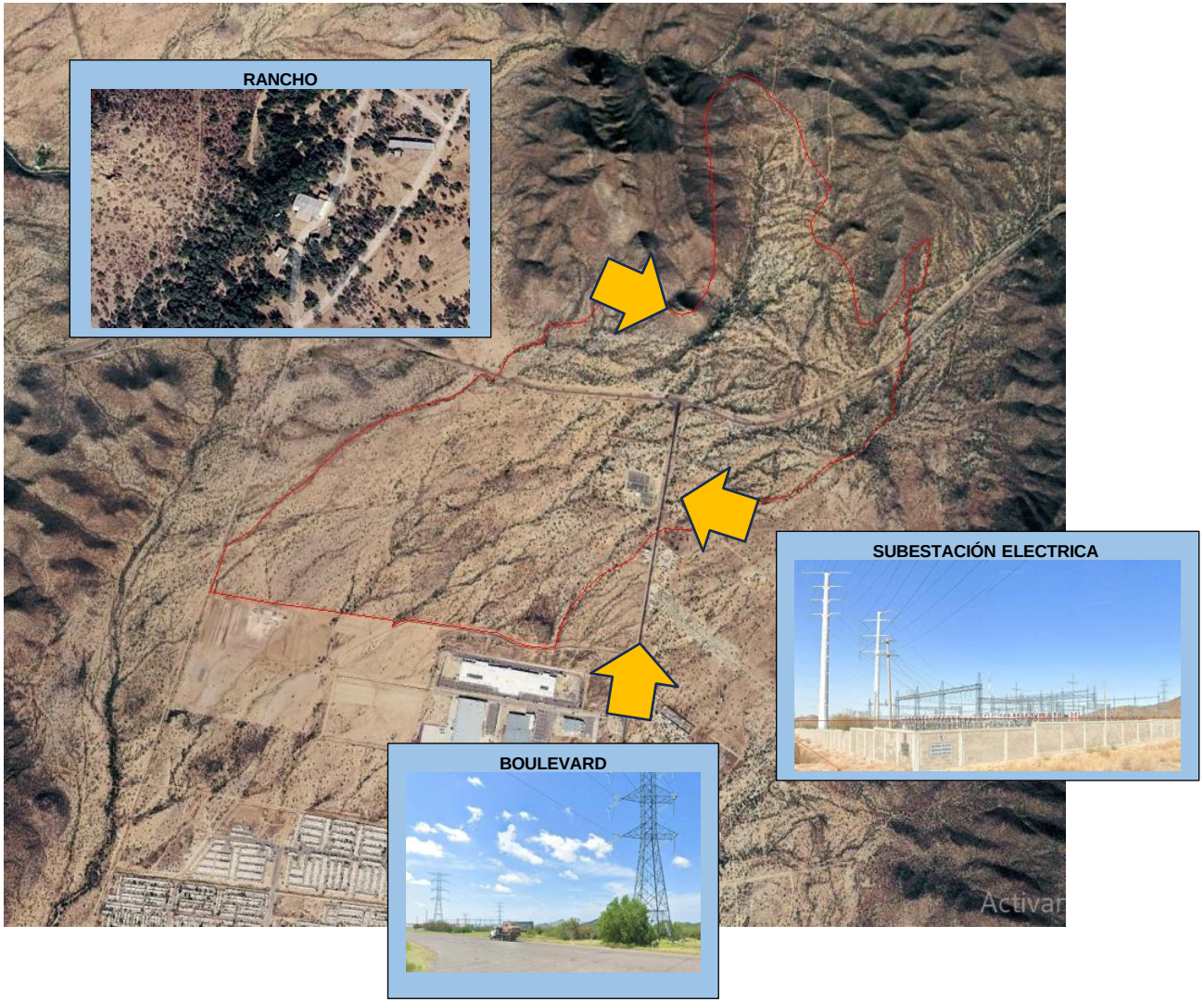


Figura IV.3. Ambientes encontrados en la **RE**, **AI** y **AP**

REGIÓN ECOLÓGICA



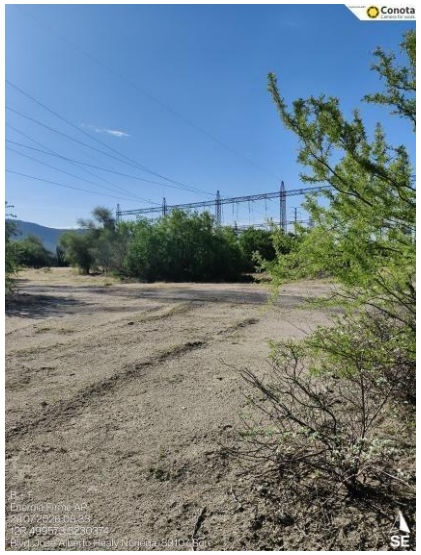


ÁREA DE INFLUENCIA





ÁREA DEL PROYECTO







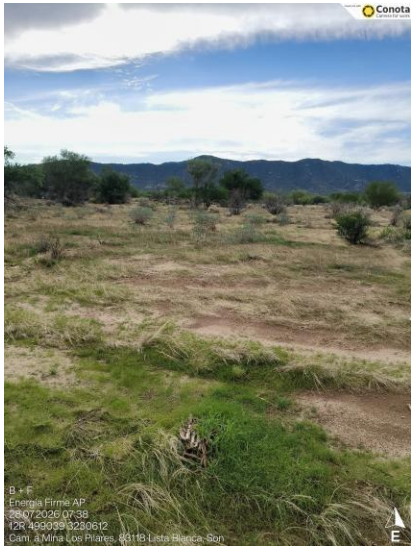


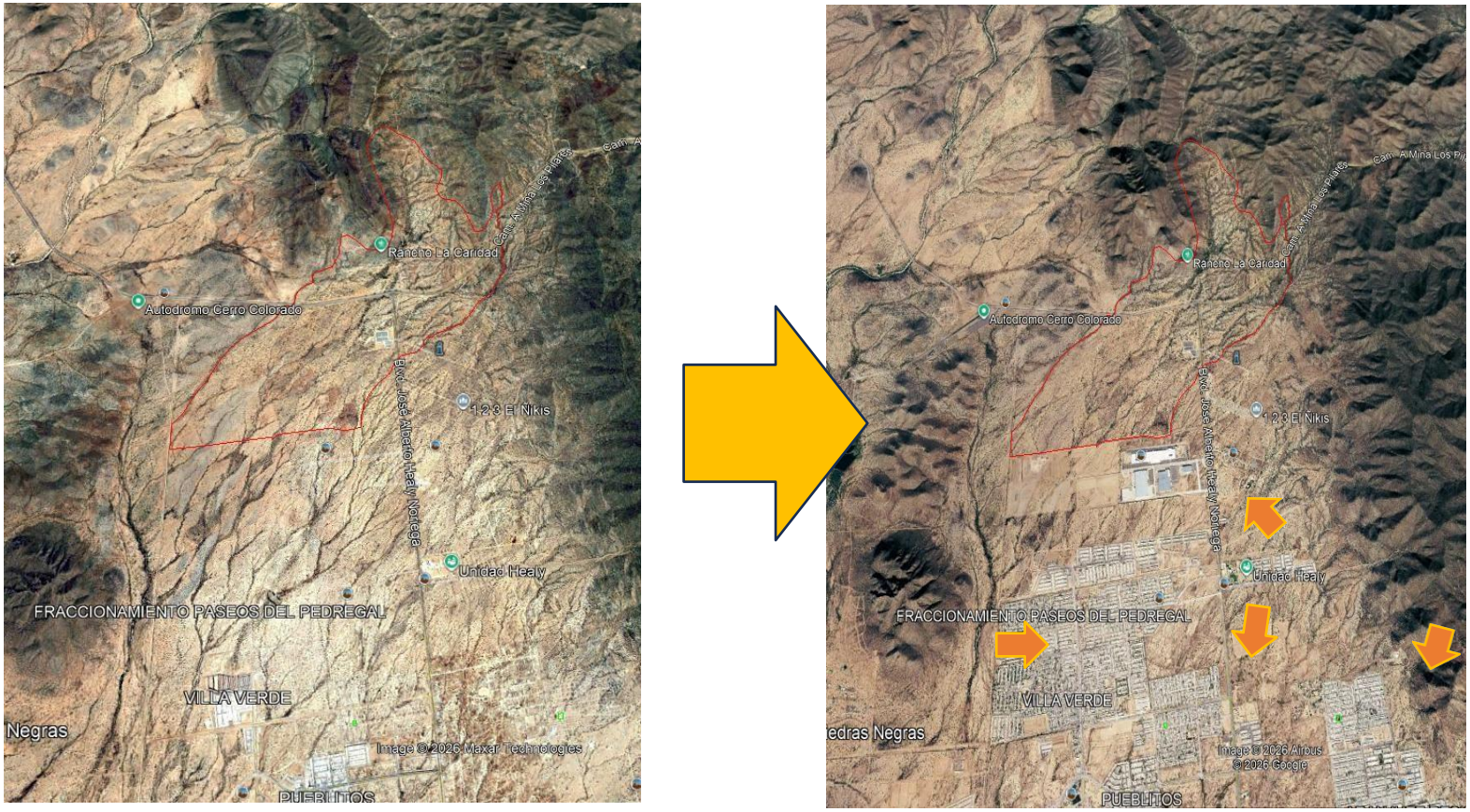
Tabla IV.1. Análisis de impactos ambientales **ACUMULATIVOS** dentro de la **Región Ecológica**

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
Vía de comunicación Boulevard José Alberto Healy Noriega 	Suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Hidrología superficial	Modificación de escurrimientos superficiales y temporales	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	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
	Suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	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
SUBESTACIÓN ELECTRICA HERMOSILLO 	Hidrología superficial	Modificación de escurrimientos superficiales y temporales	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	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

La tendencia de la **Region Ecológica** es al aumento de actividades, es decir, desde hace más de 20 años, se puede observar que la mancha urbana de la ciudad de Hermosillo se está acercando a la zona de estudio, como se puede observar en las siguientes figuras, principalmente con actividades urbanas e industriales de apoyo a los servicios que se requieren en dicha Ciudad, particularmente se puede constatar que tanto la subestaciones eléctrica como el boulevard ya se encontraban presentes desde hace más de 20 años.

TENDENCIA EN LA REGIÓN ECOLÓGICA



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 desarrollarán como parte del **Proyecto**, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (Positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la tabla siguiente, se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo. La **tabla de actividades del proyecto** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

IV.3.2. Indicadores de los factores ambientales

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los factores ambientales susceptibles de afectar en el área del **Proyecto**. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. Para ello, en esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. En esta etapa también se prevén los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de factores ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el **Capítulo I** referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el **Capítulo III** sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los factores ambientales susceptibles de afectación en el área del **Proyecto** y su **AI**, el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones. La **tabla de factores ambientales e indicadores** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

IV.3.3. Identificación de las interacciones

Una vez identificadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos)[3] así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los

[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.

componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

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

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

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 que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
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 equ**ipo, 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, p**odrían 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 reforestación 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 mantenimiento	• Para la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, **se pudieran tener una pérdida de suelo al considerar algún mantenimiento que requiera movimiento de tierras o en caso de que llegara**

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
			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 habilitación 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.
		Operación y	• El **nivel de ruido es mínimo para la etapa de operación y únicamente se podría modificar en el**

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
		mantenimiento	**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**.
	- Calidad (características físicas y químicas)	Preparación del sitio Construcción	• En el caso de la calidad del agua, **la afectación puede darse por la posible contaminación con tierra, aceites, grasas, hidrocarburos de los equipos y maquinaria en el agua superficial que se ubican en el AI del Proyecto para las etapas de preparación de sitio y construcción**; No obstante lo anterior, se tiene establecido una zona de restricción para protección del recurso hídrico, con lo cual se evitará dichas afectaciones.
		Operación y mantenimiento	• **En el caso de la etapa de operación y mantenimiento, se puede tener afectación a la calidad del agua superficial en caso de haber un mal manejo de residuos y mal manejo o derrame de aguas residuales,** por las actividades de mantenimiento. No obstante lo anterior, se tiene establecido una zona de restricción para protección del recurso hídrico, con lo cual se evitará dichas afectaciones.
Hidrología superficial	**Modificación de escurrimientos superficiales y cuerpos de agua temporales**	Preparación del sitio Construcción	• **En el caso de la posible modificación de escurrimientos superficiales se considera que este impacto podría tener como alcance los escurrimientos presentes en el AP,** principalmente en las líneas de transmisión. Sin embargo, el **Proyecto** considera respetar los escurrimientos superficiales presentes en el área de desarrollo del **Proyecto**, tanto en la línea de transmisión como en el área del **proyecto.**
		Operación y mantenimiento	
		Cierre y abandono	• Y en el **caso de la etapa de cierre, por las actividades de desmantelamiento, existiendo maquinaria que pude generar interrupciones al flujo hidrológico**.
HIDROLOGÍA	**Calidad de agua**	Preparación del sitio y	• En el caso **de la calidad del agua, la afectación puede darse por la posible infiltración de**

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
SUBTERRÁNEA	**subterránea**	construcción	**aceites, residuos y aguas residuale**s 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 de tipo mezquital xerófilo, 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 poblaciones de especies considerando especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010** **Cobertura vegetal y los servicios ambientales que**	Preparación del sitio y construcción	• **La riqueza y abundancia de las especies de flora, así como la cobertura vegetal forestal de tipo mezquital xerófilo, se verá directamente afectada por las actividades de desmonte y despalme**, al implicar la remoción directa de los individuos.
		Desmantelamiento y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto,** la vegetación será restituida en todo el sitio del **Proyecto**.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
	brinda al ecosistema		
FAUNA	**Riqueza y abundancia de poblaciones de especies considerando especies en NOM-059.SEMARNAT-2010**	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. • El **ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio ahuyentará a los individuos de fau**na que se puedan ubicar en dichas áreas de trabajo.
	Hábitat (considerando todos los servicios	Preparación del sitio y construcción	• En el **caso del hábitat, la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de vegetación de tipo mezquital xerófilo, 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.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las interacciones que pueden producir afectaciones a los componentes ambientales presentes en el AP
	ambientales que brinda a la fauna)	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**.
OCIAL	**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

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

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

Indicador Ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
				PSyC	OyM	DyA
Suelo	**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
	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	**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
	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 superficial	HSUP1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del	**HSUP1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial** por la posible generación, manejo inadecuado de residuos líquidos y sustancias contaminantes durante todas las etapas del Proyecto.	x	x	x

Indicador Ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
				PSyC	OyM	DyA
	agua superficial.					
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales temporales	**HSUP2**	**Modificación de escurrimientos superficiales temporales,** modificación temporal de la dinámica del escurrimiento superficial intermitente de primer orden identificado dentro del Área del Proyecto, derivada de la ejecución del cruce subterráneo de la línea de interconexión en el derecho de vía de la línea de transmisión.	x		
Hidrología subterránea	**HSUB1.** Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	**HSUB1**	**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.	x	x	x
	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	**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		
	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		

Indicador Ambiental	Denominación	Clave	Descripción	Etapa		
				PSyC	OyM	DyA
	FAU3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	**FLO3**	**Afectación a individuos de especies de flora 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		
Fauna	**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
	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	
	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	**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	**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 **16 impactos ambientales**, de los cuales **15 son negativos** y **uno es positivo**, relacionado con la generación de empleos. Los impactos negativos serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

IV.3.6. Caracterización y valoración de los impactos

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales identificados, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos ambientales a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación. La **tabla de valoración de impactos ambientales** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

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

A continuación, 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.

Tabla I0.4. 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**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Preparación del sitio	**Delimitación del área del proyecto, desmonte, despalme y limpieza**	**Aire**	AIR1. **Afectación de la calidad del aire** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2.M**odificación del nivel sonoro** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad).*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo** *Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Relación de acciones propuestas contra las realizadas

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.			**M2**	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Reportes en el **PVA** Anexo Fotográfico
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales *Por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del Proyecto y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá protegida la zona donde se localiza dentro del área del proyecto el escurrimiento intermitente **PERIODO**: Etapas de PS y C, **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA de las áreas de protección a escurrimiento intermitente Anexo Fotográfico**
						M18	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Obras de protección, como encauzamientos y obras de drenaje pluvial **PERIODO**: Etapas de PS y C, **PLAZO**: Durante todas las etapas del proyecto	Relación de acciones propuestas contra las realizadas Reportar en el PVA Anexo fotografico

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** *Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse por un mal manejo de residuos durante las obras y actividades en la etapa de preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Mediana** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Flora	FLO1. **Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre** *Considerando las especies con mayor abundancia dentro del área del **Proyecto**, esto debido a las acciones de desmonte, despalme y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción.* FLO3. **Afectación a**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Alta**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C. **PLAZO:** Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%	Porcentaje % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses
						M11	**NOMBRE: PROGRAMA DE REFORESTACIÓN** **OBJETIVO:** Reforestar una superficie igual a la remoción de vegetación con especies nativas de la Región ecológica donde se desarrollará el **Proyecto**, considerando el monitoreo de dicha reforestación considerando una sobrevivencia de 80%. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C.	Porcentaje % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			individuos de especies de flora en riesgo *En caso de mortandad o daño accidental de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*				**PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%.	periodo de 6 meses. Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M13	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
						M14	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina. **PERIODO**: Etapas de PS.	Evidencias documentales

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Durante los años de la etapa de PS.	
						M15	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
						M16	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la habilitación de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS	Evidencias documentales
			FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal. *Debido a la remoción directa de la vegetación forestal de tipo mezquital xerófilo en el AP , aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO2,*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Alta**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%	% de individuos rescatados con valor ecológico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo
						M11	**NOMBRE: PROGRAMA DE REFORESTACIÓN**	% de individuos reforestados

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.				**OBJETIVO:** Reforestar una superficie igual a la remoción de vegetación con especies nativas de la Región ecológica donde se desarrollará el **Proyecto,** considerando el monitoreo de dicha reforestación considerando una sobrevivencia de 80%. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%.	con valor ecológico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del periodo % Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto,** pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M13	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto,** evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
						M14	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por	Bitácora de acciones realizadas/

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Evidencias documentales
						M15	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Evidencias documentales
						M16	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la habilitación de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
		Fauna	**FAU1.** Afectación de la abundancia y riqueza de poblaciones de especies de fauna silvestre. *Considerando el registro de especies, esto por las limitantes*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			*que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad, así como por la alteración de la cadena trófica al incrementarse número de depredadores generalistas.*			**M7**	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación, para posteriormente monitorear su establecimiento en el nuevo ecosistema. **PERIODO**: Con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
		Fauna	FAU2. **Afectación al hábitat de las especies de fauna**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies.	Porcentaje % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			Generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo mezquital xerófilo, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies				**PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%	ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses
						M11	**NOMBRE: PROGRAMA DE REFORESTACIÓN** **OBJETIVO:** Reforestar una superficie igual a la remoción de vegetación con especies nativas de la Región ecológica donde se desarrollará el **Proyecto,** considerando el monitoreo de dicha reforestación considerando una sobrevivencia de 80%. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C y considerando la sobrevivencia de los individuos rescatados en un porcentaje de 80%.	Porcentaje % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del periodo de 6 meses. Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	temas capacitados
			FAU3. **Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas** *En caso de mortandad o daño accidental de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el caso del grupo de los reptiles, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M7	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación, para posteriormente monitorear su establecimiento en el nuevo ecosistema. **PERIODO**: Con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
	Trazo, nivelación, excavaciones, compactaciones, cortes y rellenos	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia,*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			pérdida de su permeabilidad).			**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo. *Ocasionado por las actividades de*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Relación de acciones propuestas y contra las realizadas

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.			**M2**	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**	Bitácoras de residuos,

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			deriven en las áreas de agua superficial.				OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. 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**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse				**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados.
						M3	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales: Bitácoras de renta **Anexo fotográfico**

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			HSUB2. **Disminución de la infiltración.** *Por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las actividades de trazo, nivelación, excavaciones, compactaciones*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** *Por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos en la etapa de Preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M6**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la habilitación de áreas afectadas. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Obras y actividades provisionales y complementarias	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M2**	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapas de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			HSUB2. **Disminución de la infiltración.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M6**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la habilitación de áreas afectadas. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** Anexo Fotográfico

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
	Generación de residuos	**Suelo**	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								final. N° de derrames atendidos de manera correcta
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
Construcción	**Construcción de obras de drenaje, instalación del 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, tendido del cable de la Línea de Interconexión**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de Construcción, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto,** pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado durante la etapa de construcción*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			(calidad) del suelo. *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad)*				residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.** *Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP.** **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Relación de acciones propuestas, contra las realizadas
						M2	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA Anexo Fotográfico**

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.					
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS,** **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								manera correcta
			HSUB2. **Disminución de la infiltración.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Fauna	FAU2.**Afectación al hábitat de las especies de fauna:** *Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M7**	**NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
	Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio, supervisión local y remota	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
Operación y mantenimiento	**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**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante el mantenimiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo para las actividades de mantenimiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia,*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			pérdida de su permeabilidad) durante las actividades de mantenimiento			**P1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Fauna	FAU2.**Afectación al hábitat de las especies de fauna:** *Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M7**	**NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			FAU1 y FAU3. **Afectación a individuos de especies de fauna silvestre, en riesgo y endémicas** *En caso de mortandad o daño accidental de los*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
			individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el caso del grupo de los reptiles y anfibios, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.			**M7**	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación, para posteriormente monitorear su establecimiento en el nuevo ecosistema. **PERIODO**: Con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**		**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
Cierre de operaciones y Abandono	**Desmantelamiento y cierre de las instalaciones**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios para las actividades de construcción durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapa de construcción. **PLAZO**: Etapa de construcción.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						P1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI’s, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Fauna	FAU1. **Afectación a las zonas de desplazamiento de fauna silvestre**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M7**	**NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE** **OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Todas las etapas. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						P3	**NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS,** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente en el que incide	Impacto ambiental	Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros	Efectos	Tipo de Medida Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
								generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

(1) Los parámetros fueron tomados de la tabla de valoración de los impactos ambientales

Preparación del sitio: PS, Construcción: C, Operación y mantenimiento: O y M, Cierre de operaciones: CO, Desmantelamiento: M, Abandono: A.

(2) Los parámetros para las medidas son Prevención: P, Mitigación: M y Compensación: C.

IV.5. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas

Como se menciona en el Capítulo III de la **MIA-R**, en la **RE**, **AI** y **AP** se identifican pocas actividades pero que si pueden generar acumulación de impactos ambientales como lo son la presencia de la subestación eléctrica de la CFE, una ranchería y la presencia de un Boulevard que conecta a dicha subestación con la ciudad de Hermosillo.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en la **RE** y **AI** que se encuentran modificando los factores ambientales evaluados, englobados en actividades agropecuarias, las actividades industriales, las comunidades semi urbanas y las vías de comunicación que las conectan.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **RE**, se realizó una matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Asimismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la tabla de criterios básicos en donde el impacto presenta un valor de:

- ✓ 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- ✓ 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.
- ✓ 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.
- ✓ 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

Conforme a la tabla siguiente se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen en la **RE**, **AI** y **AP** actividades que son susceptibles de afectar a los componentes ambientales particularmente, la **RE**, no presenta actividades relevantes, ya que se ubica en una de las áreas más distantes, dentro de la zona limítrofe de la ciudad de Hermosillo, en este sentido las obras y actividades que se establecen actualmente refieren a una **Subestación eléctrica “Hermosillo”** de la **CFE**, parte del Boulevard José Alberto Healy Noriega y una **Ranchería** conocida como “La Caridad”, en el área se observa principalmente **vegetación forestal** de tipo mezquital xerófilo. La **tabla de impactos ACUMULATIVOS** también se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

Figura I0.4. Region Ecológica con la implementación del **Proyecto**

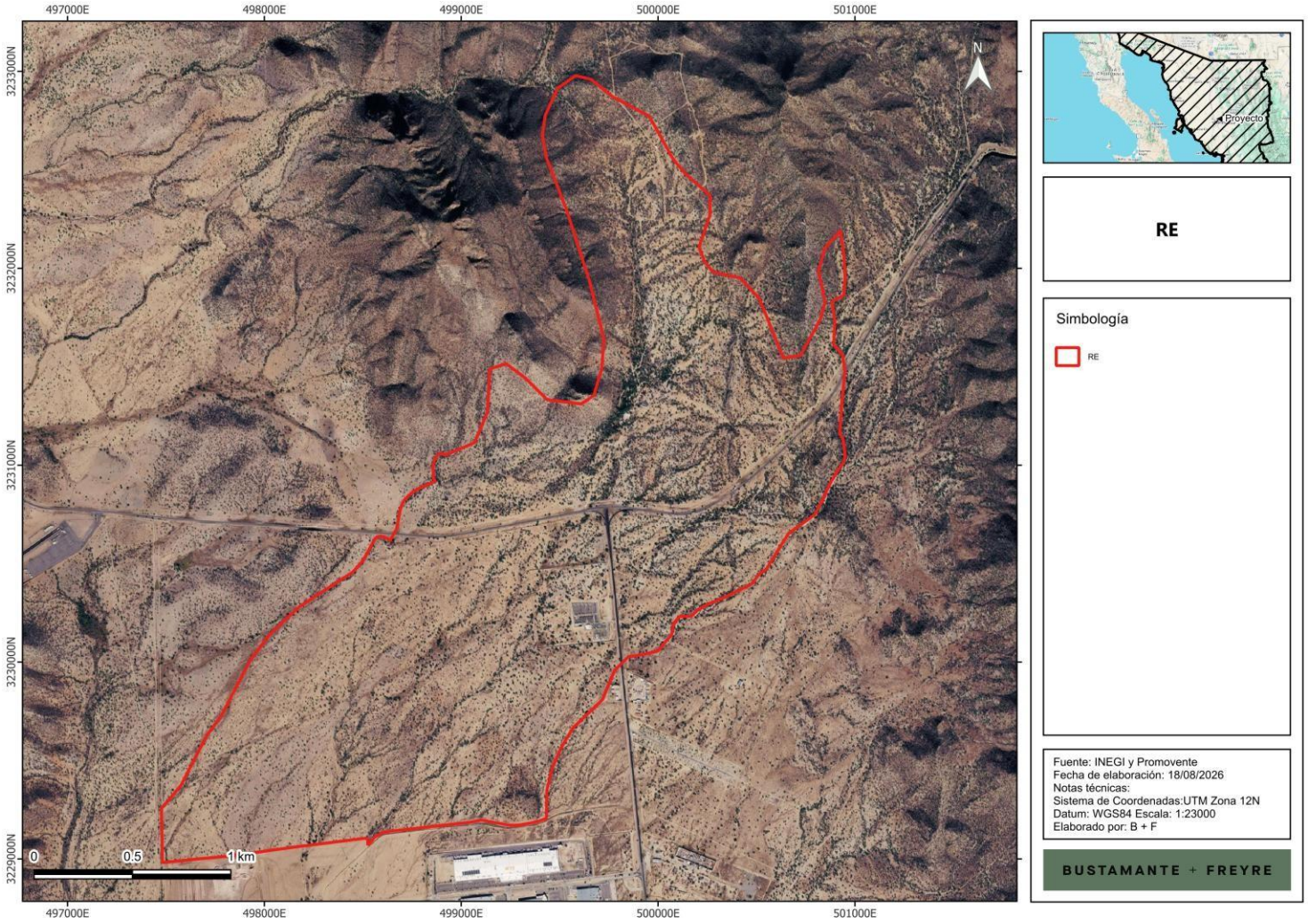


Tabla IV.5. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en la **RE**

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación de los impactos ambientales identificados para el Proyecto	Ranchería	Camino: Boulevard	Subestación eléctrica de CFE	Proyecto
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	**SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	♦	♦	♦	♦
	Procesos Erosivos	**SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.**	♦	♦	♦	♦
Aire	Calidad del aire	**AIR1. Afectación de la calidad del aire.**		♦	♦	♦
	Nivel de ruido	**AIR2. Modificación del nivel sonoro.**		♦	♦	♦
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	**HSUP1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**			♦	♦
	Escurrimientos intermitentes	**HSUP2. Posible afectación de los patrones de escorrentías intermitentes.**	♦		♦	♦
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**		♦	♦	♦
	Infiltración	**HSUB2. Disminución de la infiltración.**		♦	♦	♦
Flora	Abundancia y riqueza de flora	**FLO1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre.**	♦	♦	♦	♦
	Cobertura	**FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y perdida de sus servicios ambientales**	♦	♦	♦	♦
	Abundancia y riqueza de flora en riesgo	**FLO3. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de flora en riesgo.**	♦	♦	♦	♦
Fauna	Abundancia y riqueza de fauna	**FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre.**	♦	♦	♦	♦
	Hábitat	**FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna (Considerando todos los servicios ambientales que brinda a la fauna)**	♦	♦	♦	♦
	Abundancia y riqueza de fauna en riesgo	**FAU3. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna en riesgo.**	♦	♦	♦	♦

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación de los impactos ambientales identificados para el Proyecto	Ranchería	Camino: Boulevard	Subestación eléctrica de CFE	Proyecto
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	♦	♦	♦	♦

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

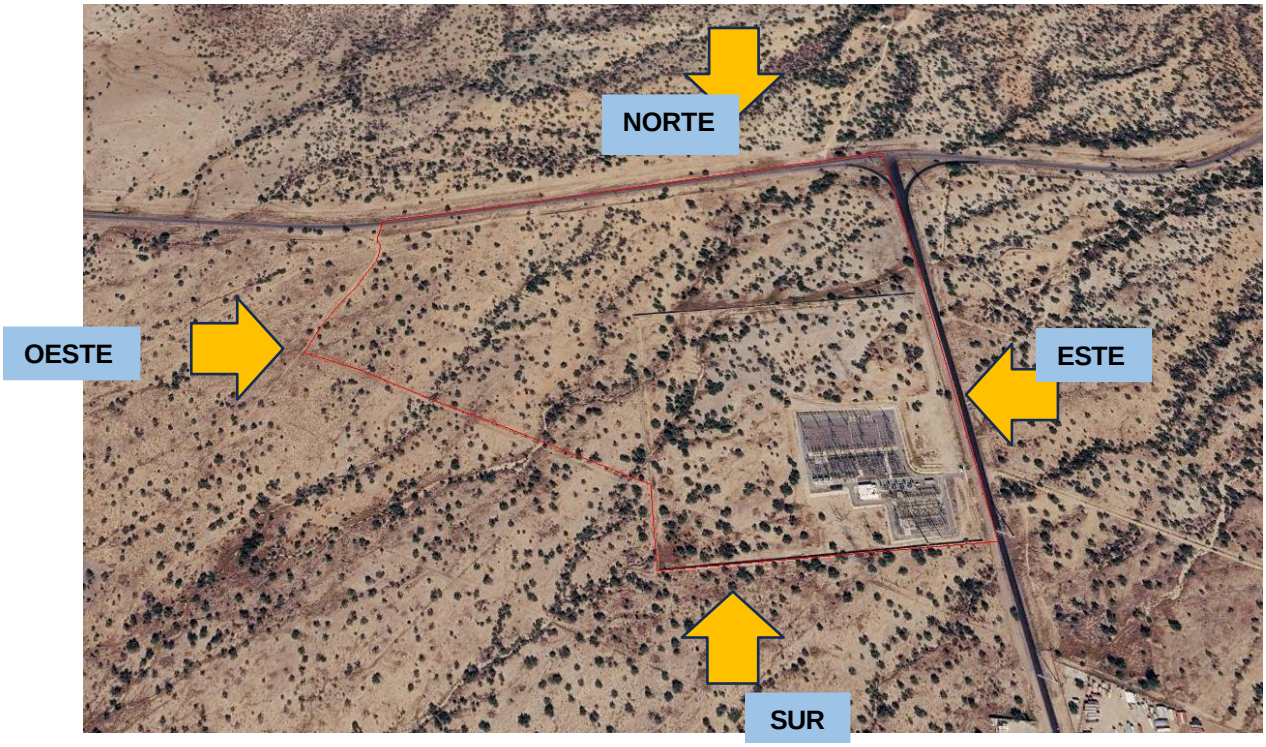
La delimitación del **Área de Influencia AI** se realizó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos, que puedan tener alguna interacción con las obras y actividades del **Proyecto,** sean analizados. Tomando en cuenta lo anterior, el **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus alcances y su naturaleza. Para determinar el área de influencia, entendida como la zona en la cual las interacciones entre **Proyecto**-**Ambiente** son más estrechas, se tomó en cuenta el alcance de los impactos ambientales más relevantes para el tipo de proyecto, por ejemplo, aquellos impactos que tienen un alcance fuera del área del **Proyecto** son las afectaciones a la calidad del aire por la dispersión de polvos, emisiones de vehículos y maquinaria, impactos indirectos por el incremento de personas y vehículos que acceden al sitio durante la construcción así como durante la operación.

Por lo tanto, para la delimitación de la Zona o Área de Influencia (**AI**) del proyecto, se tomaron en cuenta las definiciones que este término implica, bajo el entendido de que el **AI**, es la zona en la que los impactos que generen las actividades del proyecto podrían tener algunas repercusiones en los ámbitos físicos y biológicos, dicha área se considera la zona de interacción directa con el **Proyecto**, ya que recibiría los impactos que rebasan el **AP**, tales como afectaciones a la calidad del aire durante la preparación del sitio y construcción, así como ruido, por citar algunos, por lo tanto se considera como una zona de amortiguamiento de los efectos.

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

- Al norte: Acotado por el Boulevard José Alberto Healy Noriega
- Al este: También acotado por el Boulevard José Alberto Healy Noriega
- Al sur: Límite con el predio donde se ubica la Subestación eléctrica “Hermosillo” de la CFE
- Oeste: Camino de terracería que limita con la Subestación eléctrica.

Figura 0.5. Área de Influencia delimitado para el **Proyecto**.

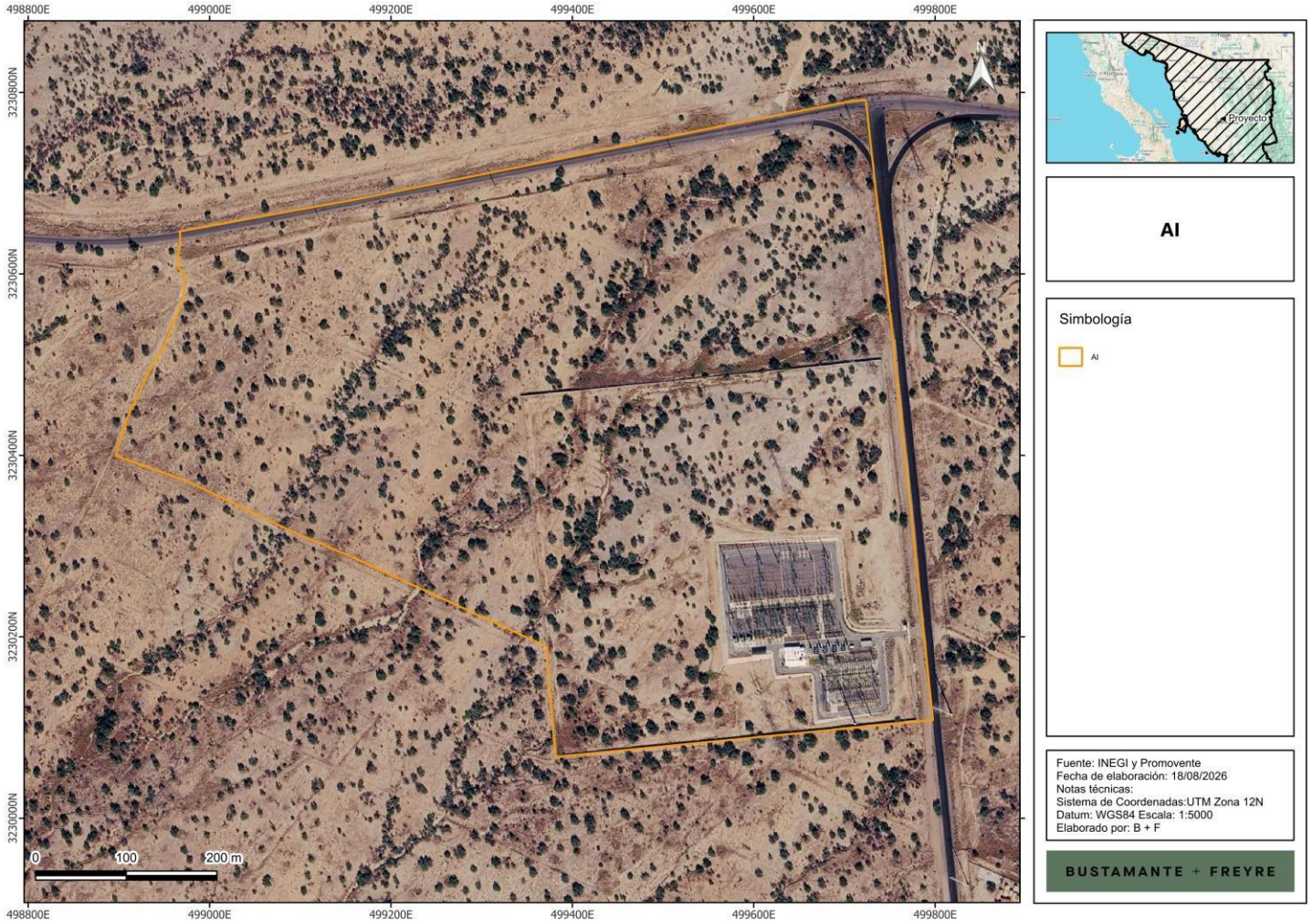


ANEXOS:

Anexo IV.3. Plano del Área de Influencia

Anexo IV.4. Coordenadas del Área de Influencia

Figura 0.6. Área de Influencia delimitada para el **Proyecto**



IV.6.1. Impactos Significativos

De acuerdo con la valoración y presentada en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**) realizada se destaca que bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, los impactos **AIR1, AIR2, HSUP1** y **HSUP2** presentan un valor de "**MODERADASMENTE SIGNIFICATIVO**", **SUE1**, y **HSUB1**, presentan un valor de "**SIGNIFICATIVO**", mientras que los impactos **SUE2, HSUB2, FLO1, FLO2, FLO3, FAU1, FAU2, FAU3** y **PAI1** presentan valores de "**MUY SIGNIFICATIVO**".

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos **SUE1, AIR1, AIR2, HSUP1 HSUP2** y **HSUB1**, cambian su nivel de significancia a "**No Significativo**"; mientras que los impactos **SUE2, HSUB2, FLO1, FLO2, FLO3, FAU1, FAU2, FAU3** y **PAI1** cambia su valor a "**Poco Significativo**". Los valores de significancia sin medidas y con medidas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla IV.6. 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	**MS**	**NS**

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
		movimiento de tierras, preparación del sitio y tránsito sobre caminos sin pavimentar.		
	AIR2. Modificación del nivel sonoro	**Incremento de los niveles de ruido** debido al empleo de maquinaria y equipos utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento del Proyecto.	**MS**	**NS**
Hidrología superficial	**HSUP1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial** por la posible generación, manejo inadecuado de residuos líquidos y sustancias contaminantes durante todas las etapas del **Proyecto**.	**MS**	**NS**
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales temporales	**Modificación de escurrimientos superficiales temporales,** modificación potencial, puntual y temporal de la dinámica del escurrimiento intermitente de primer orden identificado dentro del AP, localizado en el derecho de vía de la línea de transmisión, derivada del tránsito controlado de personal y equipo, así como de las actividades de tendido de conductores en sus inmediaciones durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto. La interacción potencial se limita a la compactación superficial o al arrastre puntual de partículas en caso de tránsito no controlado o de coincidencia de las actividades con eventos de precipitación. Estas afectaciones pueden prevenirse mediante la delimitación y señalización del cauce, restricción de tránsito, prohibición de acopios y disposición de materiales o residuos dentro del escurrimiento, así como supervisión ambiental durante las actividades de tendido.	**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**

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
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**
	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	**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**
Fauna	**FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna silvestre**	**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**
	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	**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	**MMS**	**PS**

Componente	Clave y denominación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
		presencia y operación de la infraestructura del Proyecto, así como por la alteración de los patrones de desplazamiento de la fauna silvestre nativa.		
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	**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**
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 ambientales Acumulativos

De acuerdo con el análisis de impactos ambientales con respecto al **RE** y **AI** se observa que todos los impactos ambientales determinados para el proyecto son **ACUMULATIVOS**. De acuerdo con lo anterior, se identifican actividades que son susceptibles de afectar los componentes ambientales presentes en la **RE**, **AI** y **AP** como lo son una **Subestación eléctrica “Hermosillo”** de la **CFE**, parte del Boulevard José Alberto Healy Noriega y una **Ranchería** conocida como “La Caridad”, en el área se observa principalmente **vegetación forestal** de tipo mezquital xerófilo, lo que, aunado a las actividades del **Proyecto**, se tendrían varias actividades afectando el mismo factor ambiental. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

IV.6.3. Impactos ambientales Sinérgicos

Para el caso de los impactos ambientales **SINÉRGICOS** se tiene los siguientes **AIR1**, **AIR2**, , **HSUB1**, **HSUB1**, **FAU1** y **PAI1**, son sinérgicos con una categoría de ligeros, mientras que los impactos ambientales **SUE1**, **SUE2**, **HSUP1**, **HSUP2**, **HSUB2**, **FAU2**, **FAU3** y son sinérgicos con una categoría de moderada. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

IV.6.4. Impactos Residuales

Se identificaron como impactos residuales susceptible de generarse por la implementación del Proyecto los impactos **SUE1**, **SUE2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FLO3**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

IV. 7. Estrategias donde se implementar las medidas de prevención y mitigación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en la **RE** e identificados en el presente Capítulo. La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la **MIA-R**, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas y/o acciones específicas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como "medidas particulares".

Así, se integraron las medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar. El resultado alcanzado se detalla en la siguiente tabla, donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los criterios anteriormente señalados. Las medidas ambientales fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de medidas, definidas en esta **MIA-R** como medidas de aplicación obligatoria.

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo del **Proyecto** con la conservación del medio natural y su biodiversidad, y sin menoscabo de las consideraciones incluidas anteriormente en este documento, se recomienda considerar la adopción de las siguientes medidas preventivas y correctoras para evitar o minimizar los efectos negativos por el desarrollo del **Proyecto**.

Tabla IV.7. Medidas ambientales de prevención y mitigación seleccionadas para el **Proyecto**.

Medida
Se implementarán el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**
Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.
Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.
Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.

Medida
Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la construcción de la obra producidos por la maquinaria y equipos usados durante la construcción del Proyecto; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
Se implementará un **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL SUELO.**
Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.
Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo.
Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.
Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.
Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.
Se implementará un **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**.
Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la habilitación de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.
El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina.
El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y troceado, y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.
Se aplicarán un **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE**.
Se implementarán un **PROGRAMA DE REFORESTACIÓN**
El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.
Se aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**.
El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.
En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.
Se aplicará un **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**.
Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.
Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.

En los anexos se incluyen de manera detallada las acciones que detallan todas las estrategias para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales.

ANEXOS:

Anexo IV.5. Estrategias para la prevención, mitigación y compensación

Finalmente, y aunque en la Guía que se consideró para el desarrollo del presente estudio no lo incluye, en los Anexos del presente capítulo se incluirán los pronósticos ambientales y la identificación de los instrumentos metodológicos de conformidad con lo establecido en el artículo 13, fracciones VII y VIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA); el cual establece lo siguiente:

> “*… Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*
>
> *(…)*
>
> *IV. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
>
> *…”*

Por lo anterior se incorporan el siguiente anexo: **Anexo IV.6 Pronósticos Ambientales.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

" SAEE LA LOMA "

ANEXO

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

Tabla de contenido

I. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL 3

I.1 Presentación de la información 3

I.1.1 Anexos presentados 3

I.2 Referencias Bibliográficas 9

I. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

I.1 Presentación de la información

El presente estudio se 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 DELTA Esc.2,860 Constitución
- Energía Firme Delta – Constancia sit fisc
- INE 2023-2033 Mauricio Buenrostro

Anexo I.2 SHP, KML, CSV

- Cartografía
    - Área libre
    - Arreglo general
    - Caminos
    - Colindancias
    - Contenedores

  - Cuenca hidrológica
  - CUST Fase 2
  - CUSTF Fase 1
  - DDV
  - Edificio OYM
  - Estaciones de interconexión
  - LI
  - Microcuencas
  - Obras provisionales
  - Red de media tensión
  - Región hidrológica
  - Subcuenca hidrológica
  - Subestación
  - Superficie temporal y permanente
  - Ubicación estatal y municipal
  - USV INEGI
  - Vías de acceso
- Coordenadas
  - CUSTF
  - Superficies de componentes
- KMZ
  - AI
  - RE
  - SAEE
- SHP
  - Componentes
    - Área libre
    - Caminos
    - Contenedores
    - DDV
      - Edificio O&M

- Estaciones de transformación
- MV
- Obras provisionales
- Subestación

- Uso de suelo observado

Anexo I.3 Memoria técnica

Anexo I.4 Memoria de cálculo

Anexo I.5 Programa de cierre

Capítulo II

- Anexo Capítulo II

Capítulo III

Anexo III.1 RE AI

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

Anexo III.2 Listados potenciales de flora y fauna

Anexo III.3 Flora

- Cartografía

  - Rodales
  - Ubicación rodales
- Reportes fotográficos
  - AI
  - AP
  - RE
- Curvas de acumulación de flora
- Memorias de cálculo de diversidad de flora

Anexo III.4 Fauna

- Cartografía
  - Cámaras Sherman
  - Cámaras trampa
  - Observación de aves
  - Transectos de herpetofauna
  - Transectos de mamíferos
  - Ubicación observación de aves
  - Ubicación de transectos de herpetofauna
  - Ubicación de transectos de mamíferos
- Reportes fotográficos
- Memorias de cálculo de diversidad de fauna

Anexo III.5 Caracterización ambiental

- Planos
  - Plano 01 – Delimitación RE
  - Plano 02 – 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
- Plano 30 – Red hidrográfica cuerpos de agua
- Plano 31 – Red hidrográfica cuerpos de agua AP
- Plano 32 – Humedales
- Plano 33 – Hidrología subterránea
- Plano 34 – Calidad del agua subterránea
- Plano 35 – USV RE
- Plano 36 – USV AI
- Plano 37 – USV AP
- Plano 38 – Corredor biológico
- Plano 39 – Corredor bioclimático
- Plano 40 – Rodales

- Plano 41 – Transectos herpetofauna
- Plano 42 – Transectos mamíferos
- Plano 43 – Cámaras trampa
- Plano 44 – Trampas Sherman
- Plano 45 – Observación aves

- Caracterización ambiental

Capítulo IV

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

Anexo IV.2 Matriz de impactos ambientales

Anexo IV.3 Plano del área de influencia

Anexo IV.4 Coordenadas del Área de influencia

- AI RE
- Coordenadas Área de Influencia

Anexo IV.5 Estrategias para la prevención, mitigación, compensación y restauración 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.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

"SAEE LA LOMA"

MEMORIA TÉCNICA

PROMOVENTE

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO
2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

ÍNDICE

I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO....6
I.1. Información general del proyecto, plan o programa....6
I.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa....7
I.1.2. Justificación....8
I.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto....9
I.1.3.1. Ubicación física del Proyecto....9
I.1.3.2. Uso de suelo y vegetación....13
I.1.3.3. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)....15
I.1.3.4. Dimensiones del Proyecto....18
I.1.4. Inversión requerida....20
I.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa....21
I.2.1. Componentes principales del SAEE....22
I.2.1.1. Contenedores de baterías....22
I.2.1.2. Sistema de conversión de potencia (“PCS”)....24
I.2.1.3. Estaciones de transformación de media tensión....25
I.2.1.4. Sistema de gestión de baterías....27
I.2.1.5. Sistema de control y monitoreo (EMS y SCADA)....27
I.2.1.6. Sistema de control térmico por refrigeración líquida....27
I.2.1.7. Sistema de detección y supresión de incendios....27
I.2.2. Sistemas de conexiones eléctricas....28
I.2.2.1. Cableado de baja tensión....28
I.2.2.2. Cableado de media tensión (34.5 kV)....28
I.2.2.3. Suministro a servicios auxiliares....29
I.2.3. Sistema de puesta a tierra....29
I.2.4. Protecciones eléctricas....30
I.2.5. Sistema de seguridad y vigilancia....30
I.2.6. Subestación elevadora....30
I.2.6.1. Consideraciones generales....30
I.2.6.2. Transformador de potencia....31
I.2.6.3. Interruptores....32
I.2.6.4. Seccionadores o cuchillas....33
I.2.6.5. Transformadores de medida y/o potencial....34
I.2.6.6. Sistema de protección y control....35
I.2.6.7. Barras colectoras....35
I.2.6.8. Sistema de puesta a tierra....36
I.2.6.9. Edificio de control....37
I.2.7. Línea de interconexión....37
I.2.7.1. Características generales de la línea de interconexión....39
I.2.7.2. Trazo y ubicación de la estructura de la línea de interconexión....39
I.2.7.3. Conductores....41
I.2.7.4. Aisladores....42
I.2.7.5. Estructura de soporte (torre)....42
I.2.7.6. Cimentaciones....46
I.2.7.7. Sistemas de Protección....46

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2.7.8. Accesorios 47
I.2.8. Edificio de operación y mantenimiento (O&M) 47
I.2.9. Componentes permanentes secundarios 48
I.2.9.1. Caminos internos y de acceso 48
I.2.9.2. Obras de drenaje pluvial 49
I.2.9.3. Cercado perimetral, videovigilancia e iluminación 50
I.2.10. Obras provisionales 50
I.2.10.1. Área de faenas 50
I.2.10.2. Almacén temporal de residuos 50
I.2.10.3. Área de maniobras 51
I.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones) 51
I.2.12. Obra civil y electromecánica 53
I.3. Programa de trabajo 53
I.3.1. Representación gráfica regional 55
I.3.2. Representación gráfica local 58
I.4. Descripción de las etapas del Proyecto 61
I.4.1. Actividades Previas 61
I.4.2. Preparación del sitio 62
I.4.2.1. Trazo y Delimitación del sitio del Proyecto 62
I.4.2.2. Desmonte y despalme 62
I.4.2.3. Instalación de obras provisionales 63
I.4.2.4. Delimitación perimetral 63
I.4.3. Construcción 64
I.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras 64
I.4.3.2. Construcción de obras de drenaje 64
I.4.3.3. Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación 64
I.4.3.4. Conformación de plataformas, accesos y caminos internos 64
I.4.3.5. Instalación del SAEE 65
I.4.3.6. Instalación de la red subterránea de media tensión 65
I.4.3.7. Construcción de la Subestación Elevadora 65
I.4.3.8. Excavación de cimentaciones de subestación 65
I.4.3.9. Instalación de la Torre de la Línea de Interconexión 65
I.4.3.10. Tendido del cable de la Línea de Interconexión 66
I.4.3.11. Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio 66
I.4.4. Operación y Mantenimiento 66
I.4.4.1. Mantenimiento preventivo 67
I.4.4.2. Mantenimiento correctivo 67
I.4.4.3. Mantenimiento predictivo 67
I.4.5. Desmantelamiento 68
I.5. Requerimientos de Recursos 68
I.5.1. Personal 68
I.5.2. Agua 69
I.5.3. Energía eléctrica 70
I.5.4. Combustibles 71
I.5.5. Maquinaria y equipo 72
I.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales) 74
I.5.7. Residuos y aguas residuales 74

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.5.7.1. Manejo de aguas residuales 74
I.5.7.2. Manejo de residuos 74
I.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido 77
I.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero 78
I.6.1. Emisiones a la atmósfera 78
I.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa 78
I.6.3. Conceptos básicos sobre GEI 83
I.6.4. Cálculo de CO_2 equivalente 83
I.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI 84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Características generales del Proyecto 6
Tabla I.2. Coordenadas del centro y vértices generales del polígono del Proyecto 13
Tabla I.3. Uso de suelo y vegetación del Proyecto 13
Tabla I.4. Uso de suelo y vegetación de cada componente 14
Tabla I.5. Superficie forestal 15
Tabla I.6. Superficies del Proyecto por componente, tipo de obra y sellamiento 19
Tabla I.7. Características generales del Proyecto 21
Tabla I.8. Principales características de los contenedores de baterías 23
Tabla I.9. Características principales de las estaciones de transformación de media tensión 25
Tabla I.10. Características generales de la línea de interconexión 39
Tabla I.11. Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión. 39
Tabla I.12. Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre). 42
Tabla I.13. Programa de trabajo del Proyecto 54
Tabla I.14. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto. 69
Tabla I.15. Resumen del requerimiento de agua por etapa. 70
Tabla I.16. Estimación preliminar de consumo de combustibles 71
Tabla I.17. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción 72
Tabla I.18. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento 73
Tabla I.19. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento 73
Tabla I.20. Clasificación de residuos a generar por etapa. 75
Tabla I.21. Emisiones atmosféricas principales por etapa 78
Tabla I.22. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI. 80
Tabla I.23. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001) 83
Tabla I.24. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022) 84
Tabla I.25. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Ubicación del Proyecto 10
Figura I.2. Colindancias respecto al Proyecto 11
Figura I.3. Vías de acceso al Proyecto 12
Figura I.4. Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto (verificada en campo) 14

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.5. Superficies por intervenir en la primera fase de desarrollo del Proyecto 16
Figura I.6. Superficies por intervenir en la segunda fase de desarrollo del Proyecto 17
Figura I.7. Componentes del Proyecto 20
Figura I.8. Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías 23
Figura I.9. Ubicación de los contenedores de baterías 24
Figura I.10. Ejemplo de estación de transformación de media tensión 25
Figura I.11. Ubicaciones de las estaciones de transformación 26
Figura I.12. Ubicación de la red de media tensión 29
Figura I.13. Ejemplo de transformador de potencia 31
Figura I.14. Ubicación de la subestación elevadora 32
Figura I.15. Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto 33
Figura I.16. Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral 34
Figura I.17. Ejemplo de transformador de potencia 34
Figura I.18. Ejemplo de arreglo de barras colectoras 35
Figura I.19. Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras 36
Figura I.20. Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones 37
Figura I.21. Ubicación de la línea de interconexión 38
Figura I.22. Ubicación de los componentes de la línea de interconexión 40
Figura I.23. Cable ACSR 1113 KCM 41
Figura I.24. Aislador sintético de suspensión 42
Figura I.25. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 115 kV de suspensión 43
Figura I.26. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 115 kV de deflexión 44
Figura I.27. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 115 kV de deflexión 45
Figura I.28. Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 115 kV 46
Figura I.29. Ubicación del edificio de operación y mantenimiento. 48
Figura I.30. Ubicación de caminos internos y de acceso en el Proyecto. 49
Figura I.31. Ubicación de las obras provisionales 51
Figura I.32. Ubicación del área libre 52
Figura I.33. Representación gráfica regional del Proyecto 56
Figura I.34. Regional Hidrológica en la que se ubica el Proyecto 57
Figura I.35. Cuenca Hidrológica en la que se ubica el Proyecto. 58
Figura I.36. Representación gráfica local del Proyecto. 59
Figura I.37. Subcuencas en donde se ubica el Proyecto. 60
Figura I.38. Microcuenca en las que se ubica el Proyecto 61
Figura I.39. Actividades típicas de desmonte y despalme 63
Figura I.40. Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión 66

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

El proyecto denominado “**SAEE La Loma**” (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 Delta, S.A.P.I. de C.V.**, en el municipio de Hermosillo, estado de Sonora.

El **Proyecto** tendrá una potencia neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 160 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia neta de descarga. En consecuencia, la energía neta de diseño en el punto de interconexión será de hasta 640 MWh., ubicado en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 828.48 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 160 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 La Loma, 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**:

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

Nombre del Proyecto	SAEE La Loma
Promovente	Energía Firme Delta, S.A.P.I. de C.V.
RFC del promovente	EFA260626459
Representante legal	Mauricio Buenrostro Ruiz
Domicilio para notificaciones	Vía Rápida Ote 15000, Interior 1008, Colonia Chapultepec Alamar, C.P. 22110, Tijuana, Baja California

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Hermosillo, en el estado de Sonora. A desarrollarse en un predio ubicado en Camino a Mina Los Pilares s.n., Lista Blanca, Código Postal 83118
Capacidad nominal total instalada de baterías	Hasta 828.48 MWh
Potencia neta de inyección y retiro en el POI	Hasta 160 MW
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 640 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. 120 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh)
No. de unidades de conversión de potencia (PCS)	Aprox. 120 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA)
No. de estaciones de transformación de MT	Aprox. 30
Subestación elevadora	Transformador elevador 34.5 kV / 230 kV
Línea de Transmisión	Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 236 m, hacia SE La Loma
Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE La Loma, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad ("**CFE**")
Superficie total del polígono del Proyecto	9.4113 ha
Duración del Proyecto	2 años preparación de sitio y construcción + 40 años operación y mantenimiento + 1 año desmantelamiento y abandono.
Inversión estimada	**USD** 117.3 millones

I.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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

I.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 Hermosillo, Sonora, 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 9.4113 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, porque la energía puede consumirse cuando realmente se necesita en vez de perderse o forzar generación adiciona.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Hermosillo, Sonora, cercano a la Subestación SE La Loma 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 La Loma 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 de vegetación secundaria y de 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.

I.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto

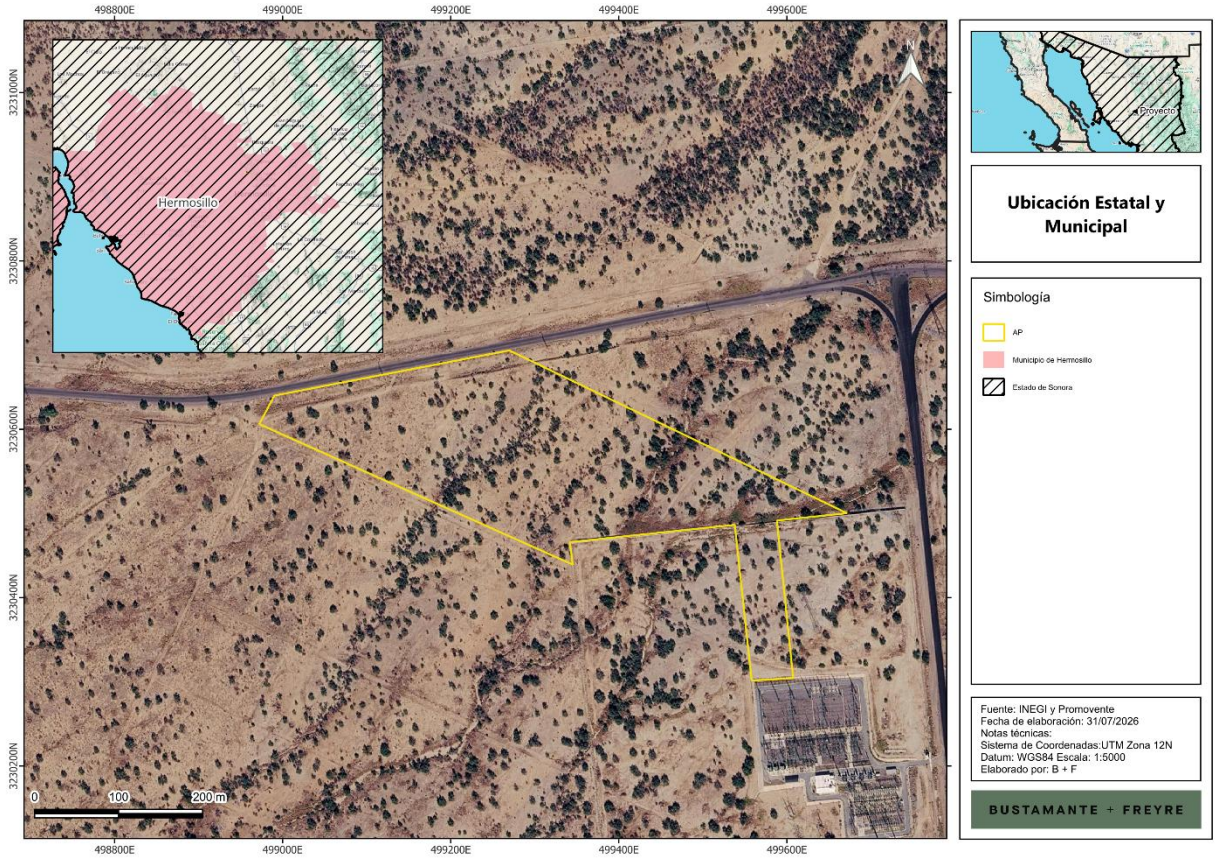
I.1.3.1. Ubicación física del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora, específicamente en un predio de propiedad privada ubicado en Camino a Mina - Los Pilares s.n., Lista Blanca, Código Postal 83118, en una zona situada aproximadamente a 14 kilómetros al norte del centro de la ciudad. El acceso principal al sitio se realiza a través del Boulevard José Alberto Healy Noriega, conectándose con un camino pavimentado Mina Los Pilares, que facilitan el ingreso al predio.

El **Proyecto** se ubica en el municipio de Hermosillo, Sonora, cuya región se caracteriza por presentar un relieve predominantemente plano, así como por una accesibilidad adecuada a través de caminos pavimentados (a Mina Los Pilares) que enlazan con el Boulevard José Alberto Healy Noriega hacia el Parque Industrial Hermosillo Norte. La ubicación general del **Proyecto** dentro del estado se presenta en la siguiente Figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.1. Ubicación del Proyecto



Colindancias del Proyecto

El municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora, sitio de ubicación del **Proyecto**, se localiza en la porción centro - oeste del estado, colindando al norte con los municipios de Pitiquito, Carbó y San Miguel de Horcasitas, al este con Ures, Mazatán y La Colorada, y al oeste y sur con el Golfo de California, dentro de una región denominada llanura costera del desierto, con predominancia desértica característica del norte del país.

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

Hacia el norte, el polígono del **Proyecto** colinda con una carretera pavimentada que une la Mina Los Pilares, con la Carretera Federal 15, Hermosillo – Santa Anna y el Rancho La Claridad, utilizado para la práctica de senderismo.

Hacia el sur, el polígono limita con Subestación SE La Loma, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) y punto de interconexión con el **Proyecto**.

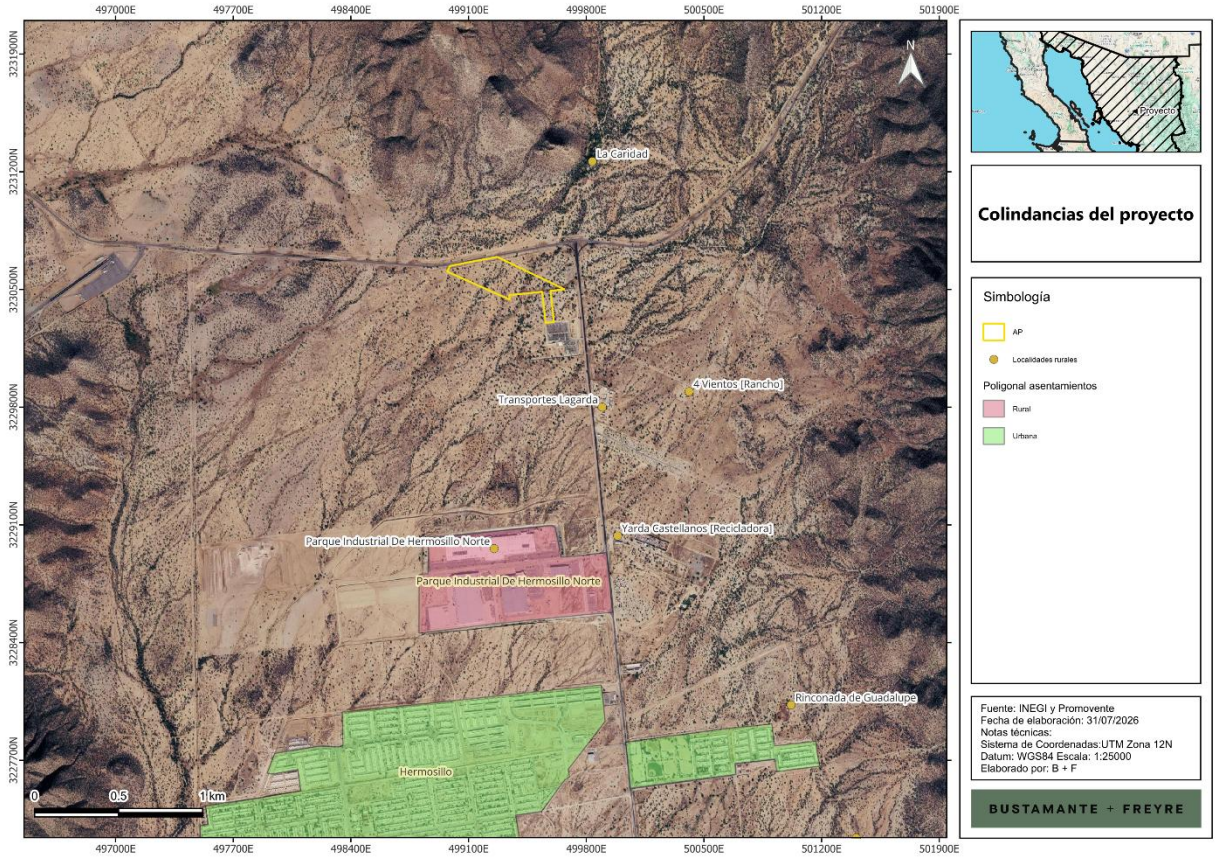
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Hacia el este, el polígono se encuentra en contacto con predios con vegetación natural y a aproximadamente 100 metros se ubica Boulevard José Alberto Healy Noriega, mismo que entronca al norte con el camino Mina Los Pilares.

Hacia el oeste, el **Proyecto** colinda con superficies con vegetación natural y a aproximadamente 2,200 metros se encuentra el Autódromo Cerro Colorado.

En conjunto, estas colindancias confirman que el **Proyecto** se emplaza en un entorno con comunicación terrestre adecuada, a una distancia razonable de los centros de población y una posición estratégica con relación a otros proyectos de energía eléctrica en la región, condición que favorece su implementación, al reducir las restricciones de acceso, facilitar la movilización de recursos durante sus distintas etapas y permitir una mejor articulación con la infraestructura y los servicios disponibles en la región.

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



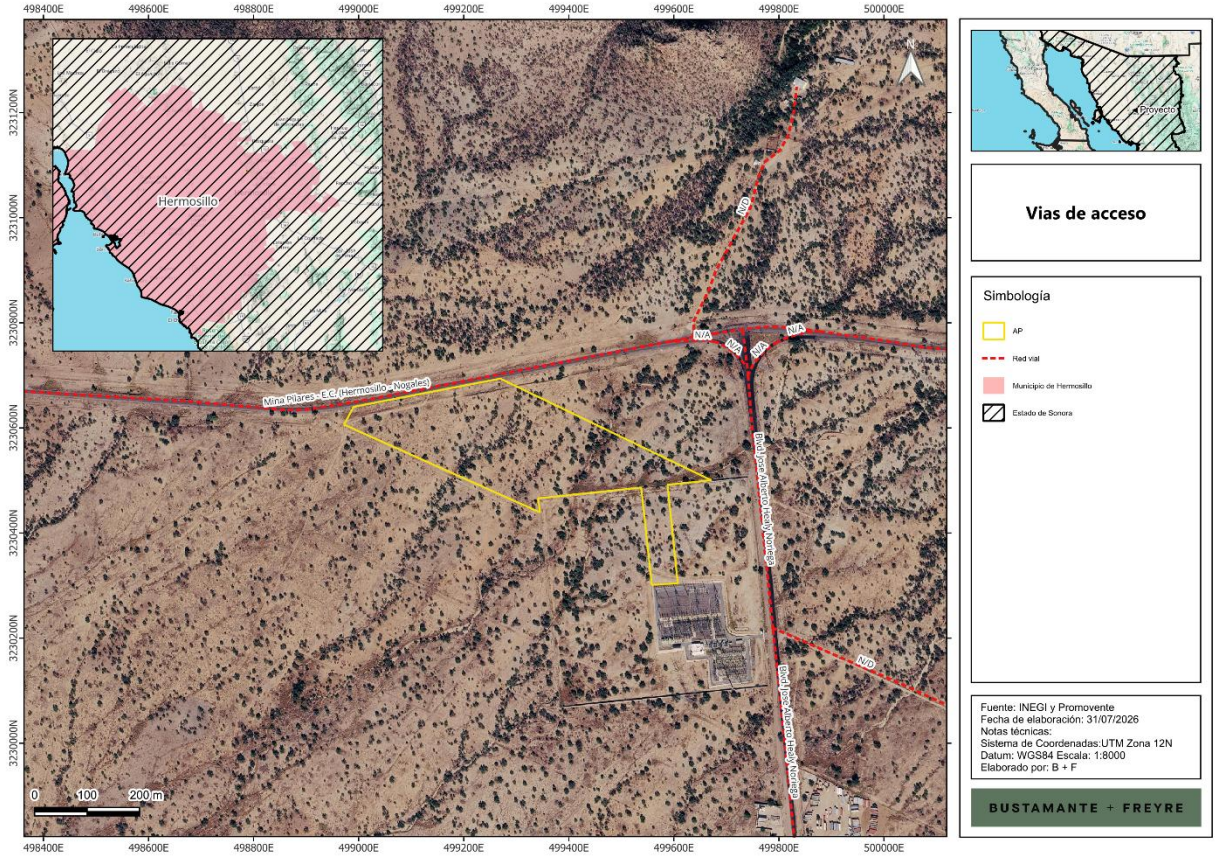
Vías de acceso

El acceso al polígono del **Proyecto** se realizará principalmente a través del camino pavimentado Mina Los Pilares, el cual conecta con el acceso directo al predio, mismo que se conecta con el Boulevard José Alberto Healy Noriega y la Carretera Federal 15, Hermosillo – Santa Anna, que facilitan el ingreso al predio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La red vial presente en la zona, conformada por carretera, avenidas locales y caminos locales, 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.

Figura I.3. 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 12N, Datum **WGS84**). En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del centro y los vértices generales del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Vértice	UTM WGS-84 Zona 12	
	X	Y
1	499607.536	3230304.28
2	499558.167	3230301.29
3	499538.009	3230486.31
4	499341.826	3230465.96
5	499345.166	3230439.12
6	498972.207	3230606.04
7	498990.216	3230639.94
8	499269.671	3230693.6
9	499671.633	3230500.17
10	499588.145	3230491.51

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

I.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 a 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 I.3. Uso de suelo y vegetación del **Proyecto**

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)
Mezquital xerófilo	9.4113
Total análisis de uso de suelo	**9.4113**

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 I.4. Uso de suelo y vegetación en el área del **Proyecto** (verificada en campo)

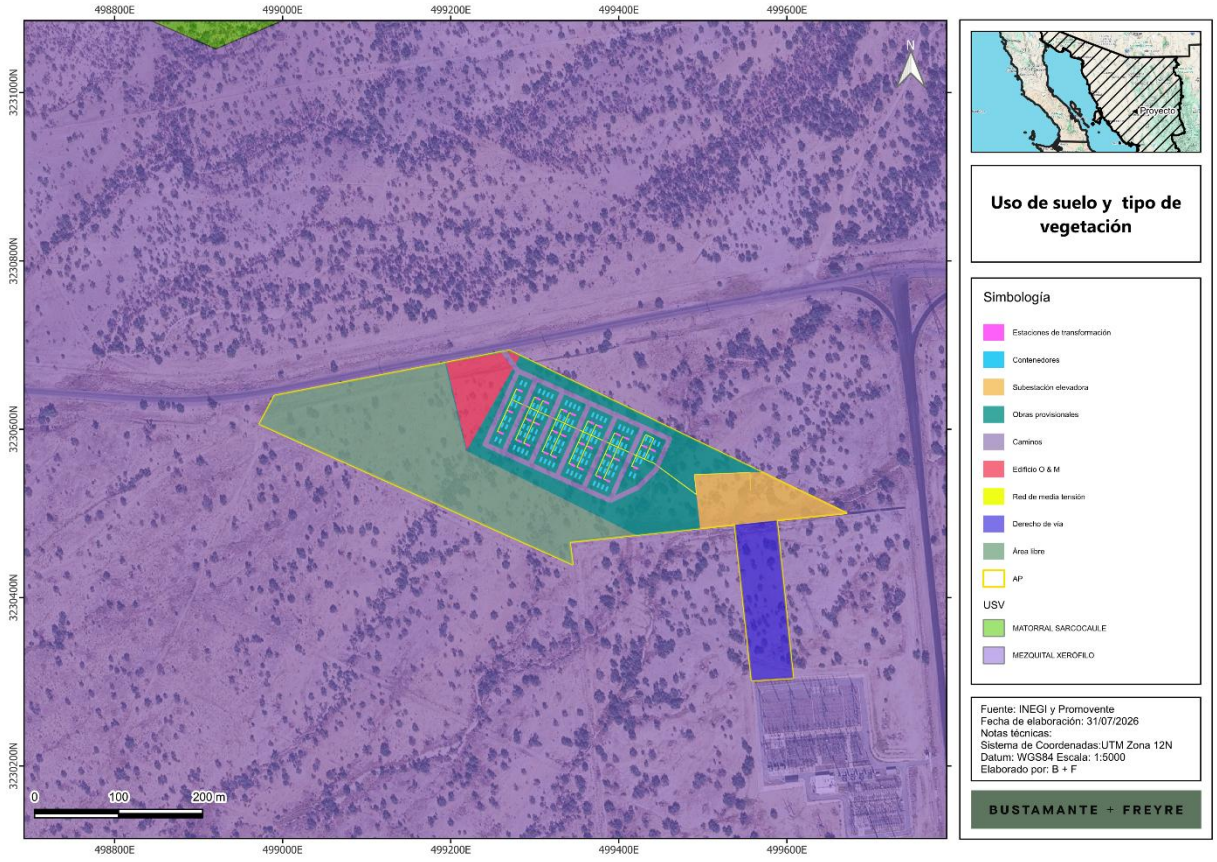


Tabla I.4. Uso de suelo y vegetación de cada componente

Fase de Proyecto	Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie total (ha)
Primera Fase	Contenedores SAEE	Mezquital xerófilo	0.1772
	Estaciones de transformación	Mezquital xerófilo	0.0443
	Subestación elevadora	Mezquital xerófilo	0.7690
	Edificio de operaciones (Edificio O&M)	Mezquital xerófilo	0.4867
	Línea de interconexión (derecho de vía)	Mezquital xerófilo	0.9341
	Caminos de acceso e internos	Mezquital xerófilo	0.6154
	Red de media tensión (subterránea)	Mezquital xerófilo	0.1175
	Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	Mezquital xerófilo	2.6196
Segunda Fase	Área libre	Mezquital xerófilo	3.6475

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Fase de Proyecto	Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie total (ha)
Total			**9.4113**

I.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 9.4113 ha, de la cual, se impactarán 5.7638 ha en la primera fase de desarrollo y 3.6475 ha quedarán como área libre reservada para futuras adecuaciones 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 la siguiente tabla:

Tabla I.5. Superficie forestal

Concepto	Superficie (ha)
Superficie forestal total en el polígono del **Proyecto**	9.4113
Superficie forestal sujeta a remoción (**CUSTF**)-Primera Fase	**5.7638**
Superficie forestal sujeta a remoción (**CUSTF**)-Segunda Fase (área libre reservada para futuras adecuaciones)	**3.6475**
Total de superficie sujeta a CUSTF	**9.4113**

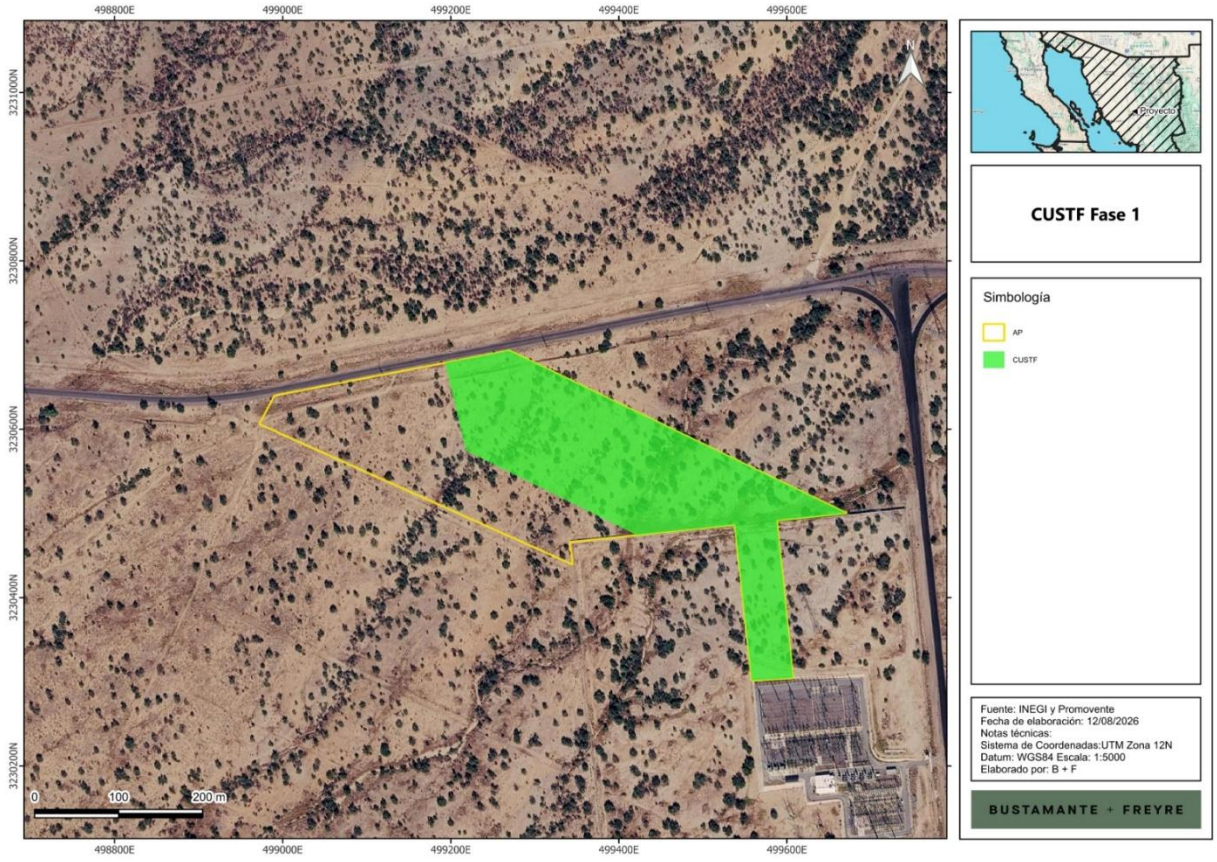
Es importante señalar que el **Proyecto** pretende desarrollarse en **dos fases**, de acuerdo con lo siguiente:

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 5.7638 ha que requerirán de **CUSTF**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.5. Superficies por intervenir en la primera fase de desarrollo del **Proyecto**

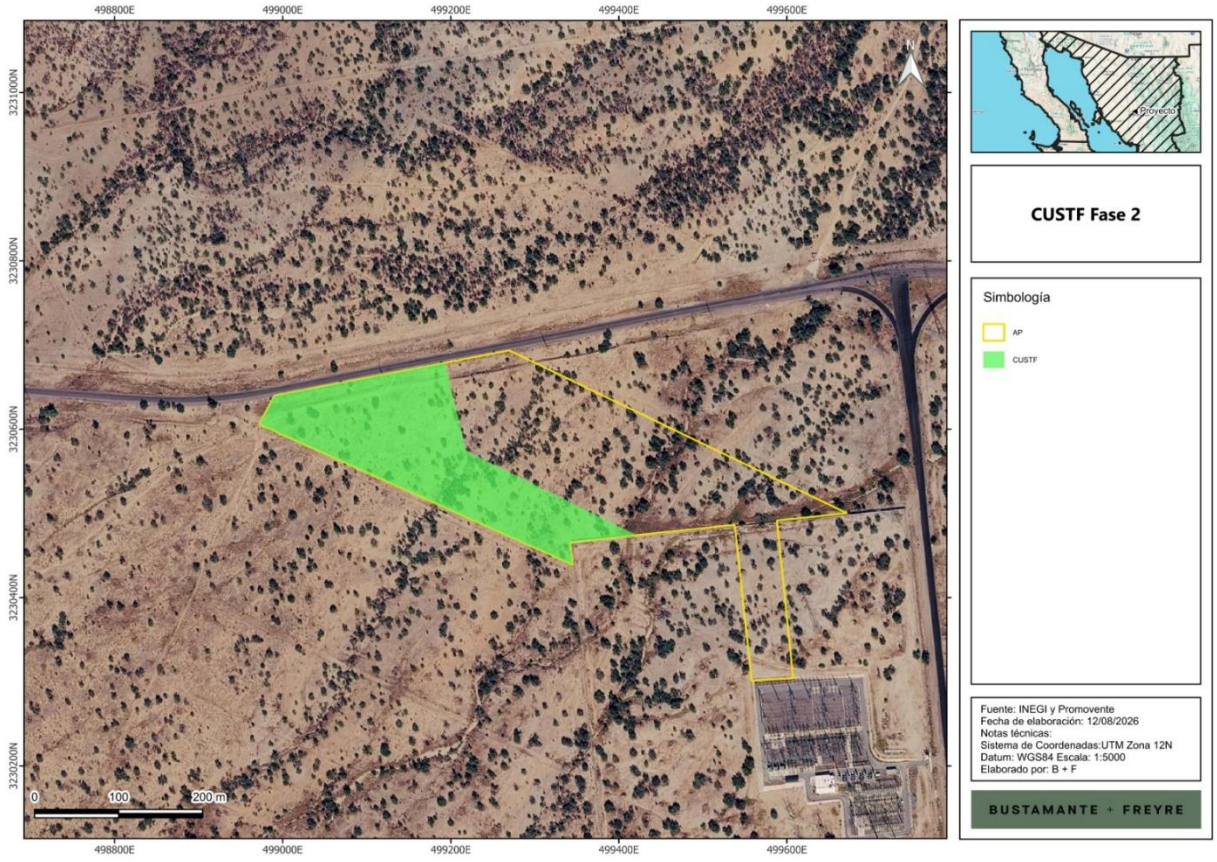


Segunda Fase

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 3.6475 ha del polígono, misma que corresponden a vegetación de mezquital xerófilo, por lo cual también requerirán de **CUSTF**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.6. Superficies por intervenir en la segunda fase de desarrollo del **Proyecto**



Es importante precisar que la superficie forestal identificada dentro del polígono del **Proyecto** corresponde a **9.4113 ha** de **Mezquital xerófilo**. Su intervención se realizará de manera diferenciada conforme a las dos fases previstas para el desarrollo del **Proyecto**, de modo que la superficie sujeta a remoción estará vinculada directamente con las obras y actividades que se ejecuten en cada una de ellas.

En la **Primera Fase** se prevé la intervención de **5.7638 ha**, asociadas al desplante de los componentes principales, obras permanentes y obras provisionales del **Proyecto**. Las **3.6475 ha** restantes se conservarán inicialmente como área libre y su intervención corresponderá a la **Segunda Fase**, prevista para futuras adecuaciones del **Proyecto**. Debido a que esta superficie también presenta vegetación de Mezquital xerófilo, su eventual desarrollo requerirá igualmente la remoción de vegetación forestal.

En consecuencia, el Proyecto contempla una superficie total de **9.4113 ha** sujeta a **CUSTF**, cuya intervención se realizará conforme al desarrollo de cada fase: **5.7638 ha** en la Primera Fase y **3.6475 ha** en la Segunda Fase.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 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), así como 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 0.6154 ha.

Dentro del polígono general del **Proyecto** también se ubican fueron clasificadas como 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:

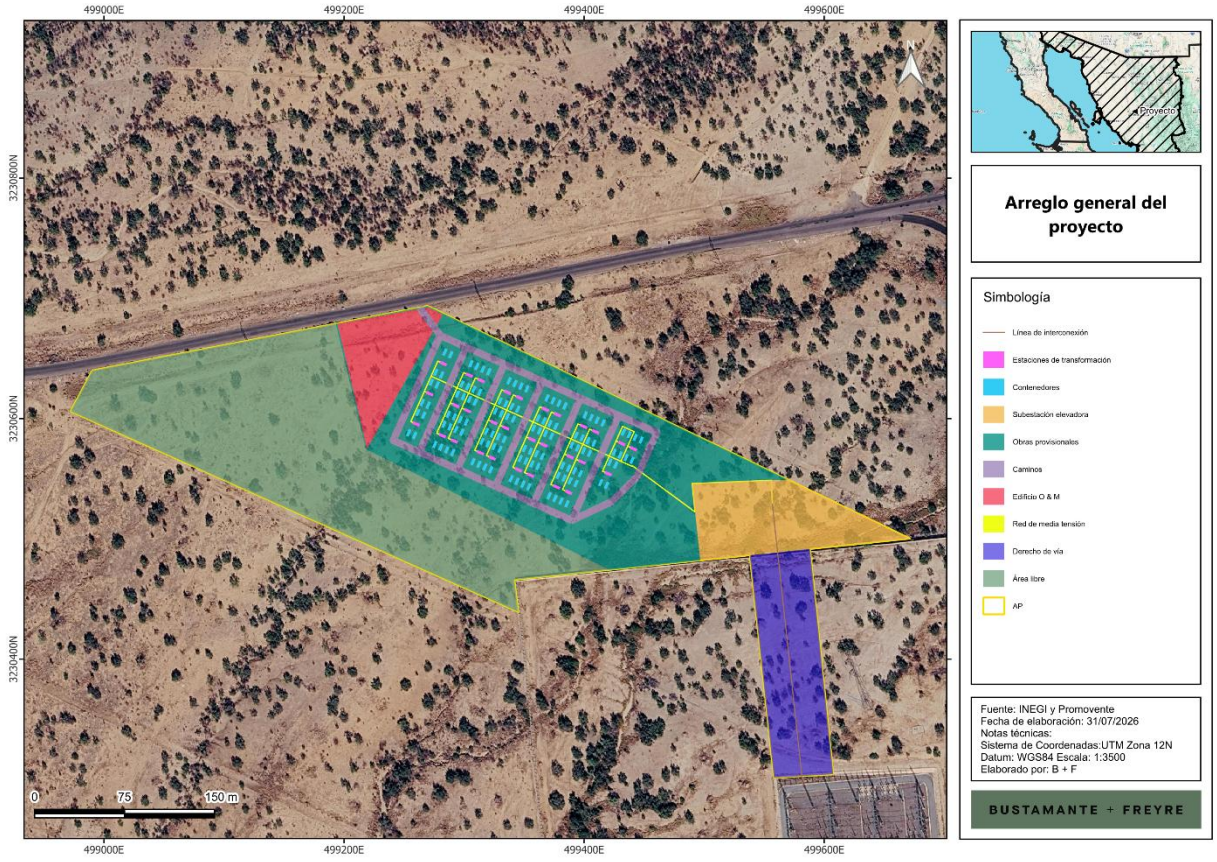
- **Áreas permanentes** (3.1442 ha). Corresponden a las superficies que serán ocupadas durante toda la vida útil del **Proyecto**, incluyendo el área de contenedores **SAEE** (0.1772 ha), estaciones de transformación (0.0443 ha), la subestación elevadora (0.7690 ha), edificio de operaciones (0.4867 ha), línea de interconexión y derecho de vía (0.9341 ha), caminos de acceso e internos (0.6154 ha) y red de media tensión subterránea (0.1175 ha) y las obras provisionales (2.6196 ha) que corresponden a las obras provisionales, 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) (3.6475 ha). Corresponde a un área libre que podrá ser utilizada para futuras adecuaciones, 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 I.6. 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	0.1772	Mezquital xerófilo	0.1772			Si
Estaciones de transformación	0.0443	Mezquital xerófilo	0.0443			Si
Subestación elevadora	0.7690	Mezquital xerófilo	0.7690			Si
Edificio de operaciones (Edificio O&M)	0.4867	Mezquital xerófilo	0.4867			Si
Línea de interconexión (derecho de vía)	0.9341	Mezquital xerófilo	0.9341			Si (únicamente en cimentación de torre)
Caminos de acceso e internos	0.6154	Mezquital xerófilo	0.6154			No
Red de media tensión (subterránea)	0.1175	Mezquital xerófilo	0.1175			No
Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras)	2.6196	Mezquital xerófilo	2.6196			No
Área libre	3.6475	Mezquital xerófilo	3.6475			Sin afectación en primera fase
Subtotal			9.4113	0	0	
Total	**9.4113**		**9.4113**			

Figura I.7. Componentes del **Proyecto**



I.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 **117.3 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 eventualmente se establezcan en la resolución correspondiente emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

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

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés), con una potencia neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 160 MW en el punto de interconexión (“**POI**”, por sus siglas en inglés) y una duración de descarga de hasta cuatro horas a la potencia neta de descarga. En consecuencia, la energía neta de diseño en el punto de interconexión será de hasta 640 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 828.48 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 neta de inyección o retiro superior a 160 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 La Loma, 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 I.7. Características generales del **Proyecto**

Componente / Parámetro	Descripción general
Ubicación	Municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora. A desarrollarse en un predio ubicado en Camino a Mina - Los Pilares s.n., Lista Blanca, Código Postal 83118
Superficie total del **Proyecto**	9.4113 ha

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente / Parámetro	Descripción general
Tecnología	Tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“LFP”) o similar
Capacidad nominal total instalada de baterías	Hasta 828.48 MWh
Potencia neta de inyección y retiro en el POI	Hasta 160 MW
Energía neta de diseño en el POI	Hasta 640 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. 120 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh)
No. de unidades de conversión de potencia (PCS)	Aprox. 120 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA)
No. de estaciones de transformación de MT	Aprox. 30
Subestación elevadora	Transformador elevador 34.5 kV / 230 kV
Línea de Transmisión	Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 126.12 m, hacia SE La Loma
Punto de Interconexión (POI)	Subestación SE La Loma, 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).

I.2.1. Componentes principales del SAEE

I.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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.8. Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías



El **Proyecto** considera aproximadamente 120 contenedores de baterías, tomando como referencia el sistema Sungrow PowerTitan 3.0 (modelo de referencia ST6900UX-4H) o similar, con una capacidad de referencia de aproximadamente 6,904 kWh. Las celdas serán de química fosfato de hierro y litio (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. Los contenedores contarán con un grado de protección de referencia IP55 y grado de anticorrosión C4, aptos para operación en un rango de temperatura de referencia de -30 °C a 45 °C y hasta una altitud de operación de referencia de 4,000 msnm, conforme a la ingeniería de detalle. El control térmico se realizará mediante un sistema de enfriamiento líquido inteligente (circuito cerrado). Cada contenedor integrará un sistema de detección y supresión de incendios que incluye, como configuración de referencia, panel de control de alarma contra incendio, detectores de gas inflamable, humo y calor, alarmas sonoras y visuales, sistema de ventilación y agente de supresión, con opciones adicionales conforme al diseño final. Las celdas, contenedores y sistemas asociados cumplirán con las certificaciones y normas aplicables, entre ellas IEC 62619, IEC 62933, UL 1973, UL 9540, UL 9540A y las pruebas de propagación térmica correspondientes, 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.

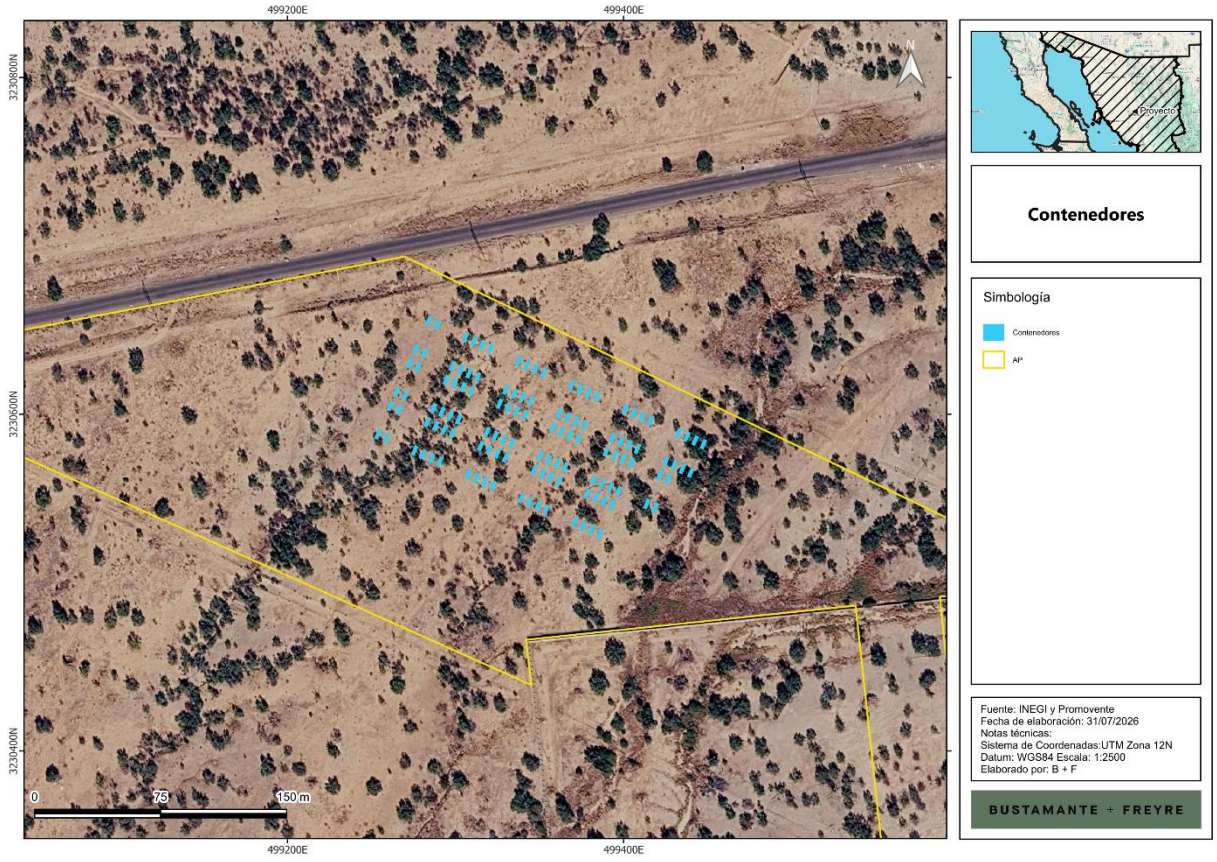
Tabla I.8. Principales características de los contenedores de baterías

Fabricante	Sungrow o similar
Modelo	Sungrow ST6900UX-4H 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
Cantidad	120 contenedores

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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	120 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1,800 kVA
Estaciones de transformación	Equipo Sungrow PowerTitan 3.0, modelo ST6900UX-4H o similar
Cantidad de estaciones de transformación	30 estaciones

Figura I.9. Ubicación de los contenedores de baterías



I.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 120 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1,800 kVA (integrada por cuatro módulos de 450 kVA), de fabricantes de primer nivel. En la solución de referencia (Sungrow PowerTitan 3, modelo ST6900UX-4H o similar), el **PCS** viene integrado en el contenedor de baterías.

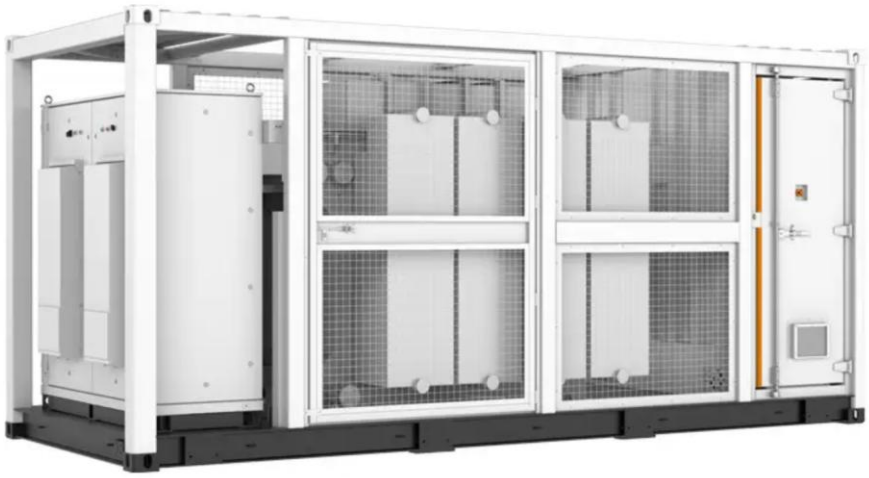
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

I.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 (PowerTitan 3.0) o similar; para la instalación final podrá considerarse este equipo u otro equivalente.

Figura I.10. Ejemplo de estación de transformación de media tensión



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:

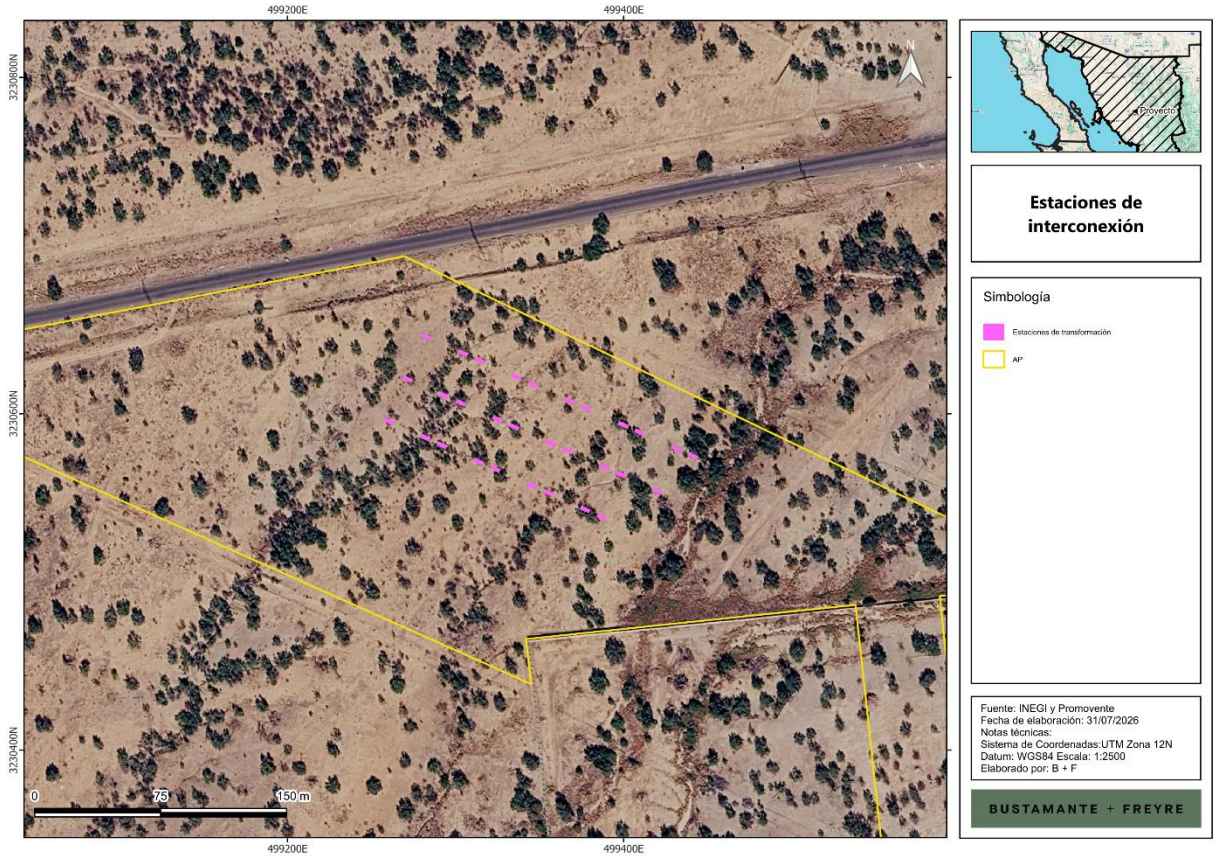
Tabla I.9. Características principales de las estaciones de transformación de media tensión

Característica	Valor de referencia
Configuración	PCS + transformador elevador + celdas de MT integrados
Tipo de transformador	Inmerso en aceite o seco, según diseño

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Característica	Valor de referencia
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

Figura I.11. Ubicaciones de las estaciones de transformación



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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.

I.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, 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.

I.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.

I.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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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.

I.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.

I.2.2.1. Cableado de baja tensión

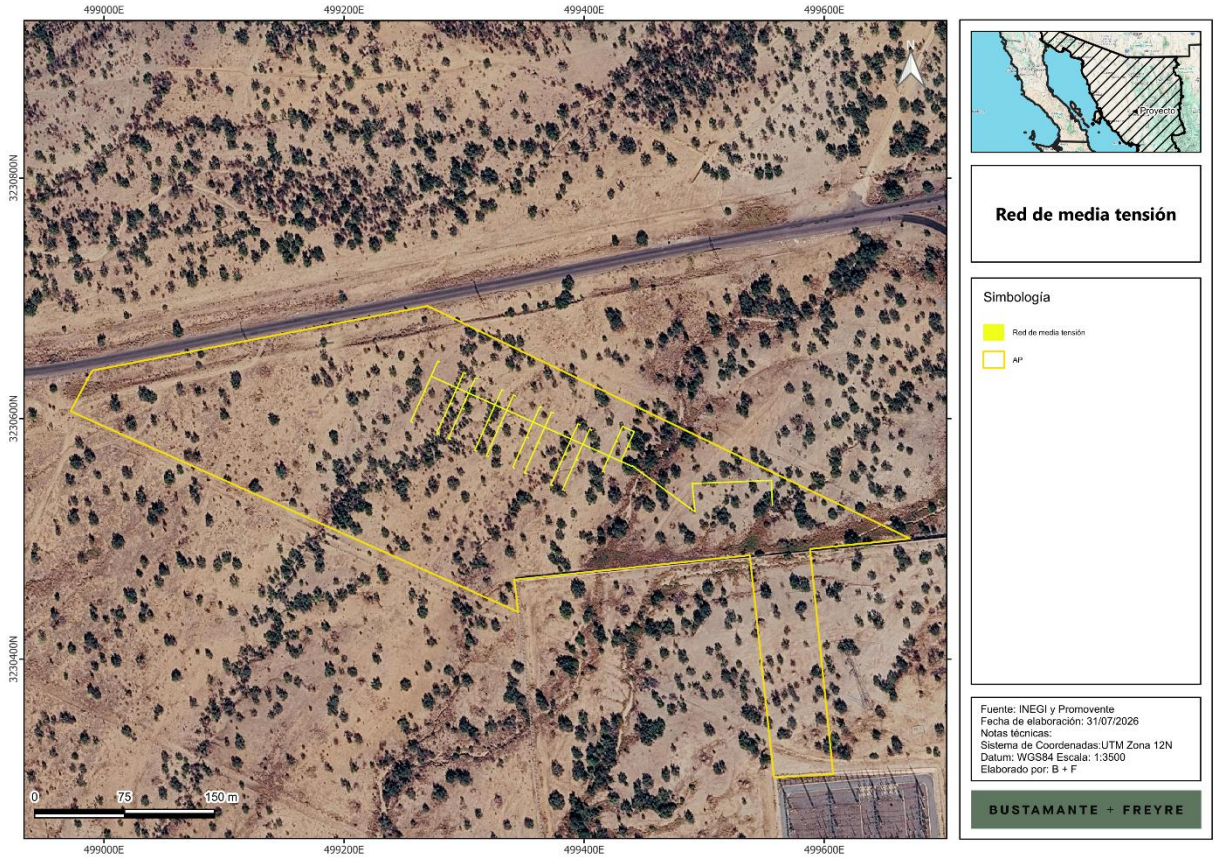
El cable desde cada unidad de **PCS** hasta la estación de transformación se instalará preferentemente enterrado en zanjas, como cable armado o bajo conducto. El conductor será de cobre o aluminio, con aislamiento tipo XLPE o HEPR y cubierta, resistente a la absorción de agua, radiación UV, agentes químicos,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

I.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 I.12. Ubicación de la red de media tensión



I.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.

I.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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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.

I.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.

I.2.6. Subestación elevadora

I.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

I.2.6.2. Transformador de potencia

La subestación estará equipada con un transformador elevador 34.5 kV / 230 kV, 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 I.13. Ejemplo de transformador de potencia

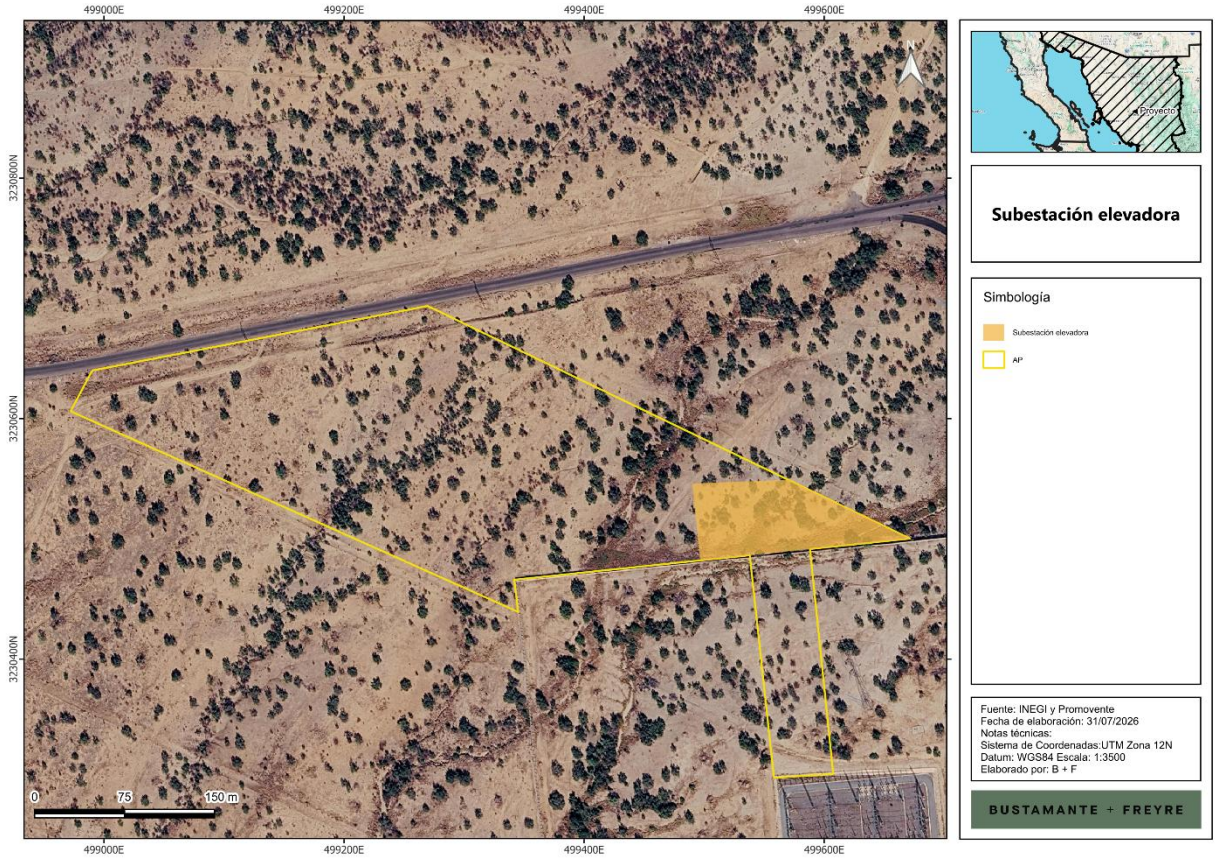


Fuente: Imagen obtenida del sitio: https://www.freepik.es/fotos-premium/transformador-potencia-conversion-tension-115-kv-22-kv_110291359.htm

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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.14. Ubicación de la subestación elevadora



I.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 I.15. Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto



Fuente: 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.

I.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 I.16. Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral



Fuente: 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.

I.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 I.17. Ejemplo de transformador de potencia



Fuente: 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.

I.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

I.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 I.18. Ejemplo de arreglo de barras colectoras



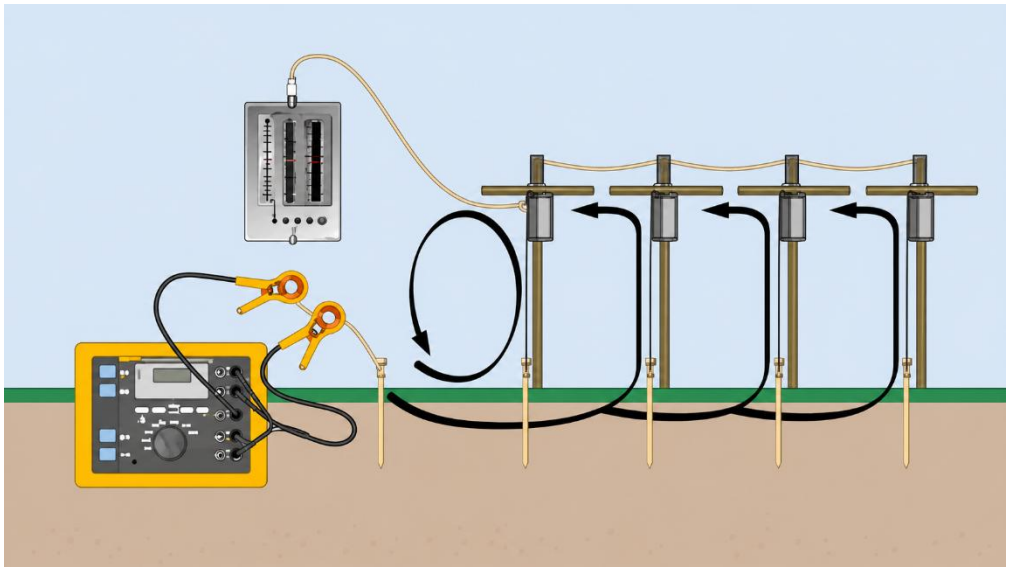
Fuente: Imagen obtenida del sitio Tipos de arreglos de las subestaciones eléctricas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 I.19. Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras



Fuente: 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

I.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 I.20. Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones



Fuente: 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.

I.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 La Loma de la **CFE**. La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV y estará dimensionada para una potencia de proyecto de 160 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 0.236 Km y cumplirá con la Especificación **CFE** L1000-10.

La infraestructura de interconexión estará integrada por una subestación elevadora de 34.5KV/230 kV y una línea de interconexión desde la subestación elevadora, de aproximadamente 236 m de longitud, que conectará el **SAEE** con la **SE** de **CFE** 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

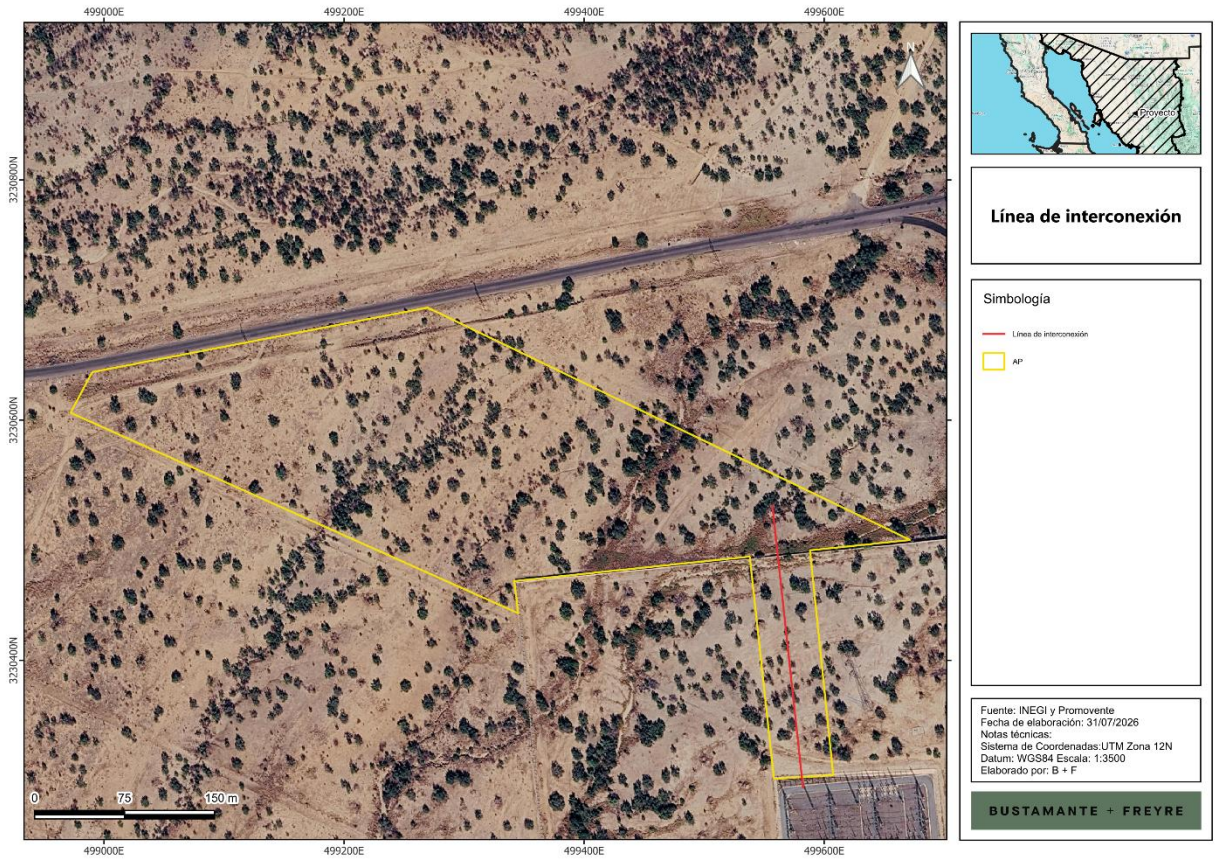
detalle mediante el estudio de coordinación de protecciones, considerando los criterios de selectividad, sensibilidad, respaldo y tiempos de despeje requeridos para la operación segura del sistema.

La responsabilidad de operación y mantenimiento de la línea corresponderá al **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. 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 I.21. Ubicación de la línea de interconexión



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 I.10. Características generales de la línea de interconexión

Característica	Valor	Unidad
Tensión nominal	230	kV
Potencia nominal	160	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/AS 1113 kcmil "Bluejay" o similar, sujeto a validación por ampacidad, pérdidas, libramientos y criterios **CFE**	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	236	m
No. de estructuras aéreas	Una estructura aérea y dos marcos de remate: uno en la subestación elevadora del proyecto y otro en la subestación de **CFE**, 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

I.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 La Loma). 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 12N **WGS84**, se listan en la siguiente tabla:

Tabla I.11. Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión.

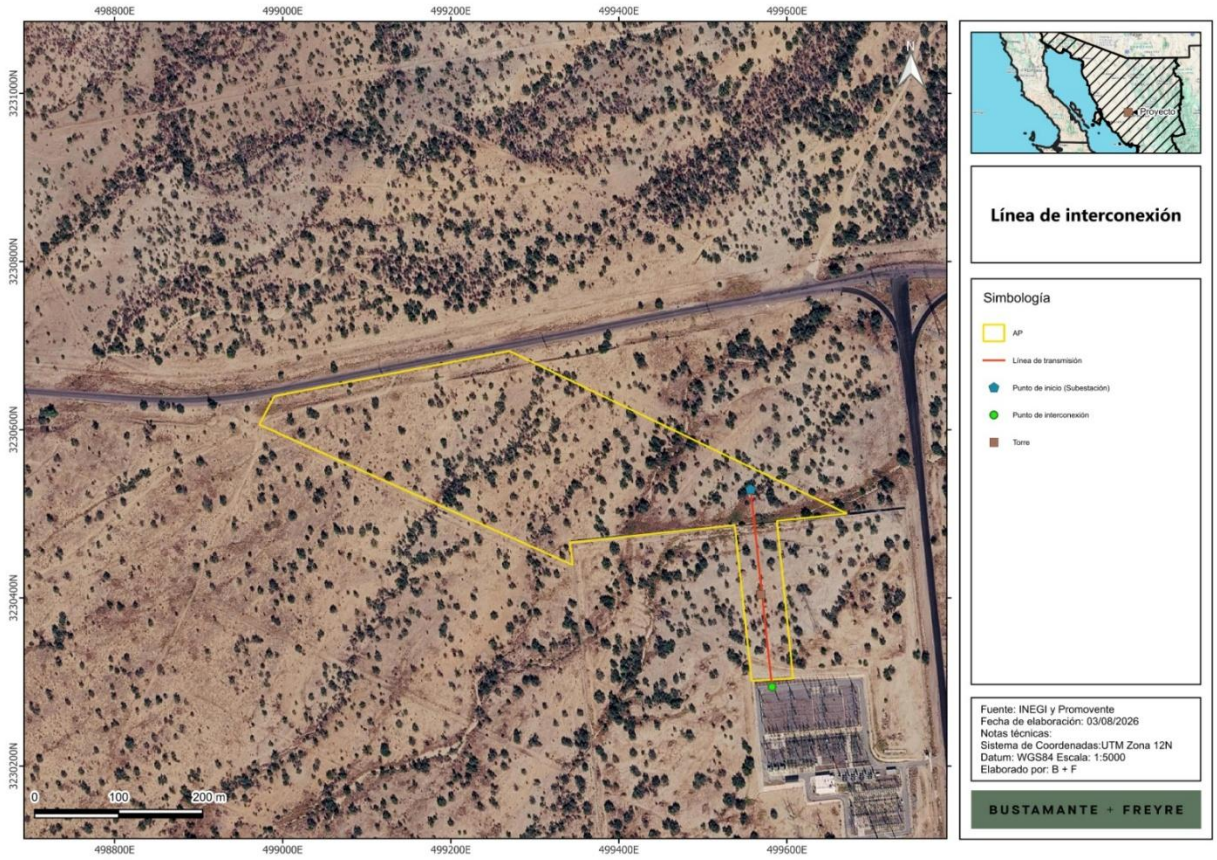
Componente	x	y
Punto de inicio (subestación)	499556.845	3230528
Torre 1	499569.00	3230404.00

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	x	y
Punto de interconexión (SE La Loma)	499582.355	3230294.075

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

Figura I.22. 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 160 MW y longitud aproximada de 236 m.

Para una potencia de 160 MW a 230 kV, la corriente nominal de referencia es del orden de 402 A a un factor de potencia unitario y aproximadamente 423 A considerando un factor de potencia de 0.95. Estos 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.

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 I.23. Cable ACSR 1113 KCM



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

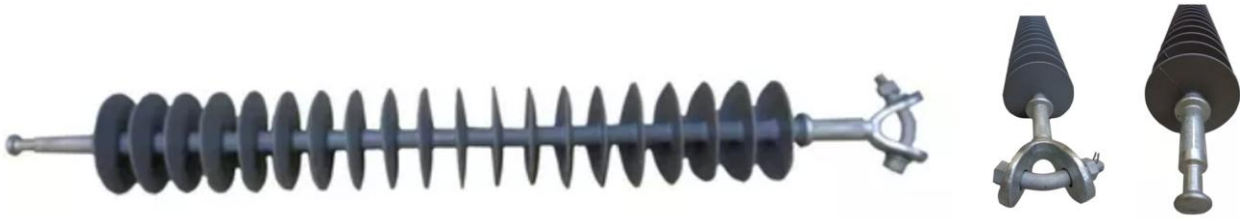
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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**.

I.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 I.24. Aislador sintético de suspensión



I.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.

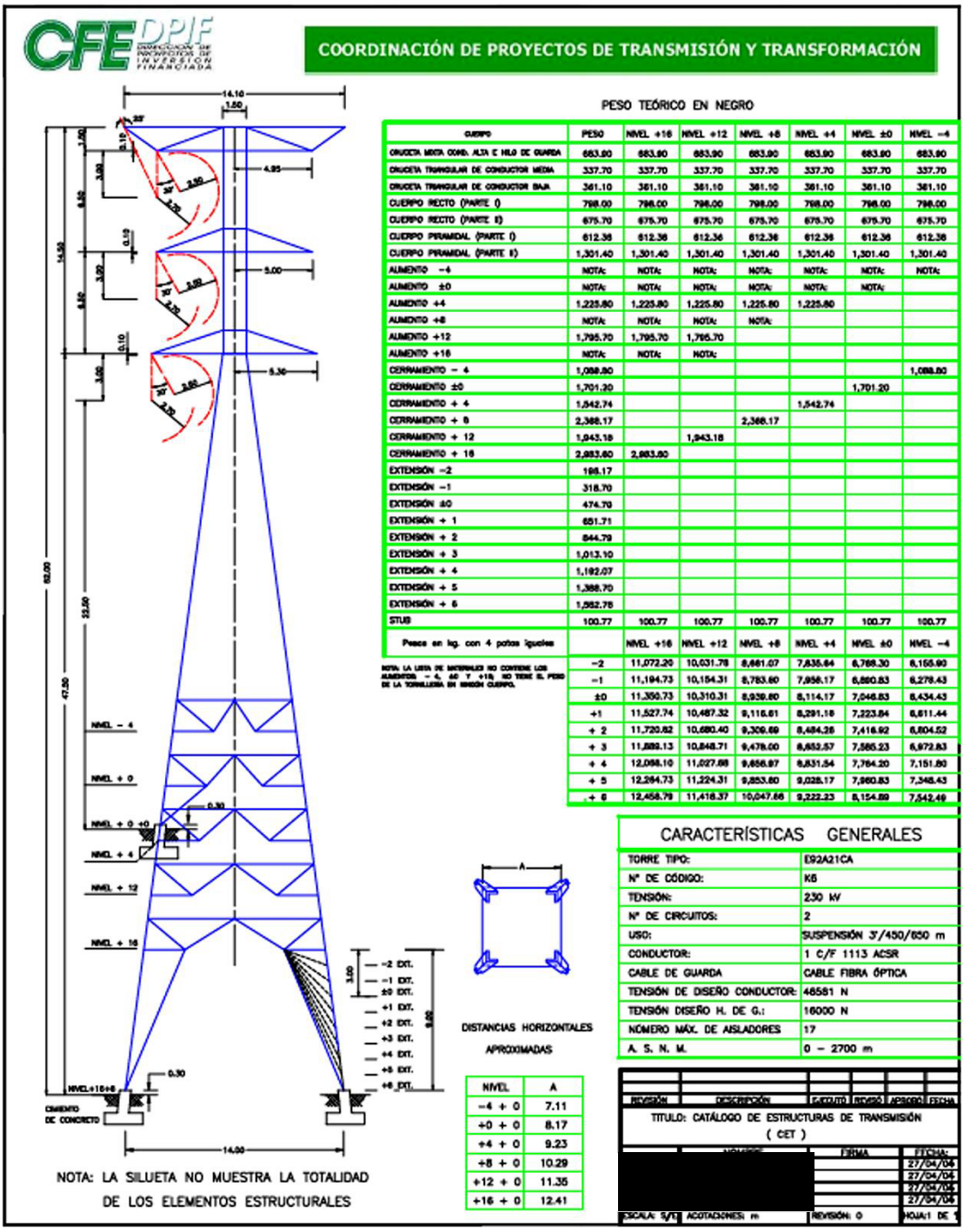
El **Proyecto** considera la utilización de una estructura de celosía normalizada por la **CFE**, distribuida a lo largo del trazo de la línea particular de interconexión de acuerdo con la siguiente tabla e imágenes:

Tabla I.12. Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre).

Componente	Estructura	Tipo	X	Y
Torre 1	E1	**E92W11**	499569	3230404

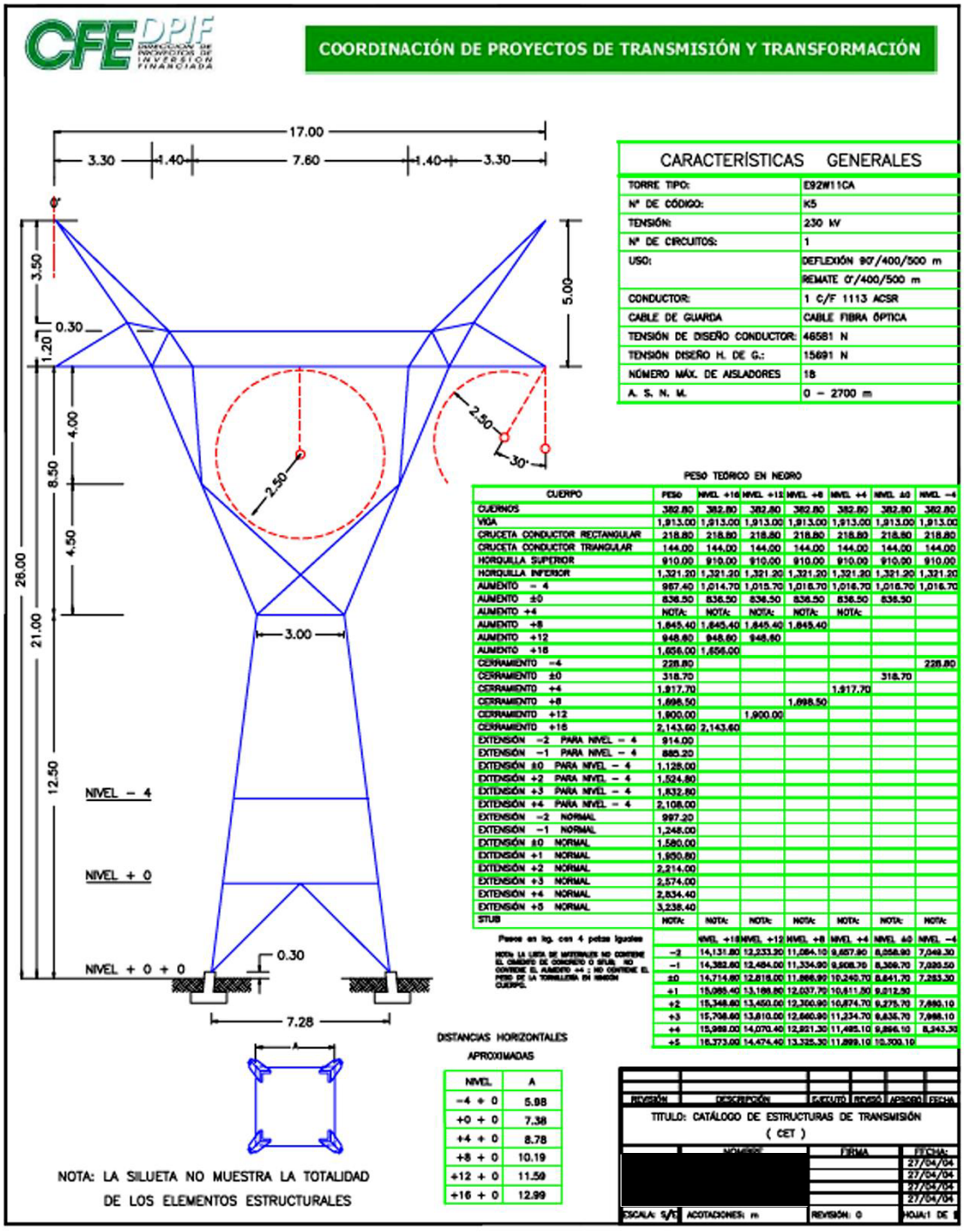
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.25. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de suspensión



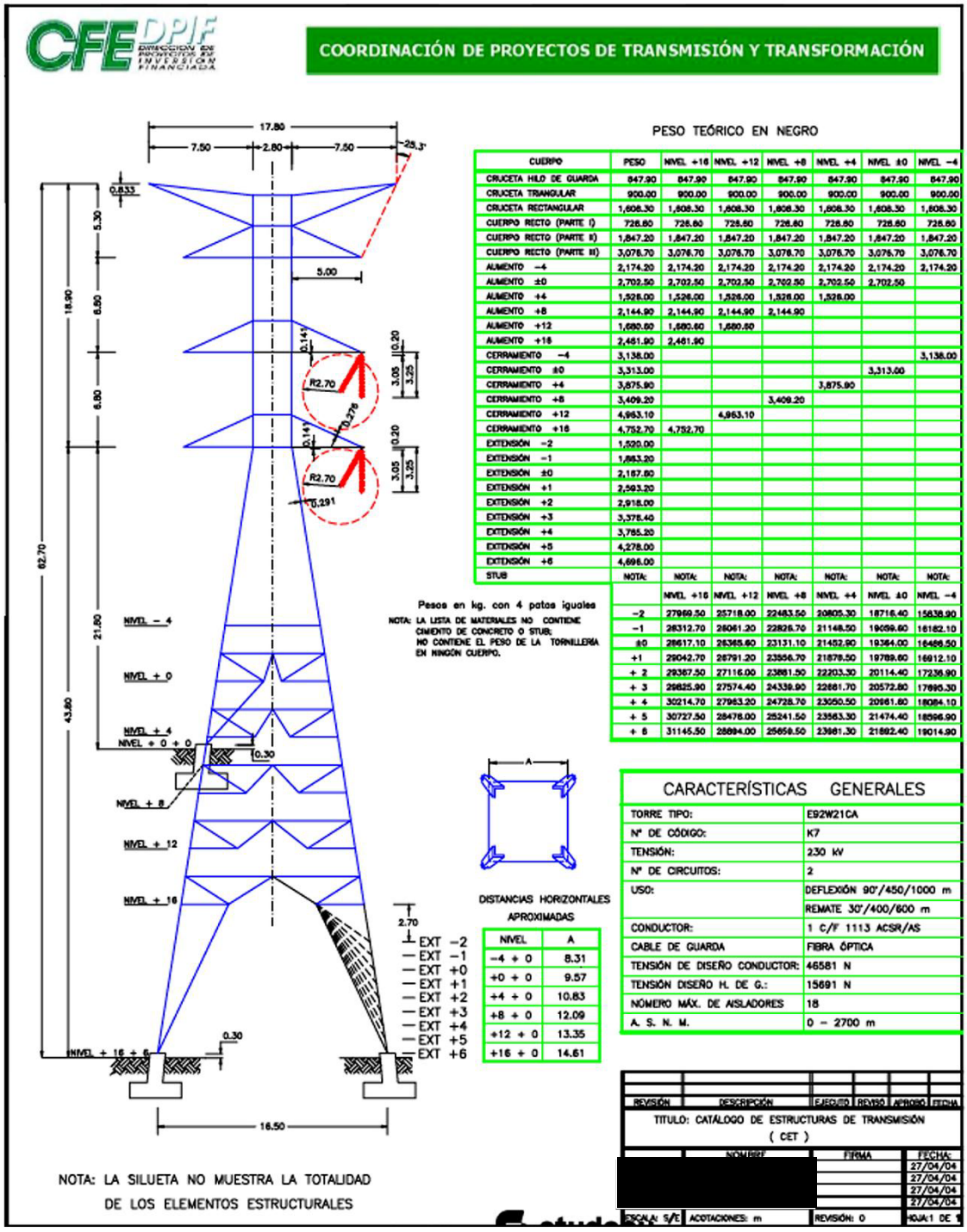
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.26. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de deflexión



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 I.28. Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 230 kV



Fuente: 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.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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.

I.2.8. Edificio de operación y mantenimiento (O&M)

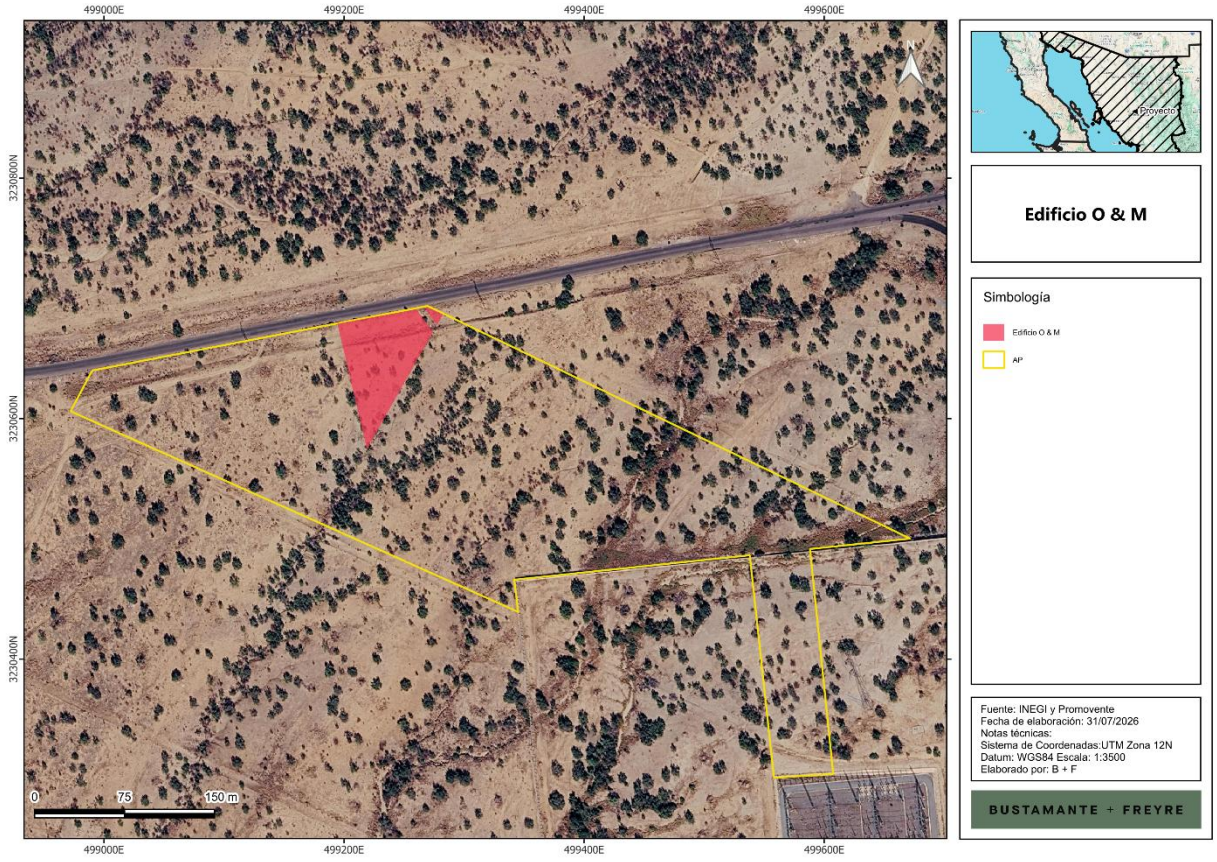
El **Proyecto** contará con un edificio de operaciones que funcionará como base para las actividades de administración, operación y mantenimiento (O&M) durante la vida útil del mismo. Esta edificación podrá albergar, de manera enunciativa y no limitativa, oficinas administrativas, un área para la coordinación 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 I.29. Ubicación del edificio de operación y mantenimiento



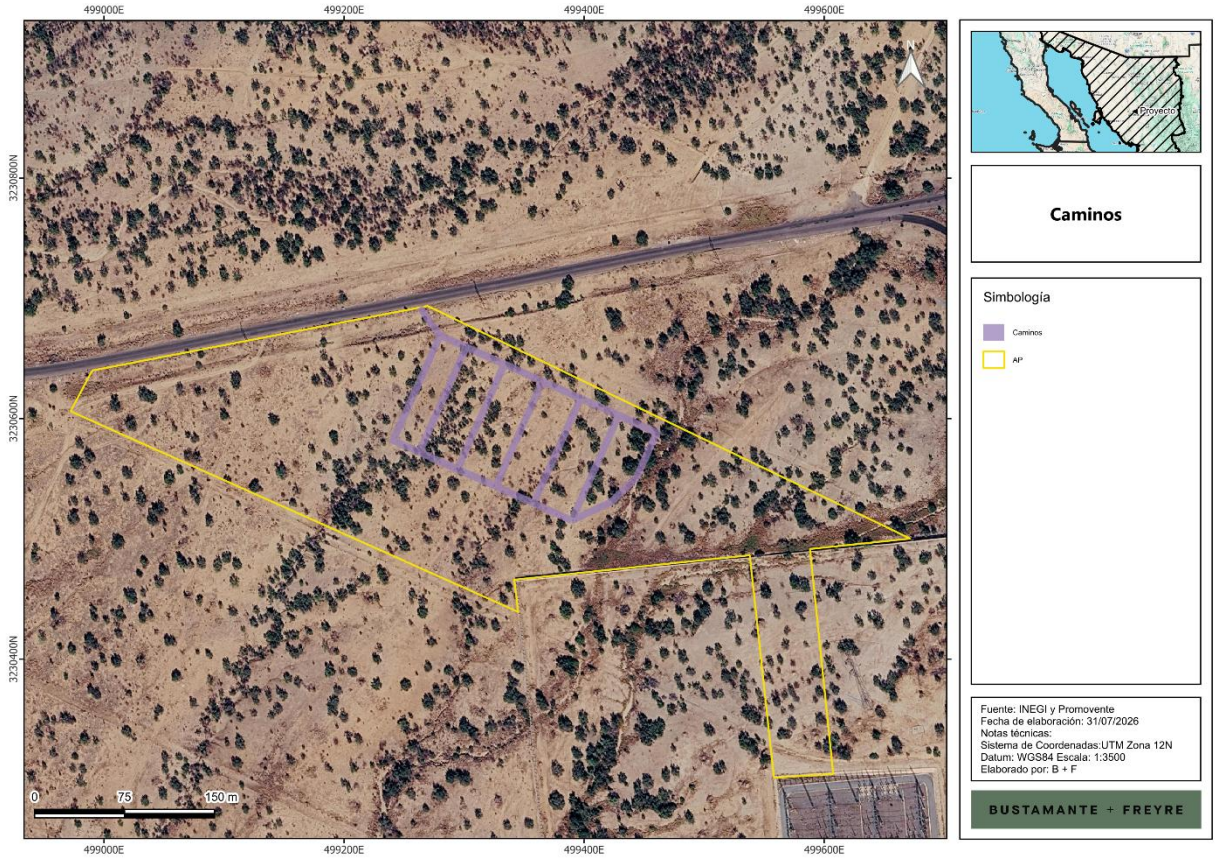
I.2.9. Componentes permanentes secundarios

I.2.9.1. Caminos internos y de acceso

El **Proyecto** considera con 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 I.30. Ubicación de caminos internos y de acceso en el **Proyecto**.



I.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 estación de transformación), según el diseño del fabricante; en tales casos, dicho sistema complementará

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

I.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.

I.2.10. Obras provisionales

I.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.

I.2.10.2. Almacén temporal de residuos

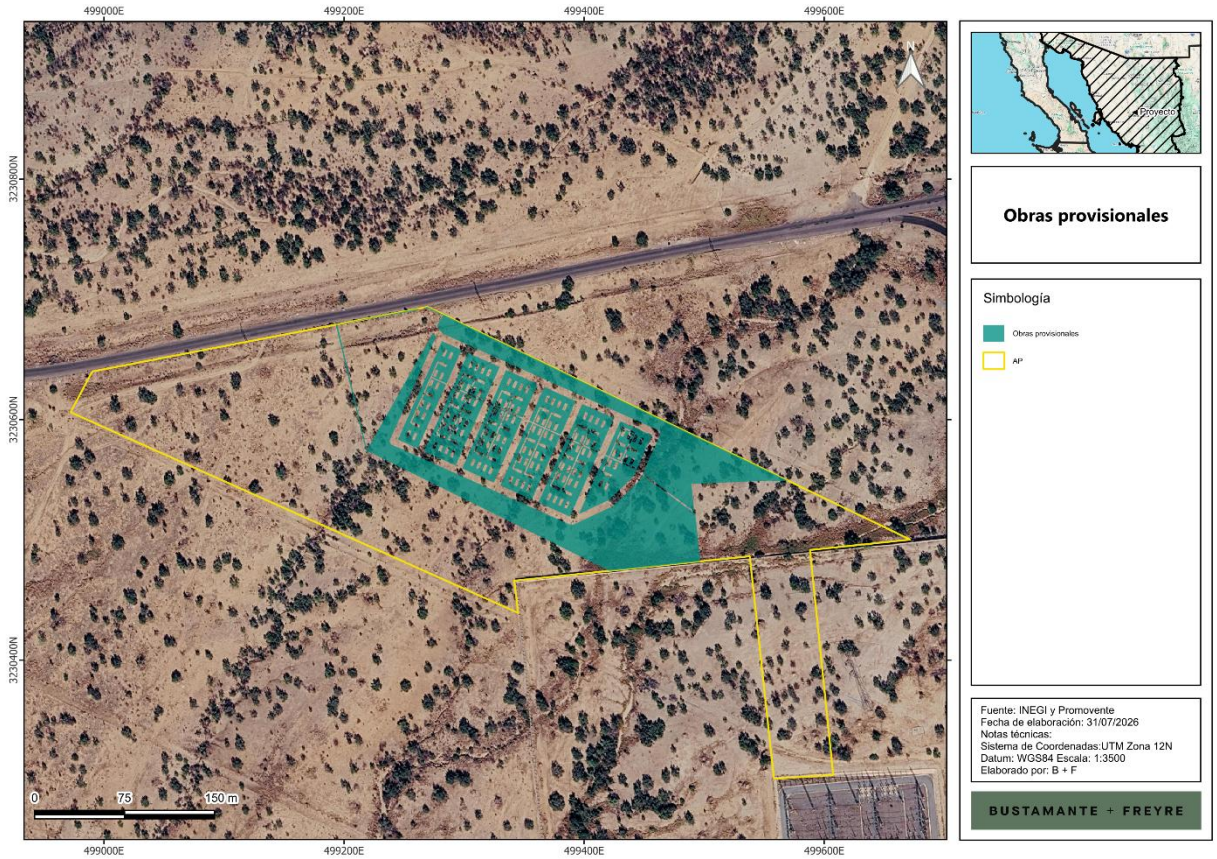
El **Proyecto** contará con un almacén temporal de residuos para el acopio controlado de los residuos sólidos urbanos (“**RSU**”), de manejo especial (“**RME**”) y peligrosos (“**RP**”) generados durante las obras, en tanto se realiza su disposición final a través de prestadores autorizados. Como referencia preliminar, se estima un almacén del orden de hasta aproximadamente 120 m2, 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, 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2.10.3. 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 I.31. Ubicación de las obras provisionales



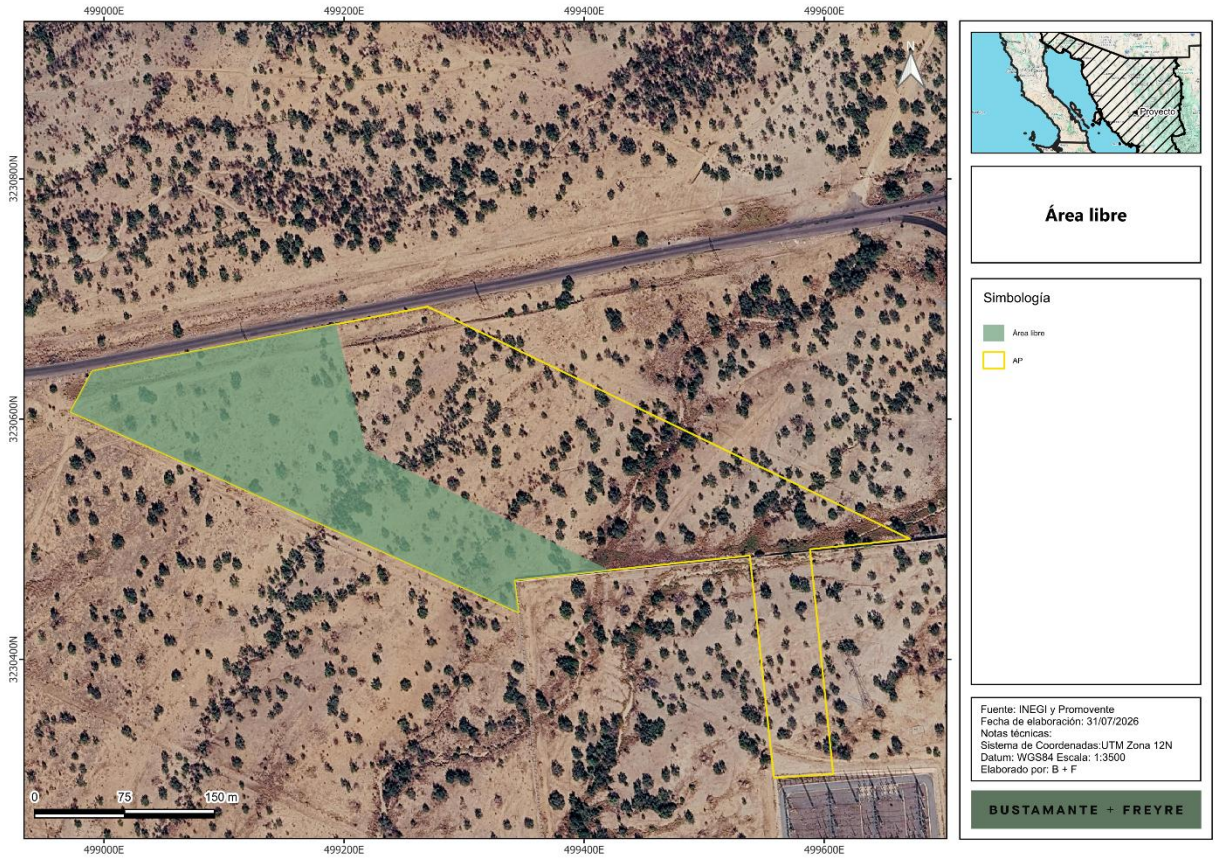
I.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones)

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 I.32. 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**.

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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

I.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.

I.3. Programa de trabajo

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

- 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 I.13. 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							

I.3.1. Representación gráfica regional

La representación gráfica regional del **Proyecto** muestra la ubicación del polígono dentro del contexto territorial del municipio de Hermosillo, Sonora, identificando la conectividad con el camino a Mina Los Pilares y el Boulevard José Alberto Healy Noriega, las localidades cercanas y la Subestación SE La Loma de la **CFE**, que constituye el Punto de Interconexión con el **SEN**.

El **Proyecto** se localiza en el estado de Sonora, dentro del municipio de Hermosillo, en la región centro - oeste de la entidad. El sitio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Llanura Sonorense, 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.

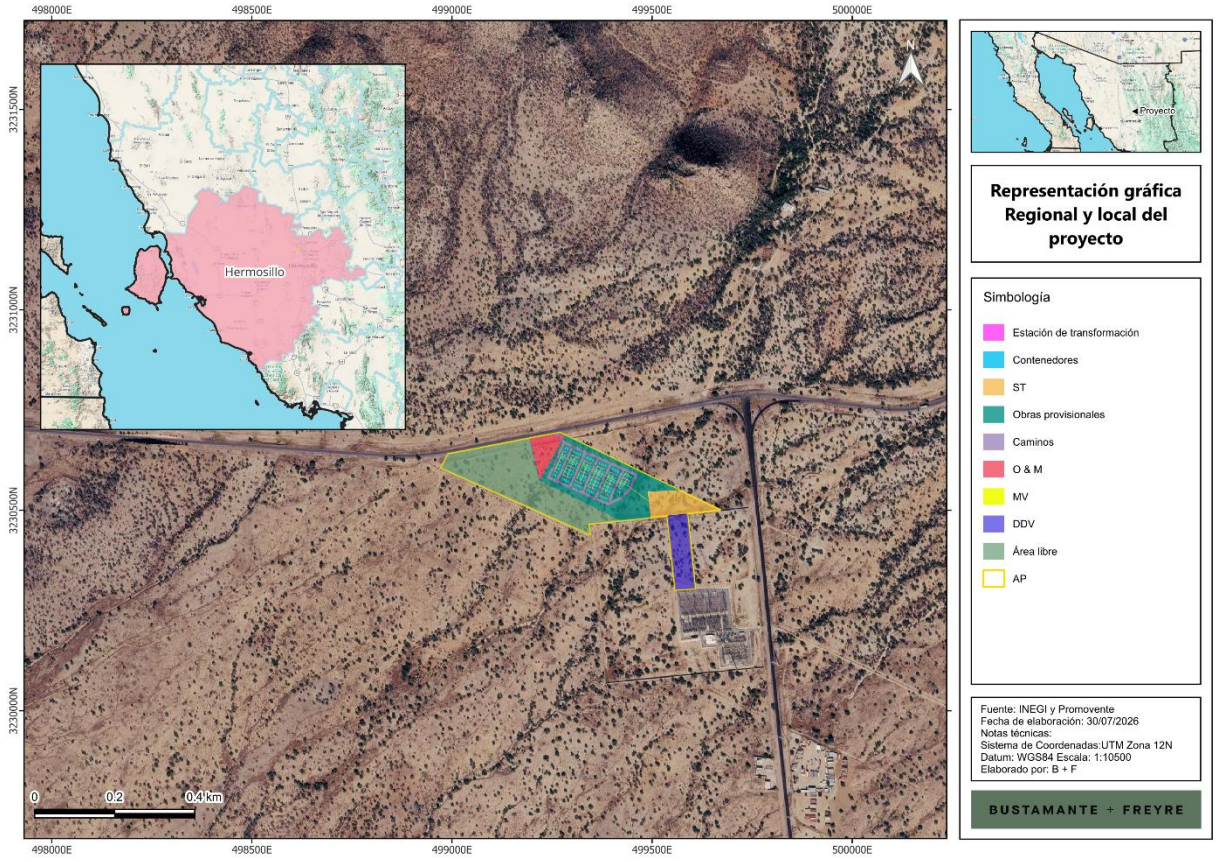
Desde el punto de vista hidrológico, el **Proyecto** se localiza dentro de la Región Hidrológica Sonora Sur, particularmente en la cuenca hidrológica del **Río Bacoachi**, la cual constituye el principal sistema de drenaje superficial de la región. En esta zona predominan escurrimientos de carácter intermitente, asociados a arroyos y cauces temporales que se activan principalmente durante la temporada de lluvias, cuya corriente principal del área es el Río Sonora, de tipo intermitente, que nace a la altura de Cananea y mantiene un rumbo noroeste-sureste; el drenaje es de tipo detrítico y los almacenamientos de agua superficial principales son las presas de jales ubicadas al sureste de Cananea.

En términos de conectividad regional, el área del **Proyecto** cuenta con acceso directo a través de la Carretera a Mina Los Pilares y el Boulevard José Alberto Healy Noriega que constituyen una vía estratégica del corredor de comunicación entre la zona conurbada del municipio de Hermosillo y la ubicación del **Proyecto**. Esta carretera enlaza con la Carretera Federal 15, Hermosillo – Santa Anna y el Boulevard José Alberto Healy Noriega con la red de vialidades 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 La Loma 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.

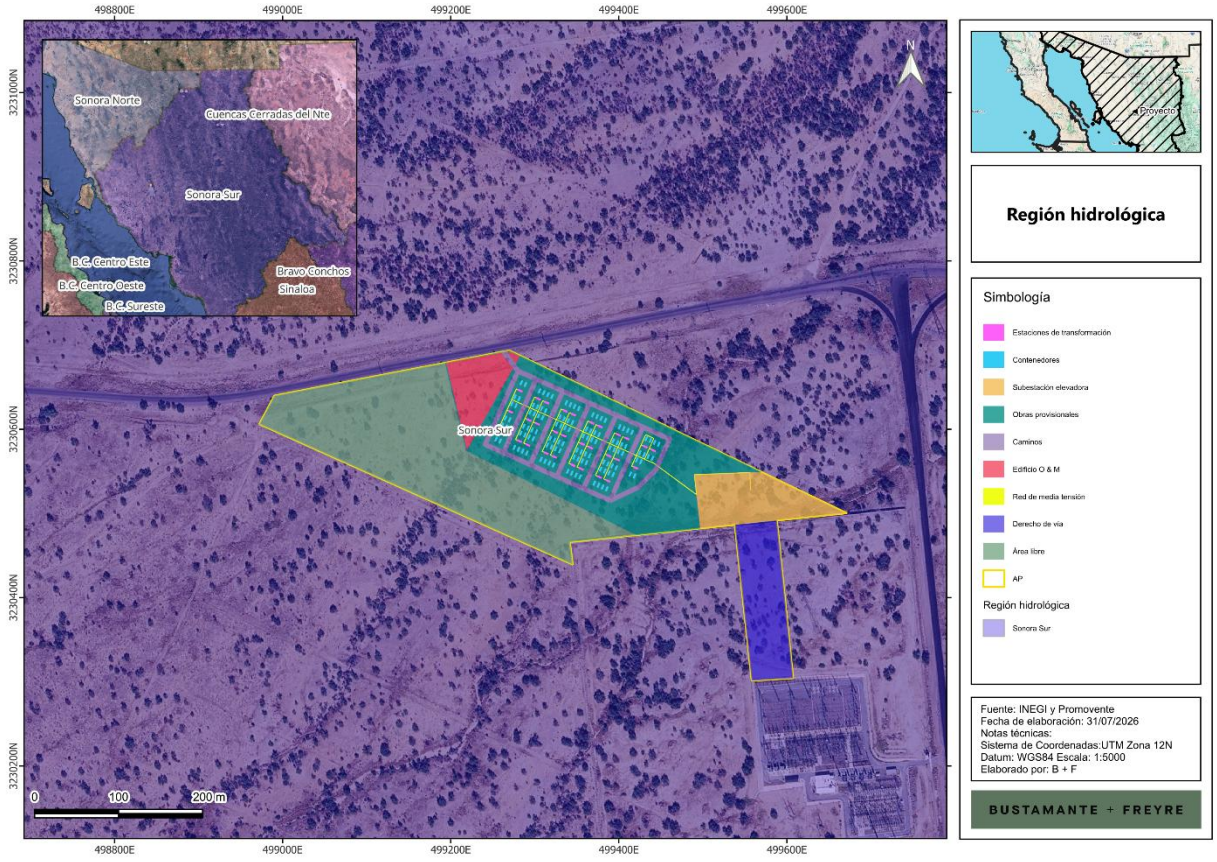
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.33. Representación gráfica regional del **Proyecto**



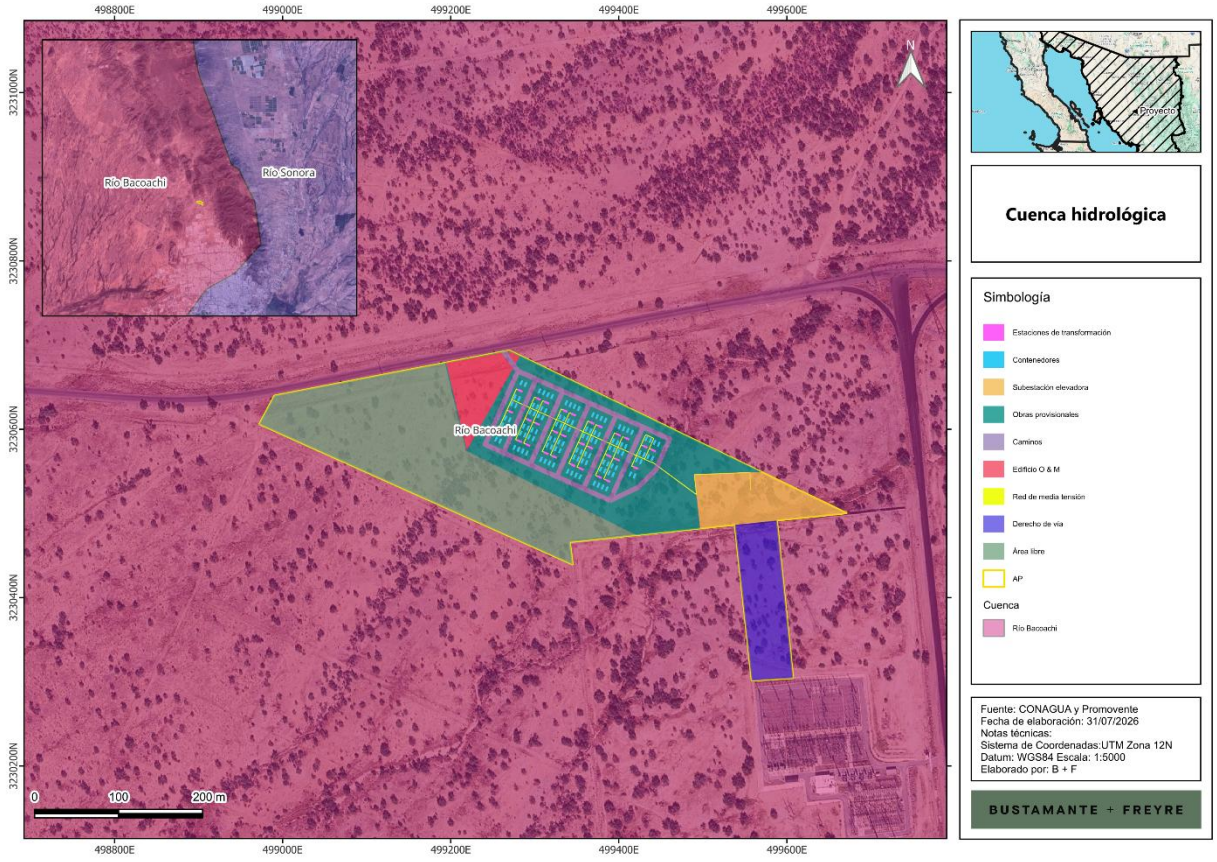
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.34. Regional Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.35. Cuenca Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**.



I.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 La Manga – Rio Bajo Sonora. Estas unidades hidrológicas estructuran el patrón local de drenaje superficial del sitio y forman parte del sistema de drenaje regional que descarga hacia la corriente principal Río Sonora, de tipo intermitente, que nace a la altura de Cananea y mantiene un rumbo noroeste-sureste.

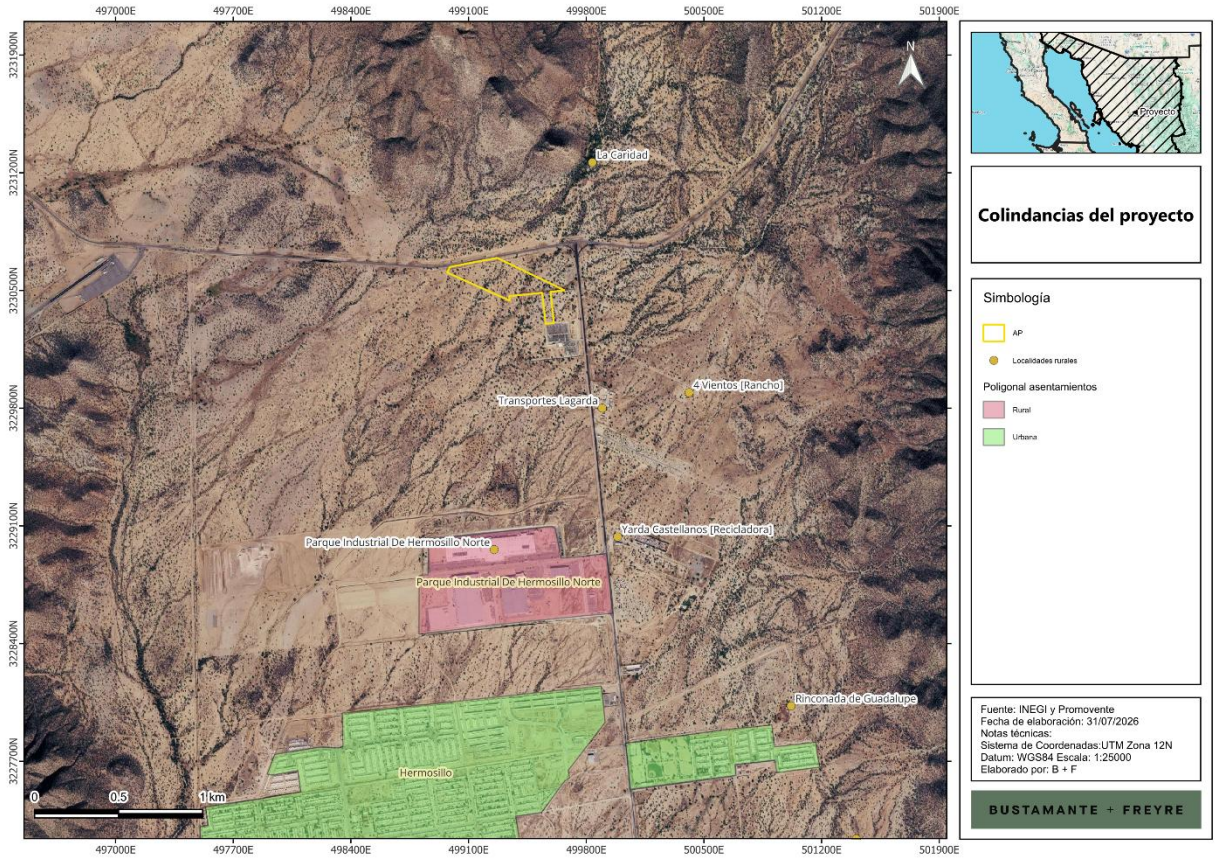
En el área del **Proyecto** no existe presencia de cuerpos de agua, incidiendo con tres pequeños escurrimientos intermitentes de orden 1 y 2. La identificación de subcuencas y microcuencas permite reconocer la dirección general de los escurrimientos y las zonas donde se concentran los flujos durante 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 mezquital xerófilo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

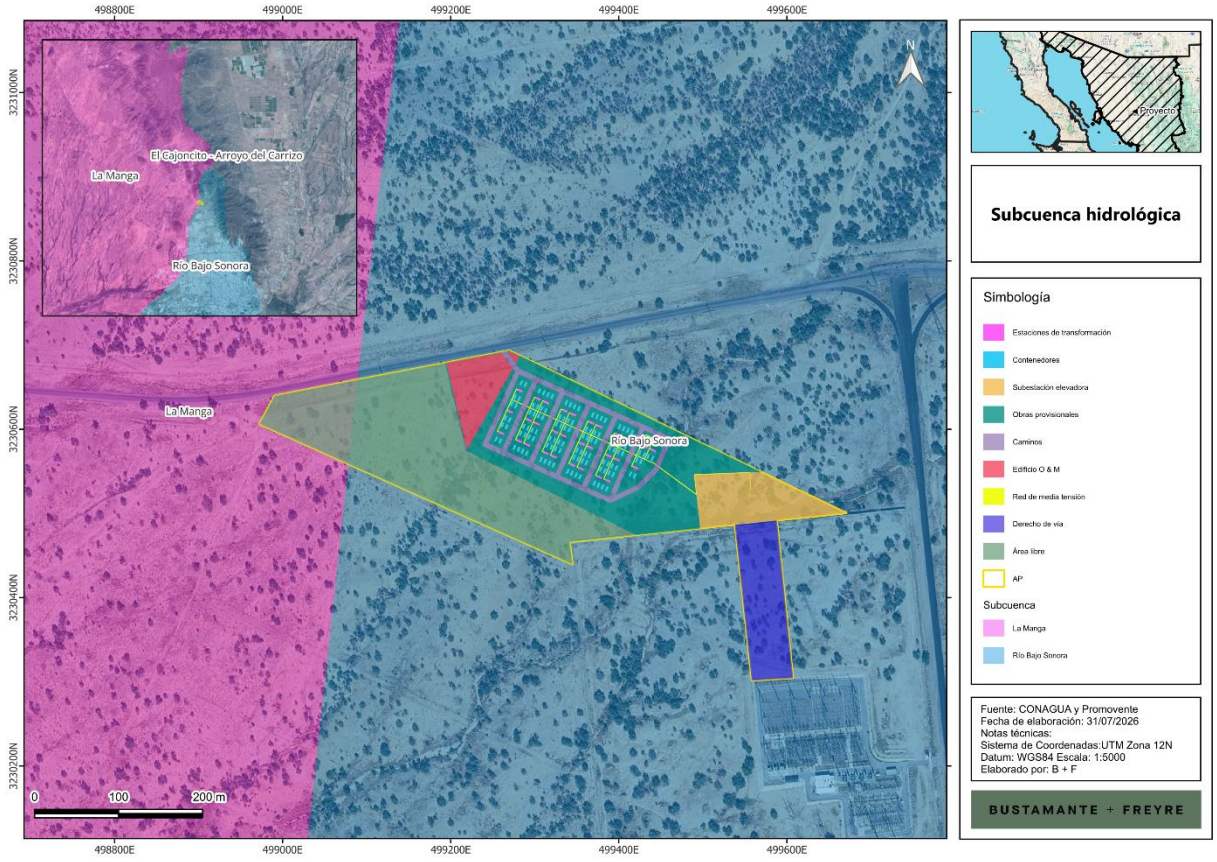
En las siguientes figuras se muestran los mapas correspondientes a la ubicación local del **Proyecto**, incluyendo la delimitación de las subcuencas y microcuencas hidrológicas.

Figura I.36. Representación gráfica local del **Proyecto**.



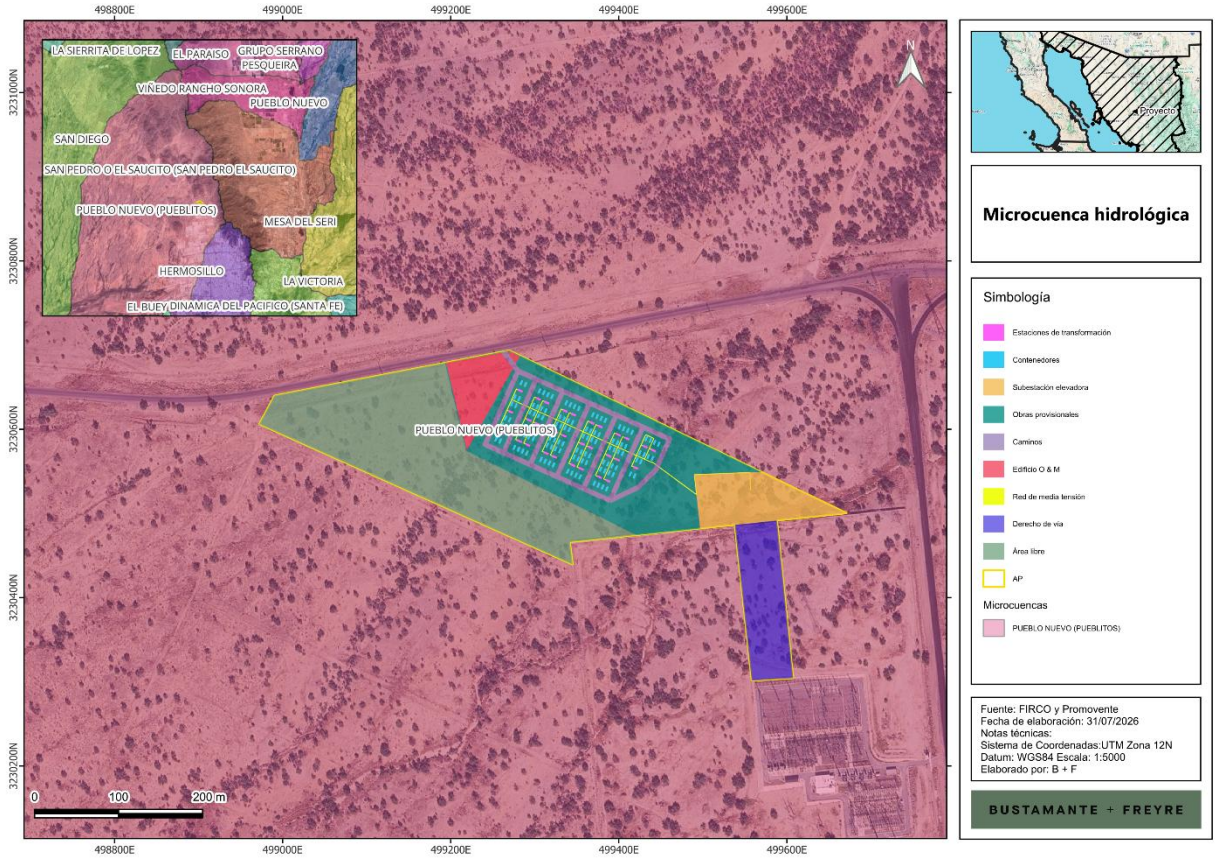
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.37. Subcuencas en donde se ubica el **Proyecto**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.38. Microcuenca en las que se ubica el **Proyecto**



I.4. Descripción de las etapas del Proyecto

A continuación, se describen las actividades principales por etapa del **Proyecto**, conforme al programa general de obra presentado en el apartado anterior.

I.4.1. Actividades Previas

Las Actividades Previas del **Proyecto** (incluidas en la etapa de preparación del sitio y construcción) incluirán principalmente actividades de gabinete, gestión y planeación, sin intervención física al sitio. Entre las actividades consideradas se encuentran:

- Estudios de 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.

I.4.2. Preparación del sitio

La preparación del sitio comprende las siguientes actividades principales:

I.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.

I.4.2.2. Desmonte y despalme

Consiste en la remoción de la vegetación presente dentro de las áreas autorizadas para la construcción de las obras permanentes y temporales del **Proyecto**, así como en el retiro de la capa superficial del suelo necesaria para la ejecución de las actividades constructivas. Estas labores permitirán acondicionar el terreno para la instalación de la infraestructura proyectada, incluyendo 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 I.39. Actividades típicas de desmonte y despalme



I.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.

I.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

I.4.3. Construcción

La etapa de construcción comprenderá las siguientes actividades constructivas:

I.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras

Se realizarán actividades de excavación, nivelación, conformación y compactación del terreno mediante el empleo de maquinaria y equipo especializado, con la finalidad de acondicionar las áreas destinadas a la subestación elevadora, edificio de control, centros de transformación, sistema de almacenamiento de energía, caminos internos y demás infraestructura asociada al **Proyecto**.

I.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**.

I.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.

I.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.

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.4.3.5. 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**.

I.4.3.6. 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.

I.4.3.7. 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**.

I.4.3.8. 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.

I.4.3.9. 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.40. Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión



I.4.3.10. 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.

I.4.3.11. 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.

I.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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**.

I.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.

I.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.

I.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.
- 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.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 Programa 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.

I.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**.

I.5.1. Personal

Se estima la siguiente plantilla de personal por etapa del **Proyecto**. Las jornadas laborales se desarrollarán de lunes a viernes de 08:00 a 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

actividades especializadas podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados.

Tabla I.14. 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: ≈ 258 personas (obreros, técnicos, operativos y especializados).
Operación y Mantenimiento	≈ 8 empleos permanentes (técnicos, administrativos y vigilancia)
Desmantelamiento	Demanda máxima estimada de aproximadamente 74 trabajadores (técnicos, operativos y especializados).

I.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.

El agua potable se adquirirá mediante proveedores y plantas potabilizadoras cercanas al **Proyecto**. Su suministro podrá realizarse en garrafones de aproximadamente 20 litros o mediante cisternas portátiles con capacidad aproximada de 5,000 litros, ubicadas en los frentes de trabajo y en las instalaciones de apoyo, según el número de trabajadores y las necesidades de cada etapa.

El agua cruda será adquirida exclusivamente a proveedores autorizados y transportada al sitio mediante pipas con capacidad aproximada de 10,000 o 15,000 litros. El **Proyecto** no contempla la extracción de agua subterránea ni el aprovechamiento directo de cuerpos de agua, cauces o escurrimientos superficiales.

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se estima un requerimiento total de hasta 8,153 m³ durante los 24 meses de la etapa. De este volumen, aproximadamente 482.98 m³ corresponderán al agua potable para una plantilla máxima de 258 trabajadores y 7,670.02 m³ al agua cruda y otros usos. Esta última se destinará principalmente al riego de caminos y superficies expuestas, control de polvo, preparación de mezclas y concreto, compactación de suelos, pruebas del sistema contra incendio y llenado inicial del circuito de refrigeración líquida del **SAEE**.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, el consumo será reducido debido a que el **SAEE** contará con un sistema de refrigeración líquida en circuito cerrado, por lo que su funcionamiento no requerirá un suministro continuo de agua de proceso. Se estiman aproximadamente 329.47 m³ durante los 40 años de operación, equivalentes a 8.24 m³/año: 299.52 m³ para bebida e hidratación de ocho trabajadores y 29.95

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

m³ como margen para limpieza y reposiciones eventuales. Si la ingeniería definitiva establece servicios sanitarios permanentes con consumo de agua, su requerimiento deberá incorporarse adicionalmente.

Durante la etapa de Desmantelamiento y Cierre, se estima un requerimiento total de hasta 5,096 m³ durante los 12 meses de la etapa. Aproximadamente 69.26 m³ corresponderán al agua potable para una demanda máxima de 74 trabajadores y 5,026.74 m³ al agua cruda destinada principalmente al control de polvo, compactación del suelo, limpieza de equipos y herramientas y, cuando resulte necesario, riego de las superficies sujetas a estabilización o establecimiento de cobertura vegetal.

Los volúmenes indicados corresponden a estimaciones máximas y podrán ajustarse en función del programa definitivo de obra, el número de frentes de trabajo, la curva real de personal, las condiciones climáticas y los requerimientos específicos de los equipos. En todos los casos, el suministro deberá acreditarse mediante documentación que permita identificar al proveedor, el volumen adquirido y la procedencia autorizada del recurso.

Tabla I.15. Resumen del requerimiento de agua por etapa.

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimado
Preparación del sitio y Construcción	Agua cruda suministrada mediante pipas de 10,000 o 15,000 litros por proveedores autorizados. Agua potable mediante garrafones o cisternas portátiles.	Hasta 8,153.00 m³ durante los dos años de la etapa: 482.98 m³ de agua potable para 258 trabajadores y 7,670.02 m³ de agua cruda para control de polvo, riegos, mezclas, concreto, compactación, pruebas del sistema contra incendio y llenado inicial del circuito de refrigeración.
Operación y Mantenimiento	Agua potable y agua para usos menores adquirida a proveedores autorizados conforme a la normatividad aplicable.	Aproximadamente 329.47 m³ durante los 40 años de operación, equivalentes a 8.24 m³/año. El volumen considera 299.52 m³ para el consumo de ocho trabajadores y 29.95 m³ para limpieza y reposiciones eventuales del circuito cerrado de refrigeración.
Desmantelamiento y Cierre	Agua potable y agua cruda suministradas por proveedores autorizados mediante garrafones, cisternas o pipas.	Hasta 5,096.00 m³ durante el año de desmantelamiento: 69.26 m³ de agua potable para una demanda máxima de 74 trabajadores y 5,026.74 m³ de agua cruda para control de polvo, compactación, limpieza de equipos y riego de las áreas sujetas a restauración.

I.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 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.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 129.32 m³ de diésel y de 3.36 m³ de gasolina.

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

Tabla I.16. 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. 47 m³	Aprox. 1.17 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. 51 m³	Aprox. 1.17 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. 27 m³	Aprox. 0.62 m³
Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico	Aprox. 2.79 m³	Aprox. 0.25 m³

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa o frente de trabajo	Maquinaria y equipo principal	Diésel estimado	Gasolina estimada
Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar	Aprox. 1.53 m³	Aprox. 0.15 m³
Total estimado de construcción		**Aprox. 129.32 m³**	**Aprox. 3.36 m³**

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 los vehículos de supervisión y mantenimiento, 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.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 I.17. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción

Cantidad	Equipo	Combustible	Consumo estimado
1	Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
2	Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
1	Motoconformadora / tractor de orugas	Diésel	15 – 30 L/h
2	Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
3	Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
1	Cargador frontal	Diésel	12 – 22 L/h
1	Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
1	Grúa hidráulica 50 t	Diésel	15 – 30 L/h
1	Grúa hidráulica 30 t	Diésel	10 – 20 L/h

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Cantidad	Equipo	Combustible	Consumo estimado
2	Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h / 8 – 12 kWh/h
2	Plataforma de elevación	Diésel	5 – 10 L/h / 6 – 10 kWh/h
1	Equipo de soldadura móvil	Diésel	5 – 10 L/h / 3 – 6 kWh/h
1	Planta eléctrica portátil	Diésel	8 – 15 L/h
2	Camioneta 3½ t	Diésel	8 – 15 L/h
3	Camioneta pickup	Diésel	8 – 12 L/h
2	Automóvil de supervisión	Gasolina	6 – 10 L/h
Variable	Herramienta menor y equipo de mano	Eléctrico	Consumo integrado

Tabla I.18. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento

Cantidad	Equipo	Combustible	Consumo estimado
2	Camioneta pickup	Diésel	8 – 12 L/h
1	Camioneta 3½ t	Diésel	8 – 15 L/h
1	Montacargas eléctrico	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
1	Plataforma de elevación eléctrica	Eléctrico	6 – 10 kWh/h
Variable	Herramienta menor de mantenimiento	Eléctrico	Consumo integrado
1	Vehículo de respuesta a emergencias	Gasolina	8 – 12 L/h

Tabla I.19. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento

Cantidad	Equipo	Combustible	Consumo estimado
1	Excavadora	Diésel	15 – 25 L/h
2	Retroexcavadora	Diésel	8 – 15 L/h
1	Motoconformadora / tractor de orugas	Diésel	15 – 30 L/h
2	Compactadora / rodillo vibratorio	Diésel	8 – 14 L/h
3	Camión de volteo	Diésel	20 – 35 L/h
1	Cargador frontal	Diésel	12 – 22 L/h
1	Pipa de agua	Diésel	20 – 35 L/h
1	Grúa hidráulica 50 t	Diésel	15 – 30 L/h
1	Grúa hidráulica 30 t	Diésel	10 – 20 L/h
2	Montacargas	Diésel	4 – 8 L/h / 8 – 12 kWh/h
2	Plataforma de elevación	Diésel	5 – 10 L/h / 6 – 10 kWh/h
1	Equipo de corte y soldadura	Diésel	5 – 10 L/h / 3 – 6 kWh/h
2	Camioneta 3½ t	Diésel	8 – 15 L/h
3	Camioneta pickup	Diésel	8 – 12 L/h
2	Automóvil de supervisión	Gasolina	6 – 10 L/h
Variable	Herramienta menor	Eléctrico	Consumo integrado

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.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.

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.5.7. Residuos y aguas residuales

I.5.7.1. Manejo de aguas residuales

- Preparación del sitio y Construcción. Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra. 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. Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.

En todas las etapas del **Proyecto** se implementarán medidas para prevenir descargas no controladas al suelo o a cuerpos de agua, garantizando el adecuado manejo de las aguas residuales conforme a la legislación ambiental aplicable.

I.5.7.2. Manejo de residuos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

La cuantificación preliminar considera una plantilla máxima de aproximadamente 258 personas durante 24 meses de preparación del sitio y construcción, 8 personas durante 40 años de operación y mantenimiento, y hasta 74 personas durante 12 meses de desmantelamiento y cierre. También incorpora 120 contenedores **SAEE** con sus respectivos **PCS**, 30 estaciones de transformación, 3.1442 ha de obras permanentes, 2.6196 ha de obras provisionales, 5.7638 ha de intervención preliminar, una potencia neta de 160 MW, 640 MWh de energía neta de diseño, 828.48 MWh de capacidad nominal y los consumos de combustible estimados para el **Proyecto**.

Tabla I.20. Clasificación de residuos a generar por etapa.

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Volumen estimado
Preparación del sitio y Construcción	Residuos rutinarios del personal, comedor y oficinas: restos de alimentos, papel sanitario, papel, cartón, plástico y envases no contaminados	RSU	0.3–0.8 kg/persona/día; con una plantilla máxima de 258 personas equivale a 77.4-206.4 kg/día, 2.01-5.37 t/mes y 48.30-128.79 t durante la etapa, bajo ocupación máxima continua. El total real dependerá de la curva de personal.
	Vegetación producto del desmonte y despalme	RME	Según la biomasa efectivamente retirada en la superficie preliminar de intervención de 5.7638 ha en la primera fase; se cuantificará mediante inventario, cubicación o pesaje y se descontará el material aprovechado en sitio.
	Material excedente de excavaciones y nivelaciones	RME, sólo en caso de excedente	Según el balance de tierras y las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Volumen estimado
			volumetrías de obra. Se priorizará su reutilización en rellenos, nivelación y restauración dentro del **Proyecto**.
	Empaques de cartón, plástico, madera y tarimas	RSU / RME	5.71 a 10.71 t
	Chatarra metálica (acero, aluminio, conductores)	RME	2.14 a 5 t
	Restos de concreto y materiales de construcción	RME	3.93 a 9.43 t
	Aceites usados, grasas, filtros y absorbentes contaminados	RP	0.48 a 1.44 t
	Envases contaminados con hidrocarburos o pinturas	RP	0.19 a 0.57 t
	Residuos sanitarios de sanitarios portátiles	RSU	0.3 a 0.8 kg/trabajador/día; con una plantilla máxima de 258 personas equivale a 77.4–206.4 kg/día durante el pico de obra.
Operación y mantenimiento	Residuos domésticos del personal	RSU	0.88 a 2.34 t/año
	Material vegetal producto de podas	RME	5 a 18.5 t/año
	Equipos eléctricos menores y refacciones sustituidas	RME	< 1.43 t/año
	Aceites, lubricantes, filtros y absorbentes contaminados	RP	<0.73 t/año
	Baterías, componentes electrónicos o eléctricos fuera de servicio	RP	Eventual según programa e inventario
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	≤ 1.85 ton
	Residuos domésticos del personal de desmantelamiento	RSU	0.58 a 1.54 t/mes; 6.93 a 18.47 t durante la etapa, bajo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Volumen estimado
			ocupación máxima continua.

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.

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.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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

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

I.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero

I.6.1. Emisiones a la atmósfera

Durante las distintas etapas del **Proyecto** se generarán emisiones atmosféricas asociadas principalmente al uso de maquinaria, equipos y vehículos que operan con combustibles fósiles (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.21. 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.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.5.5 Maquinaria y equipo y los requerimientos descritos en el apartado I.5.4 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.22. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de **GEI**.

Etapa	Frente / actividad	Cant.	Maquinaria o equipo	Combustible	Consumo medio (L/h)	Horas equivalentes	Consumo del ciclo (m³)
Preparación del sitio y Construcción (2 años)	Preparación, caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras	1	Excavadora	Diésel	20.00	408.696	8.174
		2	Retroexcavadora	Diésel	12.00	283.816	6.812
		1	Tractor de orugas	Diésel	22.00	247.694	5.449
		1	Motoconformadora	Diésel	22.00	216.733	4.768
		1	Cargador frontal	Diésel	17.00	280.477	4.768
		2	Compactador / rodillo	Diésel	11.00	185.771	4.087
		3	Camión de volteo	Diésel	25.00	108.986	8.174
		1	Pipa de agua	Diésel	25.00	190.725	4.768
		2	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	73.125	1.170
	Obra civil del SAEE, subestación y cimentaciones	1	Excavadora	Diésel	20.00	340.000	6.800
		2	Retroexcavadora	Diésel	12.00	283.333	6.800
		1	Cargador frontal	Diésel	17.00	240.000	4.080
		2	Compactador / rodillo	Diésel	11.00	154.545	3.400
		4	Camión revolvedor	Diésel	25.00	170.000	17.000
		1	Bomba de concreto	Diésel	15.00	272.000	4.080
		2	Grúa de capacidad media	Diésel	18.00	151.111	5.440
		2	Montacargas	Diésel	6.00	283.333	3.400
		2	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	73.125	1.170
	Montaje BESS, subestación, red colectora y línea de interconexión	2	Grúa de 100 a 300 t	Diésel	30.00	150.000	9.000
		2	Plataforma de transporte / tractocamión	Diésel	25.00	102.857	5.143
		2	Montacargas telescópico	Diésel	8.00	160.714	2.571
		2	Camión de carga	Diésel	18.00	89.286	3.214
		2	Equipo de tendido / malacate	Diésel	6.00	160.714	1.929

Etapa	Frente / actividad	Cant.	Maquinaria o equipo	Combustible	Consumo medio (L/h)	Horas equivalentes	Consumo del ciclo (m³)
		1	Perforadora / equipo de cimentación	Diésel	20.00	160.714	3.214
		2	Canastilla / plataforma de elevación	Diésel	8.00	120.536	1.929
		2	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	38.750	0.620
	Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio	2	Planta eléctrica portátil	Diésel	10.00	95.548	1.911
		1	Vehículo de apoyo logístico	Diésel	11.00	79.913	0.879
		1	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	31.250	0.250
	Retiro de instalaciones temporales y limpieza final	1	Retroexcavadora	Diésel	12.00	42.500	0.510
		1	Camión de carga	Diésel	18.00	28.333	0.510
		1	Compactador	Diésel	11.00	46.364	0.510
		1	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	18.750	0.150
Operación (40 años)	Operación, mantenimiento y atención de contingencias	2	Camioneta pickup	Diésel	10.00	1,904.762	38.095
		1	Camioneta 3½ t	Diésel	11.50	1,904.762	21.905
		1	Montacargas eléctrico	Eléctrico	0	0	0
		1	Plataforma de elevación eléctrica	Eléctrico	0	0	0
		Var.	Herramienta menor de mantenimiento	Eléctrico	0	00	0
		1	Vehículo de respuesta a emergencias	Gasolina	10	4,800.00	48.000
Desmantelamiento (1 año)	Retiro de contenedores, subestación, línea y obra civil	1	Excavadora	Diésel	20.00	202.703	4.054
		2	Retroexcavadora	Diésel	12.00	140.766	3.378

Etapa	Frente / actividad	Cant.	Maquinaria o equipo	Combustible	Consumo medio (L/h)	Horas equivalentes	Consumo del ciclo (m³)
		1	Motoconformadora / tractor de orugas	Diésel	22.00	122.850	2.703
		2	Compactador / rodillo	Diésel	11.00	92.138	2.027
		3	Camión de volteo	Diésel	25.00	72.072	5.405
		1	Cargador frontal	Diésel	17.00	119.237	2.027
		1	Grúa hidráulica	Diésel	22.00	122.850	2.703
		2	Camión de carga	Diésel	18.00	37.538	1.351
		2	Plataforma de elevación	Diésel	8.00	42.230	0.676
		1	Equipo móvil de corte y soldadura	Diésel	8.00	84.459	0.676
		2	Vehículo ligero de supervisión	Gasolina	8.00	62.500	1.000
Construcción (2 años)	**SUBTOTAL DE LA ETAPA**	**—**	**Inventario conciliado**	**Diésel**	**—**	**—**	**129.320**
		—		**Gasolina**	**—**	**—**	**3.360**
Operación (40 años)	**SUBTOTAL DE LA ETAPA**	**—**		**Diésel**	**—**	**—**	**60.000**
		—		**Gasolina**	**—**	**—**	**48.000**
Desmantelamiento (1 año)	**SUBTOTAL DE LA ETAPA**	**—**		**Diésel**	**—**	**—**	**25.000**
		—		**Gasolina**	**—**	**—**	**1.000**

I.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 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.23. 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.6.4. Cálculo de CO_2 equivalente

Los **GEI** distintos al dióxido de carbono (**CO_2**) — metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc. — son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su **GWP**:

CO_2eq = Masa del gas × Potencial de calentamiento (GWP)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se elige el **CO_2** como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de **CO_2eq** es usada para calcular la huella de carbono de un individuo, producto, actividad o servicio.

Para el cálculo de las emisiones de **GEI** se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, año 2022 (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Greenhouse Gas Reporting: Conversion Factors 2022).

Tabla I.24. 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

Fuente: UK Government GHG Conversion Factors 2022, los factores ya se expresan en kg CO_2e por litro y se suman directamente por combustible.

I.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. Los consumos documentados y factores descritos, se estima una generación preliminar de 661.39 t de CO_2e durante el ciclo de vida. Para construcción se adopta la suma detallada de 129.32 m³ de diésel de la Tabla I.16 y los volúmenes definidos en el uso real de la maquinaria relacionada en la Tablas I.22.

Tabla I.25. Estimación preliminar de generación de **GEI** por etapa del **Proyecto**

Etapa	Diésel (L)	Gasolina (L)	CO_2 (kg CO_2e)	CH_4 (kg CO_2e)	N_2O (kg CO_2e)	Total (kg CO_2e)	Total (t CO_2e)
Preparación del sitio y construcción	129,320	3,360	333,178.85	57.82	4,807.02	338,043.68	338.04
Operación y mantenimiento	60,000	48,000	254,341.20	361.20	2,536.80	257,239.20	257.24
Desmantelamiento y abandono	25,000	1,000	65,162.55	13.70	931.60	66,107.85	66.11
Total del ciclo de vida	**214,320**	**52,360**	**652,682.60**	**432.72**	**8,275.42**	**661,390.73**	**661.39**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con base en los consumos de combustible estimados y en los factores de emisión utilizados, la generación preliminar de **GEI** del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende aproximadamente a 661.39 t de CO_2 equivalente.

La etapa de preparación del sitio y construcción concentra aproximadamente el 51.11 % de las emisiones totales, como consecuencia de la operación de maquinaria destinada al movimiento de tierras, ejecución de obra civil, montaje electromecánico, transporte de materiales, pruebas y limpieza final. Entre las fuentes principales se encuentran los camiones revolvedores, grúas, excavadoras, camiones de volteo y demás maquinaria pesada.

La operación y mantenimiento durante 40 años representa aproximadamente el 38.89 %, debido al consumo acumulado asociado a las pruebas o contingencias de la planta de emergencia y al uso de vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias. En caso de que el diseño definitivo no requiera planta de emergencia a diésel o se utilicen vehículos eléctricos, estas emisiones podrán ser inferiores.

La etapa de desmantelamiento y abandono aporta aproximadamente el 10.00 %, asociado al retiro de los contenedores, baterías, estaciones de transformación, subestación, línea de interconexión, cableado y cimentaciones, así como al transporte de materiales y residuos.

Respecto de la composición por gas, el CO_2 representa aproximadamente el 98.68 % de las emisiones expresadas como CO_2 equivalente, seguido del N_2O con 1.25 % y del CH_4 con 0.07 %.

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 LA LOMA "

CAPÍTULO III

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

REPORTE FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, 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

Para el área de influencia se realizaron 5 sitios de muestreo para Vegetación de mezquital xerófilo, 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



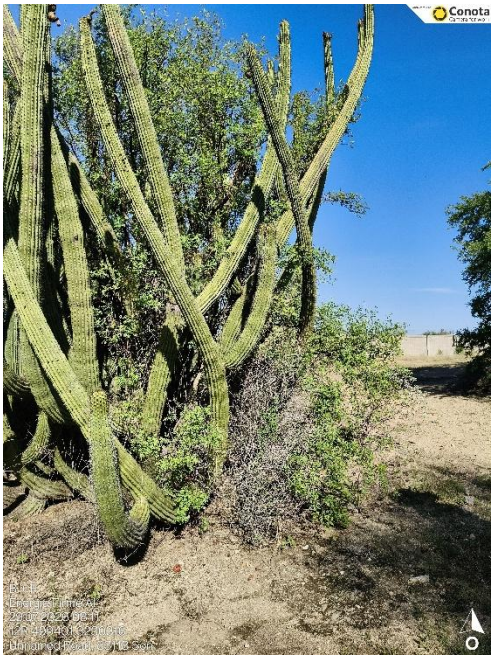
Sitio 02



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 (MIA-R)

PROYECTO

“SAEE LA LOMA”

REPORTE FOTOGRÁFICO DE FAUNA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO
2026

[redacted]

Índice

Figura III.1. Herpetofauna 3
Figura III.2. Avifauna 5
Figura III.3. Mastofauna 7

[redacted]

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



Aspidoscelis sonorae



Aspidoscelis tigris



Callisaurus draconoides



Coleonyx variegatus

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Dipsosaurus dorsalis



Phrynosoma solare



Urosaurus ornatus

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.2. Avifauna



Auripaurus flaviceps



Campylorhynchus brunneicapillus



Cardinalis cardinalis



Toxostoma bendirei

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]



Zenaida asiatica

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.3. Mastofauna



Canis latrans (excreta)



Chaetodipus penicillatus



Dicotyles angulatus (excreta)



Lynx rufus (excreta)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]



Odocoileus hemionus (excreta)



Perognathus amplus



Urocyon cinereoargenteus

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO

“SAEE LA LOMA”

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, 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 21
III.2.2.3. Suelo 33
III.2.2.4. Geología 38
III.2.2.5. Agua 39
III.2.2.6. Aire 49
III.2.2. Medio biótico 51
III.2.2.1. Uso de suelo y vegetación 51
III.2.2.2. Corredores biológicos 55
III.2.2.3. Flora 56
III.2.2.4. Fauna 91
III.2.3. Medio socioeconómico 118
III.2.3.1. Contexto regional 118
III2.3.2. Contexto municipal 119
III.4. Paisaje 123

Índice de tablas

Tabla III.1. Superficies del área de estudio 6
Tabla III.2. Estaciones climatológicas próximas a la RE, AI y AP 12
Tabla III.3. Temperatura media mensual 13
Tabla III.4. Precipitación media y máxima mensual 14
Tabla III.5. Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente 24
Tabla III.6. Escala de Mercalli. 28
Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP 34
Tabla III.8. Superficies con erosión en la RE, AI y AP 36
Tabla III.9. Superficies por tipo de degradación del suelo en RE, AI y AP 37
Tabla III.10. Superficies por tipo de unidad litoestatigráfica en RE, AI y AP 39
Tabla III.11. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP 44
Tabla III.12. Situación del acuífero en el que inciden la RE, AI y AP 47
Tabla III.13. Parámetros de calidad del agua subterránea. 48
Tabla III.14. Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP. 50
Tabla III.15. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9] 50
Tabla III.16. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI 52
Tabla III.17. Coordenadas centrales de los rodales de muestreo 58
Tabla III.18. Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo 59
Tabla III.19. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 65
Tabla III.20. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial 66
Tabla III.21. Especies registradas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 68
Tabla III.22. Resultados del proceso de determinación de intensidad de muestreo 68
Tabla III.23. Índice de representatividad en la RE. 71
Tabla III.24. Índice de representatividad en el AI. 74
Tabla III.25. Índice de representatividad en el AP 76

Tabla III.26. Listado de especies de flora registradas durante los muestreos en el área de estudio 77
Tabla III.27. Índices de diversidad de flora 81
Tabla III.28. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbóreo 83
Tabla III.29. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo 84
Tabla III.30. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo 85
Tabla III.31. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbóreo 86
Tabla III.32. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo 87
Tabla III.33. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo 88
Tabla III.33. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbóreo 89
Tabla III.34. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo 90
Tabla III.35. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato herbáceo 91
Tabla III.36. Coordenadas de los transectos de muestreo de herpetofauna 94
Tabla III.37. Coordenadas de los transectos para el muestreo de mamíferos 96
Tabla III.37. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampas 98
Tabla III.37. Coordenadas de las trampas Sherman 99
Tabla III.37. Coordenadas de ubicación de los putos de observación para aves 100
Tabla III.39. Resumen de las características de las especies de fauna identificadas en el listado potencial . 104
Tabla III.40. Listado de fauna registrada en la RE, AI y AP 105
Tabla III.41. Especies registradas en campo que se encuentran en algún instrumento de protección 108
Tabla III.42. Índice de representatividad de fauna 110
Tabla III.43. Abundancia registrada por especie en la RE, AI y AP 111
Tabla III.44. Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves 114
Tabla III.45. Índices de diversidad estimados para el grupo de los mamíferos 116
Tabla III.46. Índices de diversidad estimados para el grupo de los reptiles 117
Tabla III.47. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP. 125
Tabla III.48. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 127
Tabla III.49. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV 128
Tabla III.50. Escala de referencia CAV. 130

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 15
Figura III.7. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP 16
Figura III.8. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP 17
Figura III.9. Nivel de peligro por granizo en la RE 18
Figura III.10. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP 19
Figura III.11. Vulnerabilidad a inundaciones 20
Figura III.12. Vulnerabilidad a deslaves 21
Figura III.13. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas 22
Figura III.14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas 23
Figura III.15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP 24
Figura III.16. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP 25
Figura III.17. Rango de pendientes en la RE, AI y AP 26
Figura III.18. Ubicación de la RE, AI y AP con relación a fallas y fracturas 27

Figura III.19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México 28
Figura III.20. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México. 30
Figura III.21. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP 31
Figura III.22. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP 32
Figura III.23. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP 33
Figura III.24. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP 34
Figura III.25. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP 36
Figura III.26. Degradación de suelos en la RE, AI y AP 37
Figura III.27. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP 38
Figura III.28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas 40
Figura III.29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas 41
Figura III.30. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas. 42
Figura III.31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las microcuencas 43
Figura III.32. Hidrología superficial de la RE, AI y AP 44
Figura III.33. Hidrología superficial en el AP 45
Figura III.34. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales 46
Figura III.35. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los acuíferos 47
Figura III.36. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en la RE, AI o AP 49
Figura III.37. Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI 52
Figura III.38. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI 53
Figura III.39. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI 54
Figura III.40. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos. 55
Figura III.41. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos 56
Figura PIII.42. Ubicación de los rodales de muestreo en la RE, AI y AP 58
Figura III.43. Forma del sitio y subsitios de muestreo 59
Figura III.44. Curvas de acumulación de especies para la RE (esfuerzo de muestreo) 70
Figura III.45. Modelo comparativo de riqueza en la RE (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 71
Figura III.46. Curvas de acumulación de especies para el AI (esfuerzo de muestreo) 72
Figura III.47. Modelo comparativo de riqueza en el AI (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2). 73
Figura III.48. Curvas de acumulación de especies para el AP (esfuerzo de muestreo) 75
Figura III.49. Modelo comparativo de riqueza en el AP (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 76
Figura III.50. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de herpetofauna 94
Figura III.50. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de mamíferos 96
Figura III.50. Plano de ubicación de las cámaras trampa 98
Figura III.50. Plano de ubicación de las trampas Sherman 99
Figura III.50. Plano de ubicación de los puntos de observación para aves 100
Figura III.51. Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo) 109
Figura III.52. Modelo comparativo de riqueza de fauna (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) 110
Figura III.53. Demografía en el municipio de Hermosillo 119
Figura III.54. Etnicidad en el municipio de Hermosillo 119
Figura III.55. Disponibilidad de bienes y servicios 120
Figura III.56. PEA y PNEA en el municipio de Hermosillo 121
Figura III.57. Escolaridad en el municipio de Hermosillo 122
Figura III.58. Servicios de salud en el municipio de Hermosillo 122
Figura III.59. Población con alguna discapacidad en el municipio de Hermosillo 123
Figura III.60. Migración en el municipio de Hermosillo 123

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 Región Ecológica (**RE**) del **Proyecto** se generó mediante la integración de criterios espaciales, físicos y ambientales, tomando como unidad principal la distribución del uso de suelo y vegetación registrada en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**. La **RE** se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, y se caracteriza por la presencia exclusiva de mezquital xerófilo, comunidad vegetal propia de ambientes áridos y semiáridos, asociada con condiciones de baja precipitación, temperaturas elevadas y una dinámica hidrológica dominada por escurrimientos temporales.

La configuración territorial de la **RE** corresponde a un mosaico fisiográfico integrado por lomeríos, zonas de transición de piedemonte y superficies de menor pendiente, donde el mezquital xerófilo mantiene continuidad a través del área de análisis. Asimismo, dentro de la **RE** se distribuye una red de escurrimientos intermitentes que descienden desde las partes más elevadas hacia las zonas bajas, conformando elementos relevantes para la conducción temporal de agua, el transporte de sedimentos y la conectividad ambiental local.

Por lo tanto, la delimitación de la **RE** se realizó con los siguientes criterios:

- Uso de suelo y vegetación. Se utilizó la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI** para identificar la distribución, continuidad y representatividad del mezquital xerófilo dentro de la **RE**. Esta unidad constituye la cobertura vegetal predominante y exclusiva del área de análisis, por lo que define el contexto ecológico inmediato del **AP**.
- Red hidrográfica y escurrimientos intermitentes. Se incorporó la red de drenaje superficial presente en el área, integrada por escurrimientos de carácter intermitente que se distribuyen dentro y alrededor del polígono. Estos cauces funcionan como rutas temporales de concentración y conducción de agua durante eventos de precipitación, por lo que son relevantes para evaluar la conectividad hidrológica, los procesos de erosión, el transporte de sedimentos y la vegetación asociada a los cauces.
- Configuración fisiográfica y relieve. Se consideró la distribución de lomeríos, piedemontes y superficies de pendiente suave, debido a que estas unidades condicionan la dirección y

concentración de los escurrimientos, la acumulación de materiales y las condiciones de establecimiento del mezquital xerófilo. Se incluyeron áreas de cabecera y tramos de escurrimiento vinculados con el entorno inmediato del **AP**, evitando restringir el análisis a los límites del predio.

- Continuidad ambiental. Se buscó integrar superficies con continuidad espacial respecto del mezquital xerófilo que circunda al **AP**, evitando fragmentar de forma arbitraria la unidad de vegetación predominante o los corredores ambientales asociados a los escurrimientos intermitentes. Con ello, la **RE** representa el contexto ecológico funcional para analizar los efectos potenciales sobre la vegetación, la fauna, el suelo y el drenaje superficial.
- Imagen satelital de referencia. Se empleó la interpretación de imagen satelital para corroborar la continuidad aparente de la cobertura de mezquital xerófilo, la ubicación de los escurrimientos y la presencia de caminos, brechas u otras áreas previamente intervenidas dentro y alrededor del polígono.

De esta manera, a partir de la sobreposición de la cartografía de uso de suelo y vegetación, la red hidrográfica, la información topográfica y la interpretación de imagen satelital, se definió una **RE** que engloba el **AP** y su **AI** inmediata. El polígono resultante representa de forma adecuada el ámbito espacial de análisis para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

Para la delimitación del **AI** se tomaron como base las carreteras, caminos y senderos que forman parte del 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 43.294 ha y una **RE** con una superficie de 568.994 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**)	94111.257	9.411
Área de Influencia (**AI**)	432944.180	43.294
Región Ecológica (**RE**)	5689939.338	568.994

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

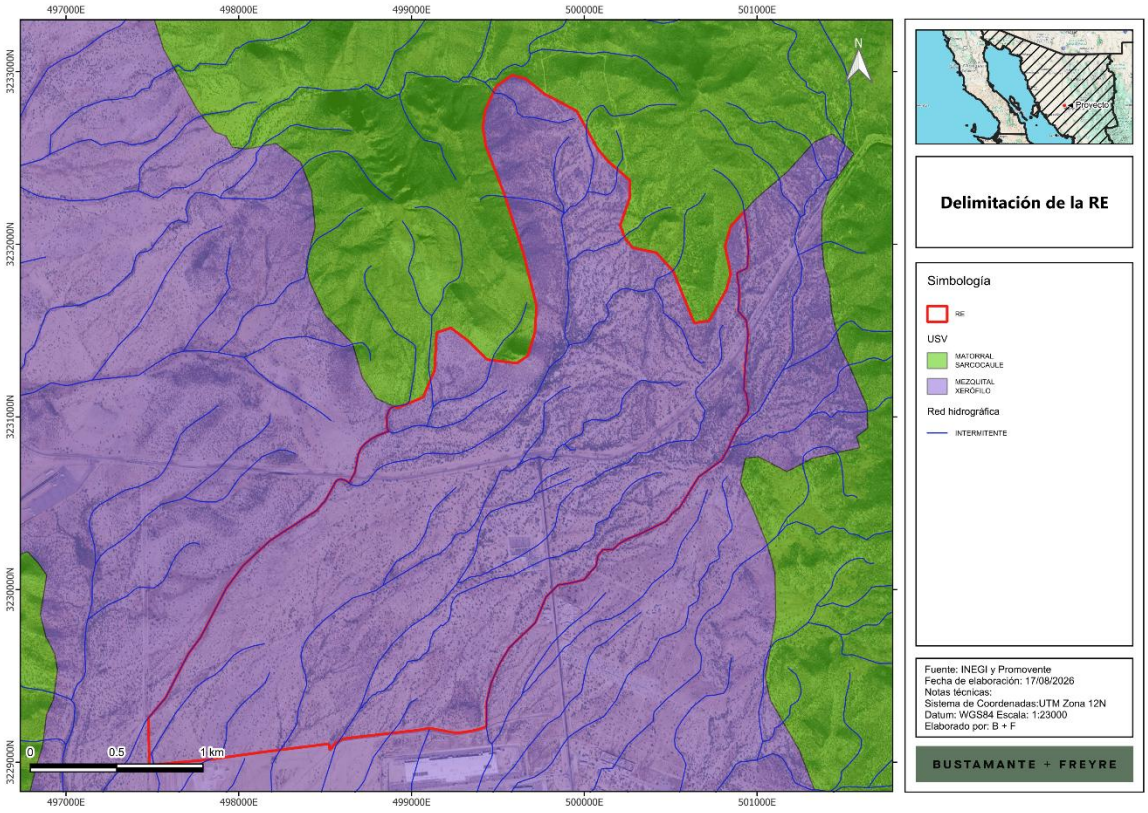
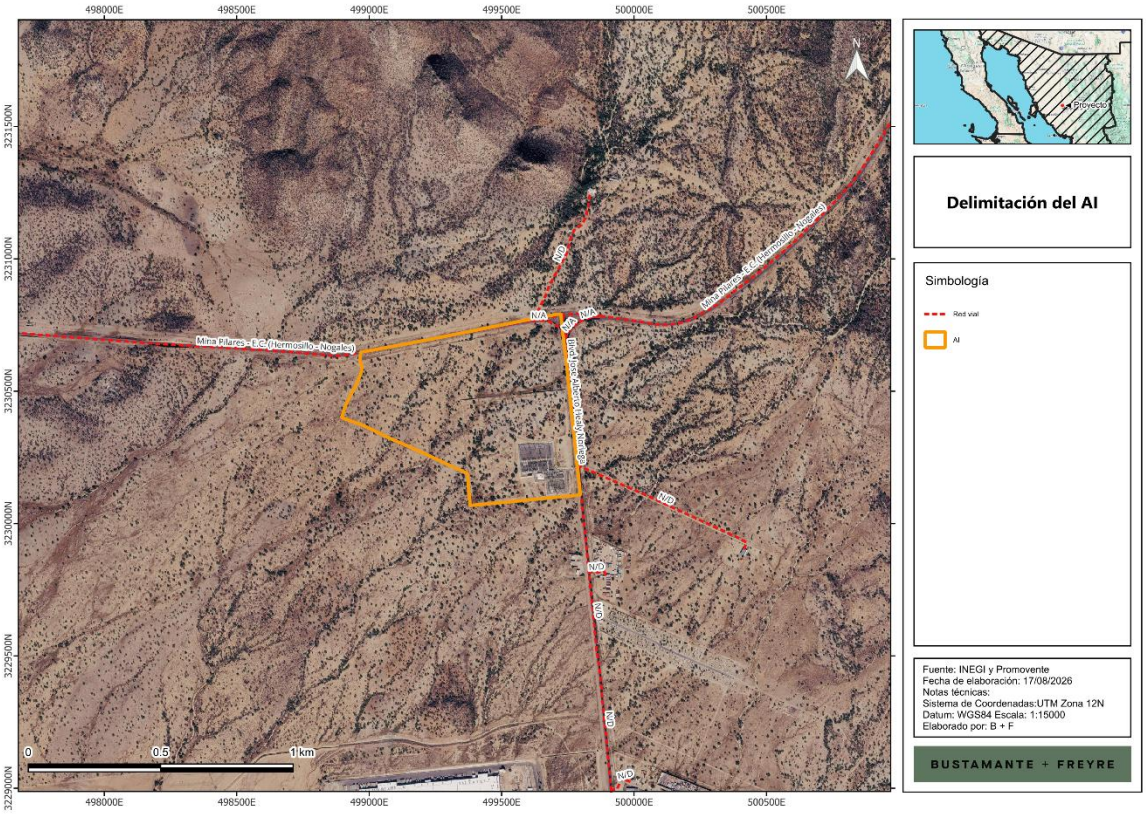
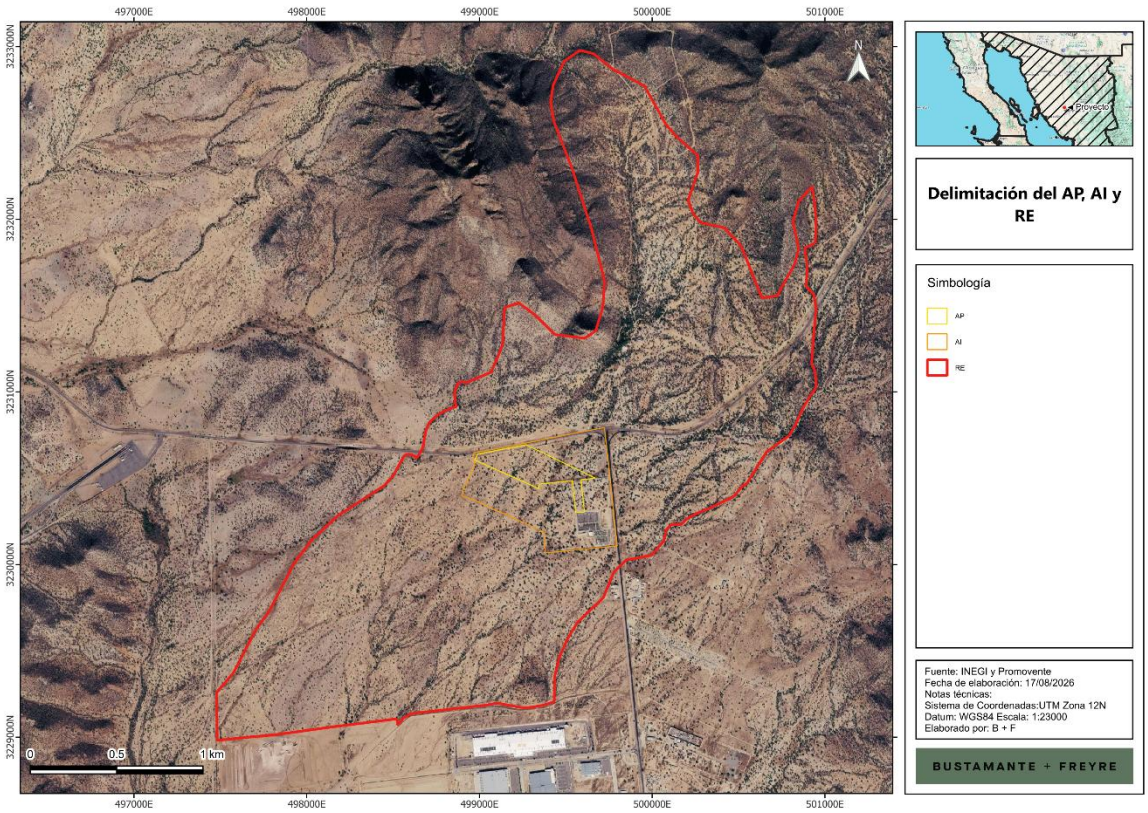


Figura III.2. Elementos para la delimitación del **AI**



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.

De acuerdo con la clasificación climática de **INEGI**, dentro de la **RE** y **AI** se presentan dos unidades climáticas: BWhw(x') y BW(h')hw(x'); mientras que el **AP** se ubica únicamente dentro de la unidad BWhw(x') (**Figura III.4**).

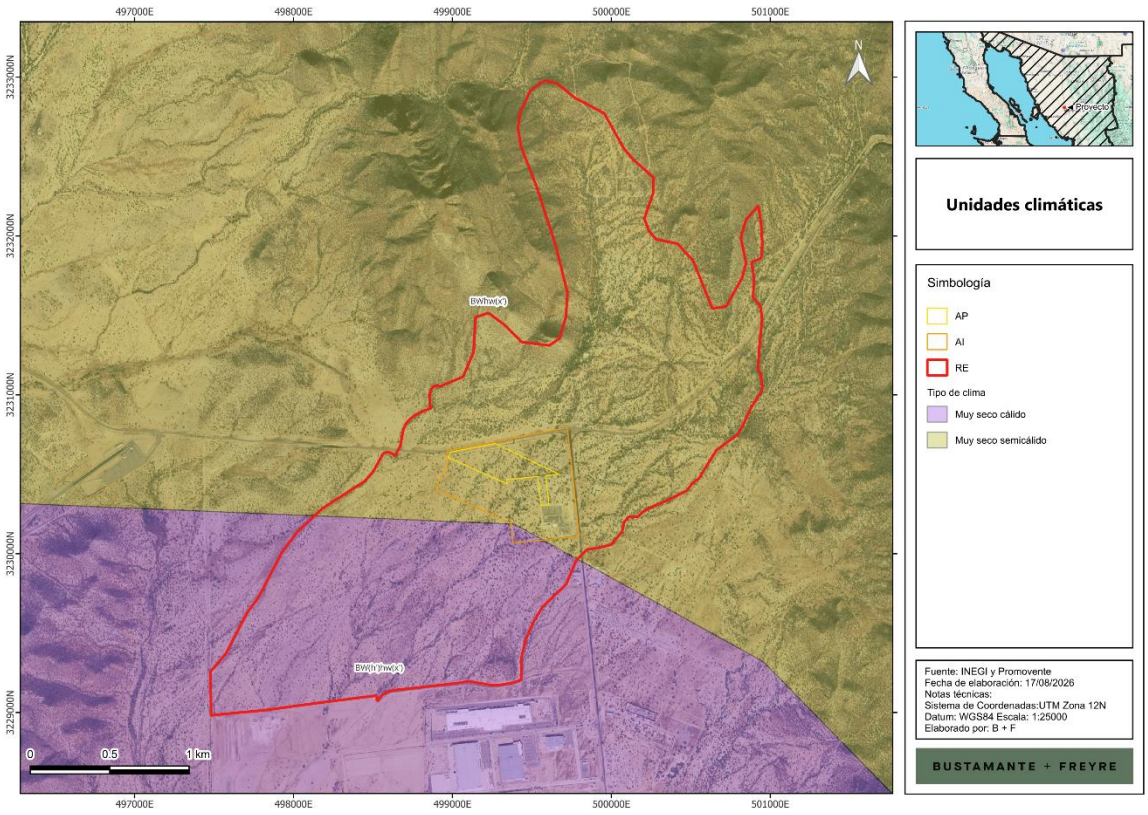
La unidad climática BWhw(x') corresponde a un clima muy seco semicálido, característico de ambientes áridos con precipitación limitada, alta evaporación potencial y temperaturas elevadas durante una parte importante del año. Su presencia abarca la mayor parte de la **RE**, incluyendo los sectores norte, centro y oriente, así como la totalidad del **AP** y la mayor parte del **AI**. En consecuencia, las actividades del **Proyecto** se desarrollarán en condiciones climáticas predominantemente áridas, donde la disponibilidad de agua superficial es temporal y está asociada principalmente a eventos de precipitación de corta duración e intensidad variable.

Por su parte, la unidad BW(h')hw(x') corresponde a un clima muy seco cálido y se distribuye hacia la porción sur y suroeste de la **RE**. Esta unidad también se encuentra parcialmente representada dentro del **AI**, principalmente en sus sectores meridionales; sin embargo, no se superpone con el **AP**. La presencia de este clima en la parte baja de la **RE** refleja una variación climática local asociada con la configuración del relieve y las condiciones fisiográficas del área.

La distribución de ambas unidades muestra que, aunque la **RE** integra un gradiente climático local entre condiciones muy secas semicálidas y muy secas cálidas, el **AP** se localiza en una condición climática homogénea correspondiente al clima **BWhw(x')**.

[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 BWhw(x’) corresponde a un clima muy seco semicálido con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2% respecto de la precipitación total anual. Presenta condiciones desérticas o de aridez extrema; una temperatura media anual de entre 18 y 22 °C y las en verano. Asimismo, cuenta con una participación relativa de precipitación invernal superior a 10.2% de la precipitación anual total. Aunque el régimen de lluvias es predominantemente estival, la precipitación suele presentarse de manera irregular, en eventos puntuales de duración corta y distribución espacial heterogénea. La estacionalidad se caracteriza por veranos cálidos, elevada radiación solar y alta demanda evaporativa, así como por inviernos relativamente frescos y secos [4,5].

El clima BW(h’)hw(x’) corresponde a un clima muy seco cálido con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2% respecto de la precipitación total anual. Este clima cuenta con condiciones desérticas, con precipitación insuficiente en relación con la evapotranspiración potencial. Presenta una temperatura media anual superior a 22 °C; donde temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C, y un régimen de precipitación de verano. Finalmente, presenta una proporción de lluvia invernal superior a 10.2% del total anual. Este clima presenta condiciones de aridez más

[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

cálidas que la unidad BWhw(x’), con temperaturas medias anuales elevadas, alta insolación y una demanda evaporativa considerable durante la mayor parte del año. Las lluvias ocurren principalmente durante el verano, normalmente mediante eventos convectivos intensos y de corta duración; adicionalmente, puede ocurrir precipitación durante el invierno, aunque ésta no modifica el carácter muy seco del clima [6,7].

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 identificaron dos estaciones climatológicas cercanas a la **RE** y que se encuentran operando y con datos para el periodo de 1991 a 2020: las estaciones climatológicas 26139 y 26040, localizadas aproximadamente a 12 y 15 km al sur del **AP**, respectivamente.

La estación 26139 se empleó como referencia principal por ser la más próxima al **AP**, mientras que la estación 26040 se utilizó para contrastar la consistencia espacial de los valores de temperatura y precipitación. La estación 26308, situada aproximadamente a 23 km al norte del **AP**, no fue considerada en el análisis debido a la falta de registros climatológicos disponibles.

Se reconoce que las estaciones 26139 y 26040 se localizan dentro de la mancha urbana de Hermosillo; por tanto, sus registros pueden estar sujetos a influencia urbana. Sin embargo, considerando su cercanía al **AP**, la similitud altitudinal, la disponibilidad de información y la correspondencia regional con las condiciones de aridez propias del municipio, los datos obtenidos se consideran representativos para describir las tendencias climáticas generales del área de estudio (**Tabla III.2**).

Tabla III.2. Estaciones climatológicas próximas a la **RE, AI** y **AP**

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
Hermosillo II (DGE)	26139	Sonora	Hermosillo	29.09889	-110.95417	221	1991-2020
Hermosillo (OBS)	26040	Sonora	Hermosillo	29.07833	-110.93	215	1991-2020

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 las estaciones oscila entre los 17.1 °C y los 33.3 °C (con una temperatura promedio de 25.5 °C. Los meses más cálidos son junio a septiembre, con una media de 32.65, 33.3, 32.7 y 31.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con una media de 17.45 y 17.1 °C, respectivamente (**Tabla III.3**).

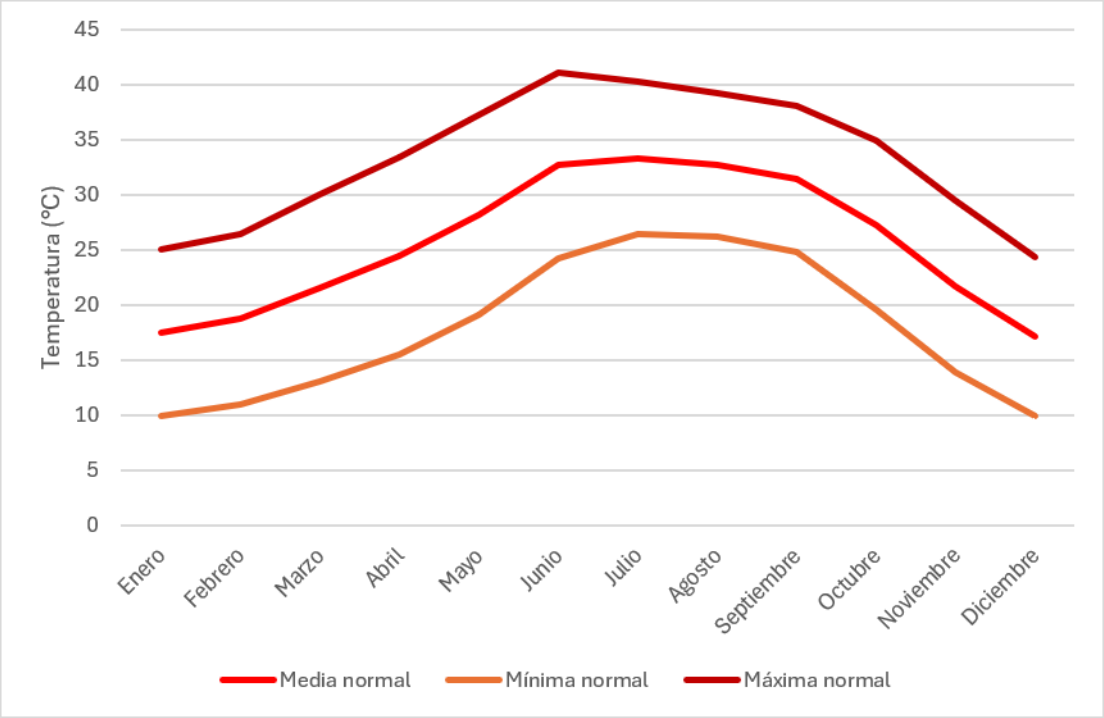
[6] García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México.
[7] INEGI. Diccionario de Datos Climáticos : Vectorial : Escalas 1 : 250 000 y 1 : 1 000 000. 2001

Tabla III.3. Temperatura media mensual

Mes	Temperatura (°C)		
	Media normal	Mínima normal	Máxima normal
Enero	17.45	9.9	25.05
Febrero	18.7	10.95	26.45
Marzo	21.55	13.05	30.05
Abril	24.5	15.55	33.4
Mayo	28.15	19.05	37.25
Junio	32.65	24.2	41.1
Julio	33.3	26.4	40.2
Agosto	32.7	26.15	39.2
Septiembre	31.4	24.75	38
Octubre	27.25	19.6	34.85
Noviembre	21.65	13.9	29.4
Diciembre	17.1	9.9	24.35
Promedio	25.5	17.8	33.3

Asimismo, en la **Figura III.5** se muestra el comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las estaciones meteorológicas.

Figura III.5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas



III.2.1.1.2. Precipitación

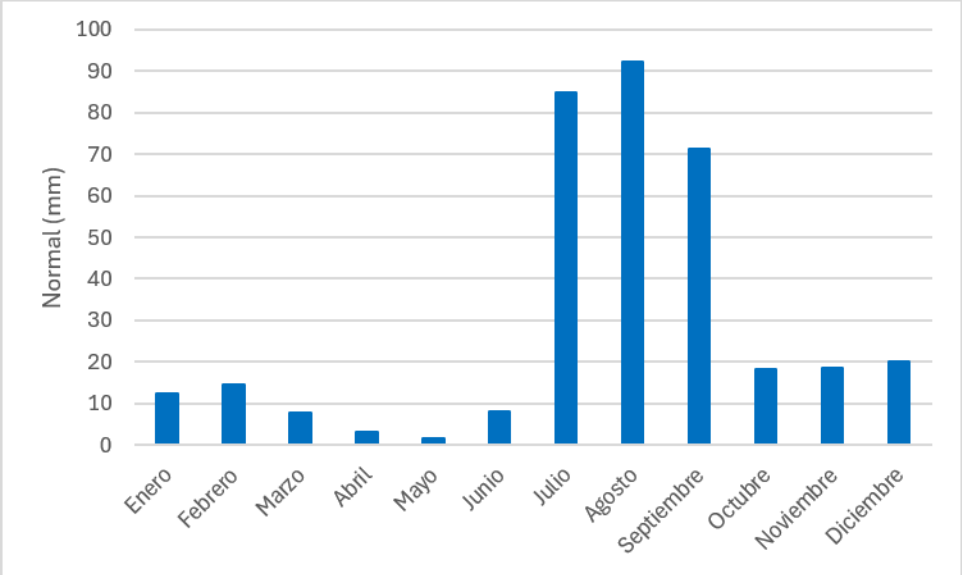
La precipitación media anual registrada en la estación varía entre 1.65 y 92.35 mm, con una precipitación total anual de 352.95 mm. Los meses más lluviosos son de julio a septiembre, con precipitaciones de hasta 92.35 mm en agosto, mientras que los meses de menor precipitación son abril y mayo (**Tabla III.4**).

Tabla III.4. Precipitación media y máxima mensual

Mes	Precipitación (mm)		
	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	12.4	62.2	35.6
Febrero	14.45	76.85	61.3
Marzo	7.65	68.5	26.5
Abril	3.15	49.95	49.95
Mayo	**1.65**	24.75	18.9
Junio	8.15	100.1	49.35
Julio	84.95	190.1	82.55
Agosto	**92.35**	224.5	131.85
Septiembre	71.15	183.35	110.45
Octubre	18.4	203.6	104.35
Noviembre	18.55	163.9	128.75
Diciembre	20.1	130	74.1
Total	352.95	-	-

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

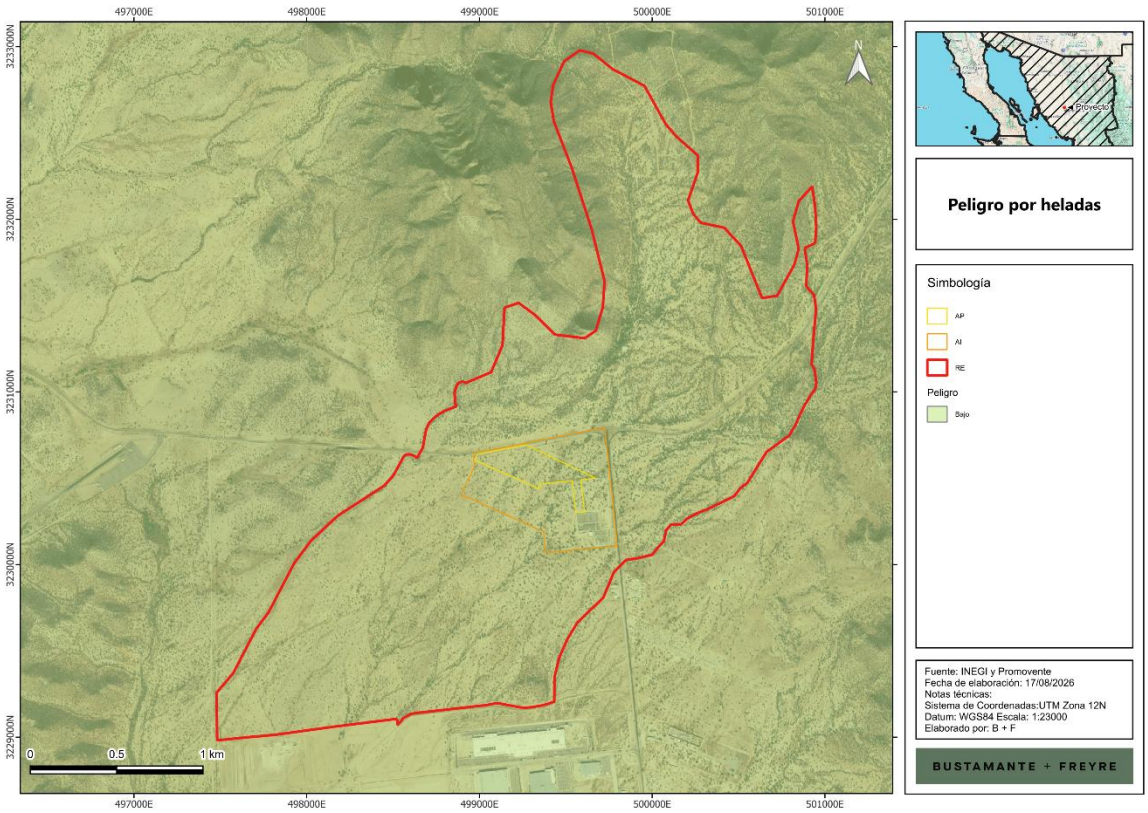


III.2.1.1.3. Fenómenos meteorológicos

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 bajo (**Figura III.7**).

Figura III.7. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP

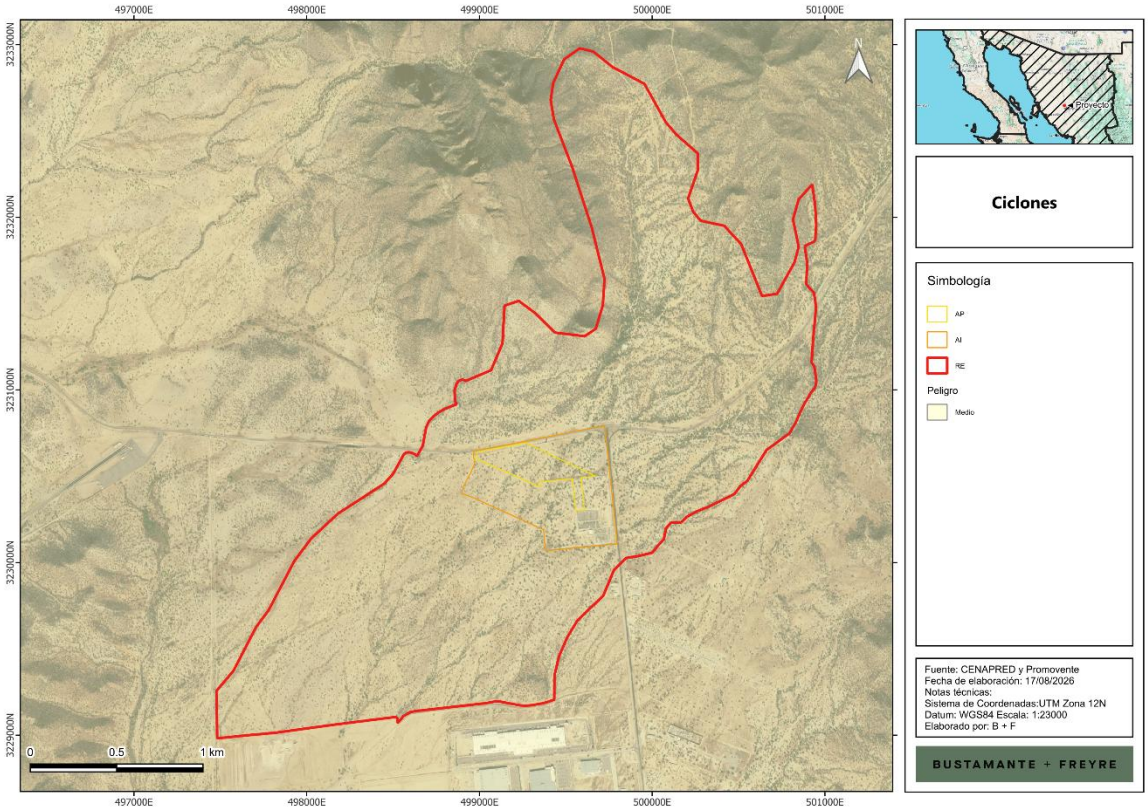


Ciclones

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 medio (**Figura III.8**).

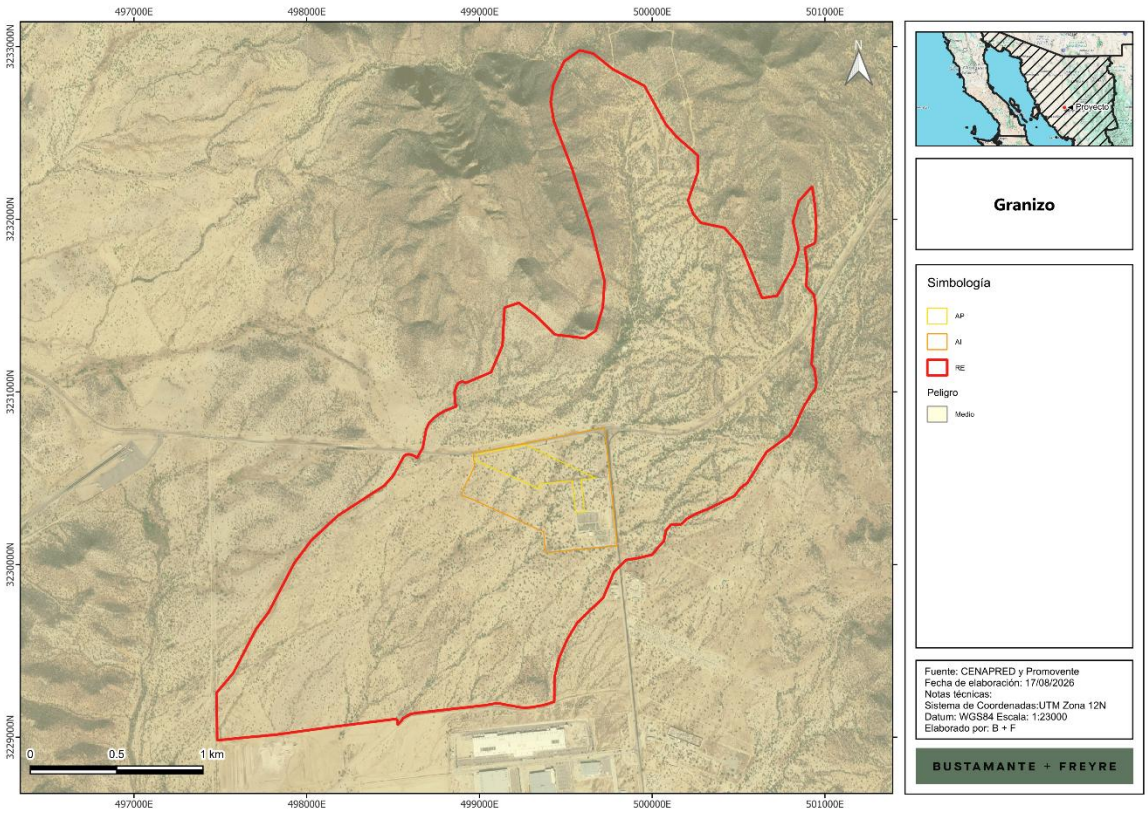
Figura III.8. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP



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

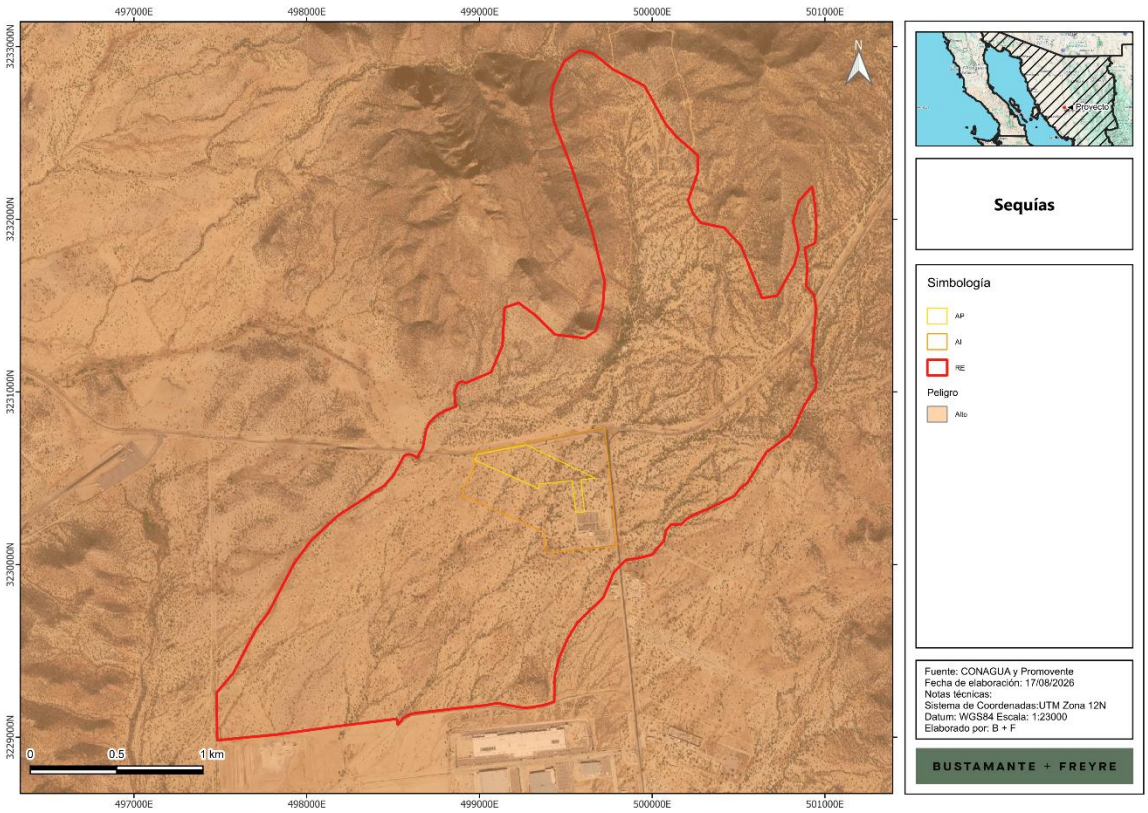
La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un 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 deslaves, como se observa en la **Figura III.11** y **Figura III.12**.

Figura III.11. Vulnerabilidad a inundaciones

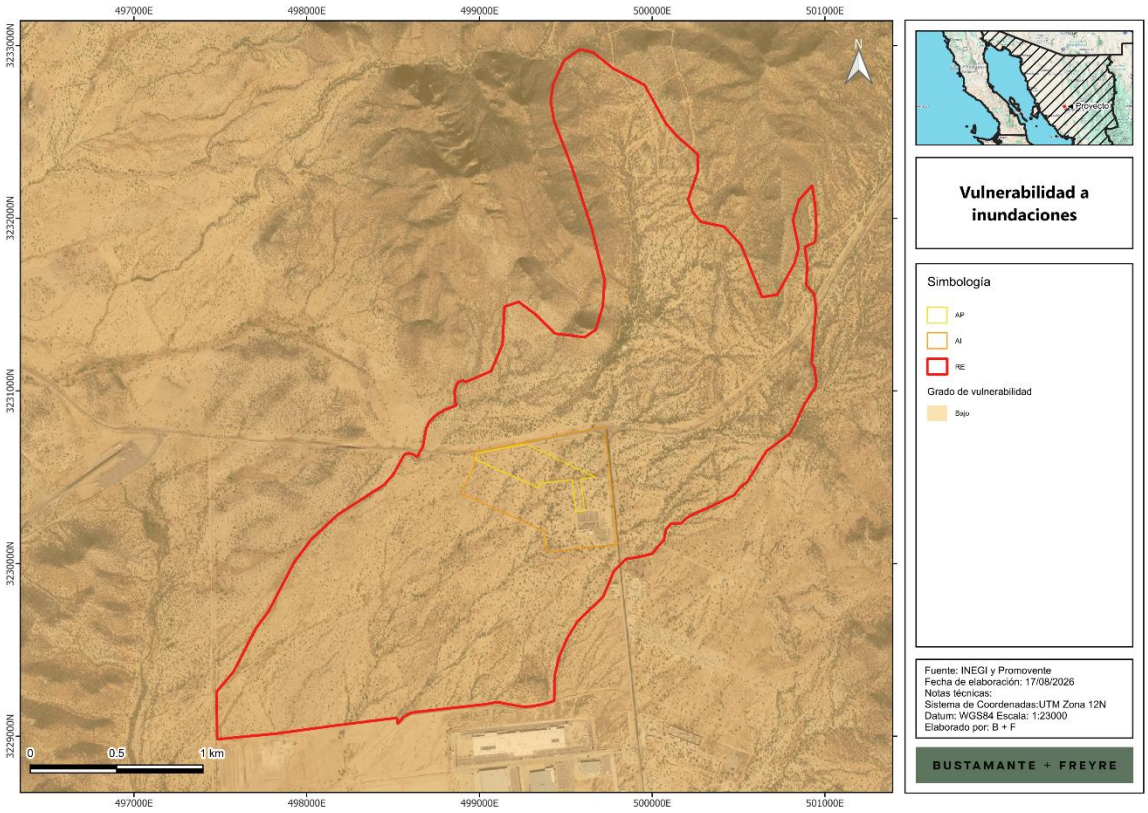
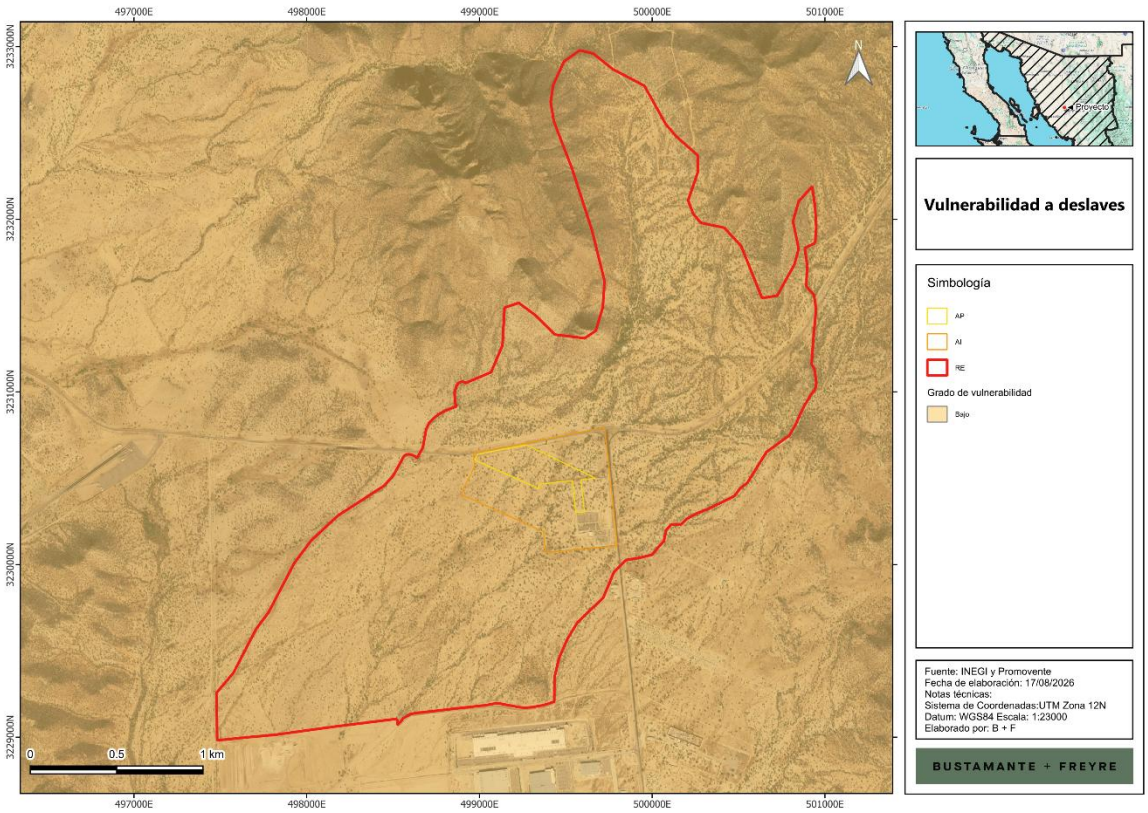


Figura III.12. Vulnerabilidad a deslaves



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 Llanura Sonorense (**Figura III.13**), así como en la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses (**Figura III.14**).

Figura III.13. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas

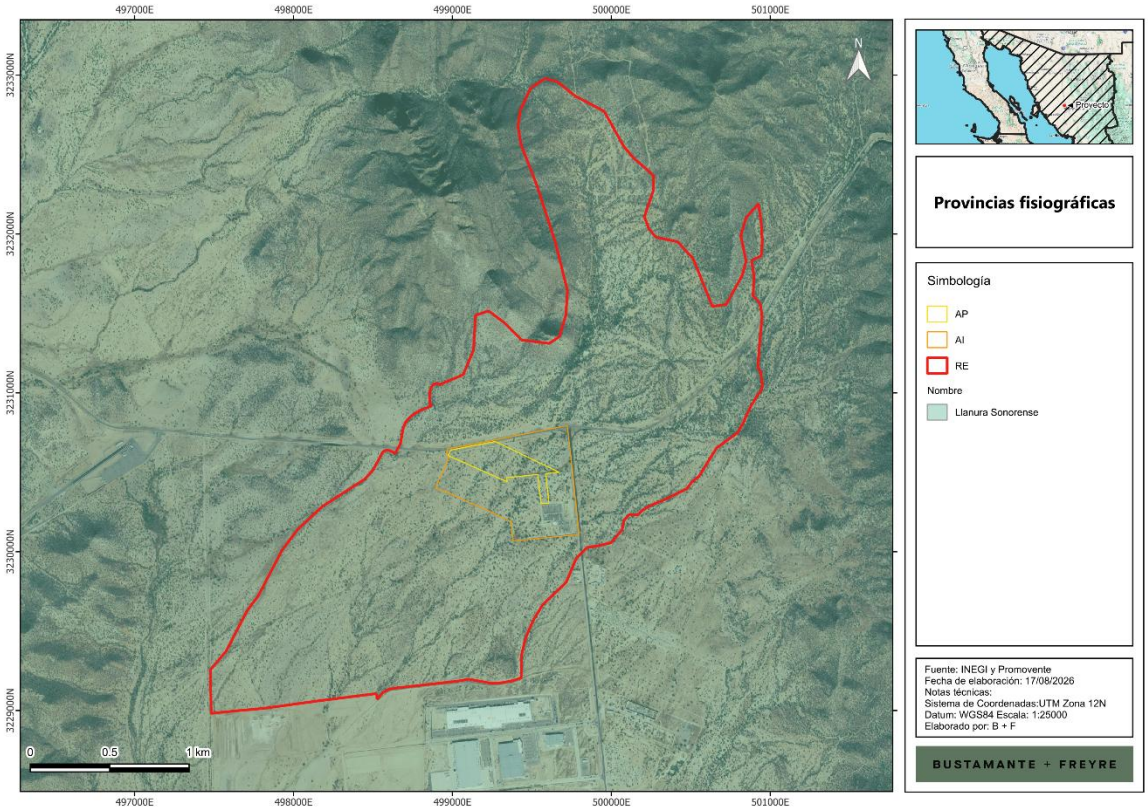
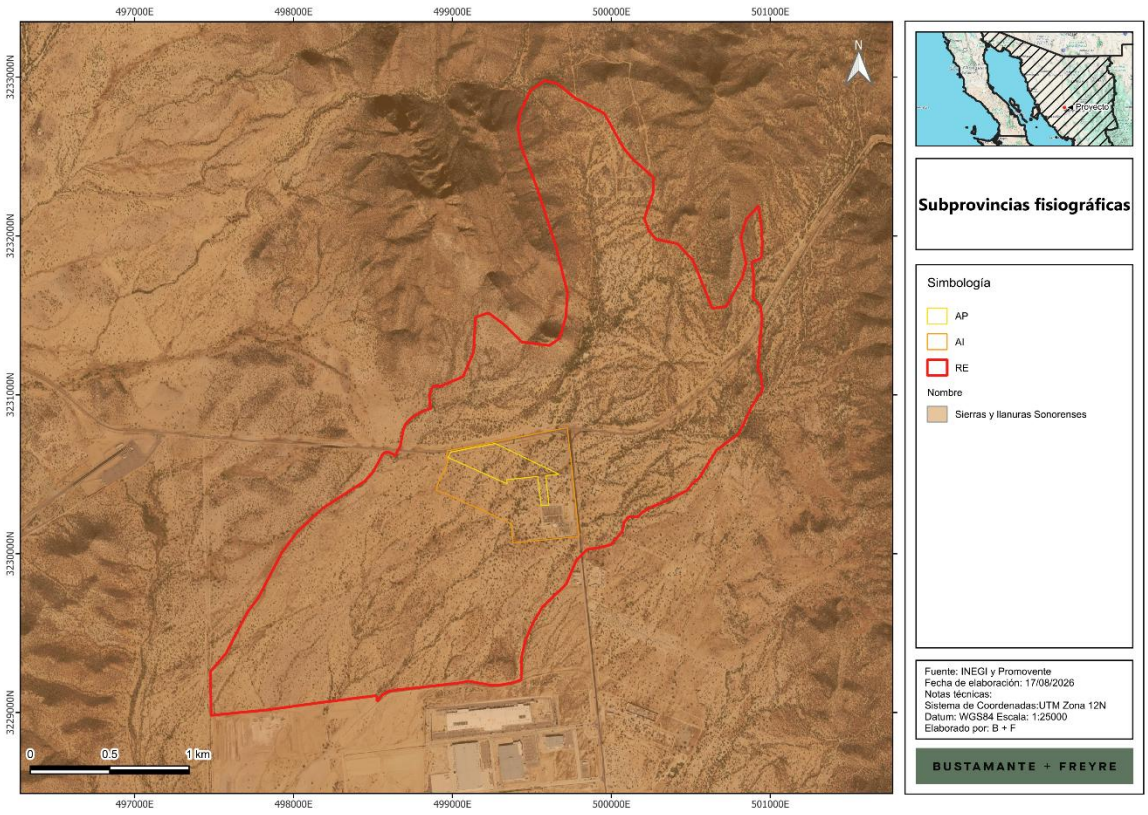


Figura III.14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas



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, el **AI** y **AP** se ubican en un sistema de topoformas, bajada, mientras que la **RE** se ubica en 2: bajada y sierra (**Figura III.15, Tabla III.5**).

La topoforma de bajada ocupa la porción central y sur de la **RE**, incluyendo la totalidad del **AP** y del **AI**. Esta unidad corresponde a una superficie de transición entre los relieves elevados y las áreas de menor pendiente, formada por la acumulación gradual de materiales provenientes de las partes altas. En el entorno del **Proyecto** se caracteriza por pendientes suaves a moderadas, presencia de lomeríos de baja altura y una red de escurrimientos intermitentes que conduce agua y sedimentos durante eventos de precipitación hacia las zonas de menor elevación.

Por su parte, la topoforma de sierra se distribuye principalmente hacia los sectores norte y noreste de la **RE**, fuera de los límites del **AP** y del **AI**. Esta unidad representa los sectores de mayor elevación y pendiente, que funcionan como áreas de captación y origen de parte de los escurrimientos

superficiales que atraviesan o se dirigen hacia las zonas de bajada. La inclusión de ambas topoformas dentro de la **RE** permite considerar la relación funcional entre las partes altas del relieve y las superficies de transición donde se localiza el **Proyecto**.

Figura III.15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP

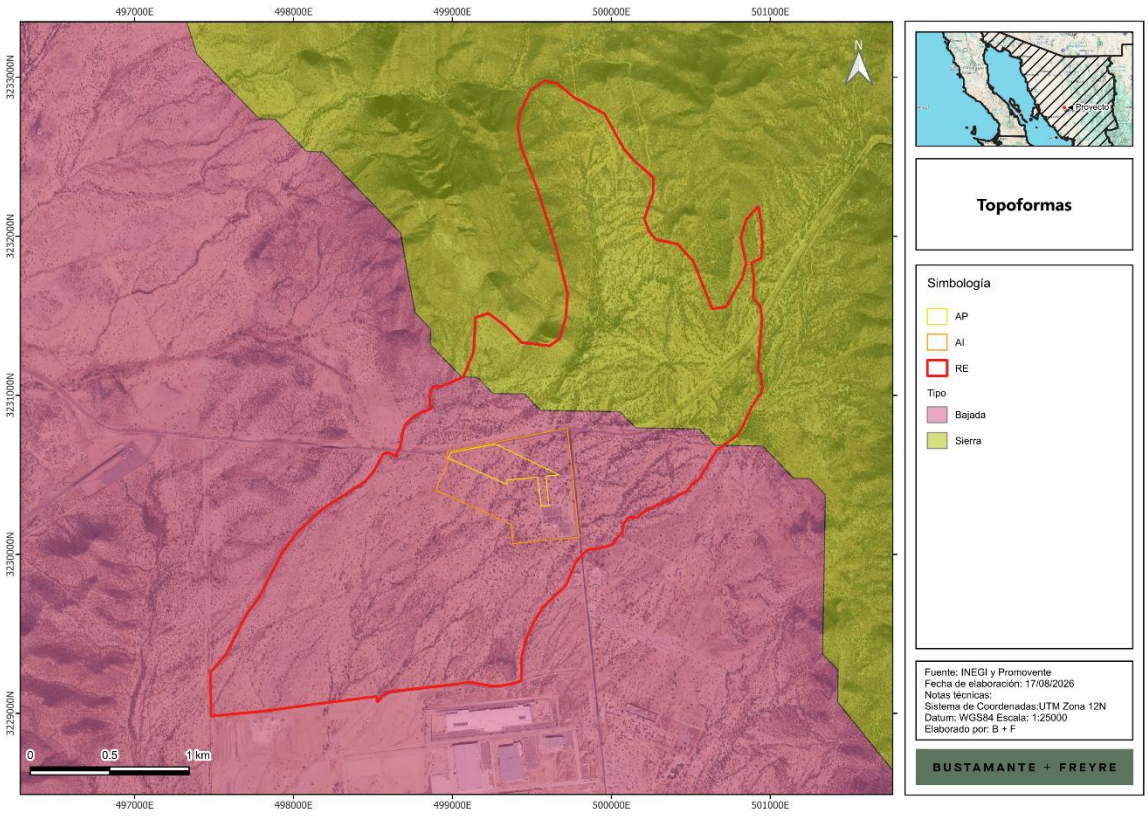


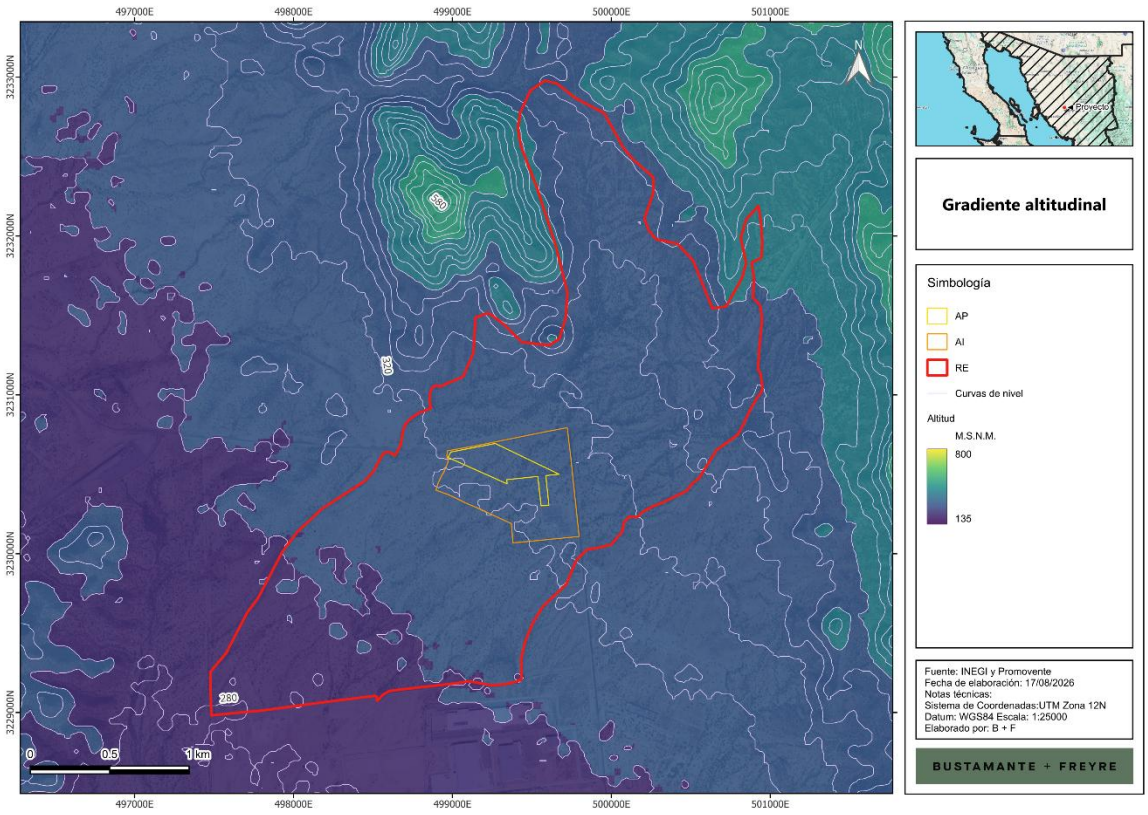
Tabla III.5. Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente

Nombre	Descripción	RE		AI		AP	
		ha	%	ha	%	ha	%
Bajada	Bajada con lomerío	355.096	62.4%	43.294	100.00%	9.411	100.00%
Sierra	Sierra escarpada compleja	213.898	37.6%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Total general		568.994	62.41%	43.294	100%	9.411	100%

Gradiente altitudinal

La **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 271 a 430 msnm (**Figura III.16**).

Figura III.16. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP



Pendiente

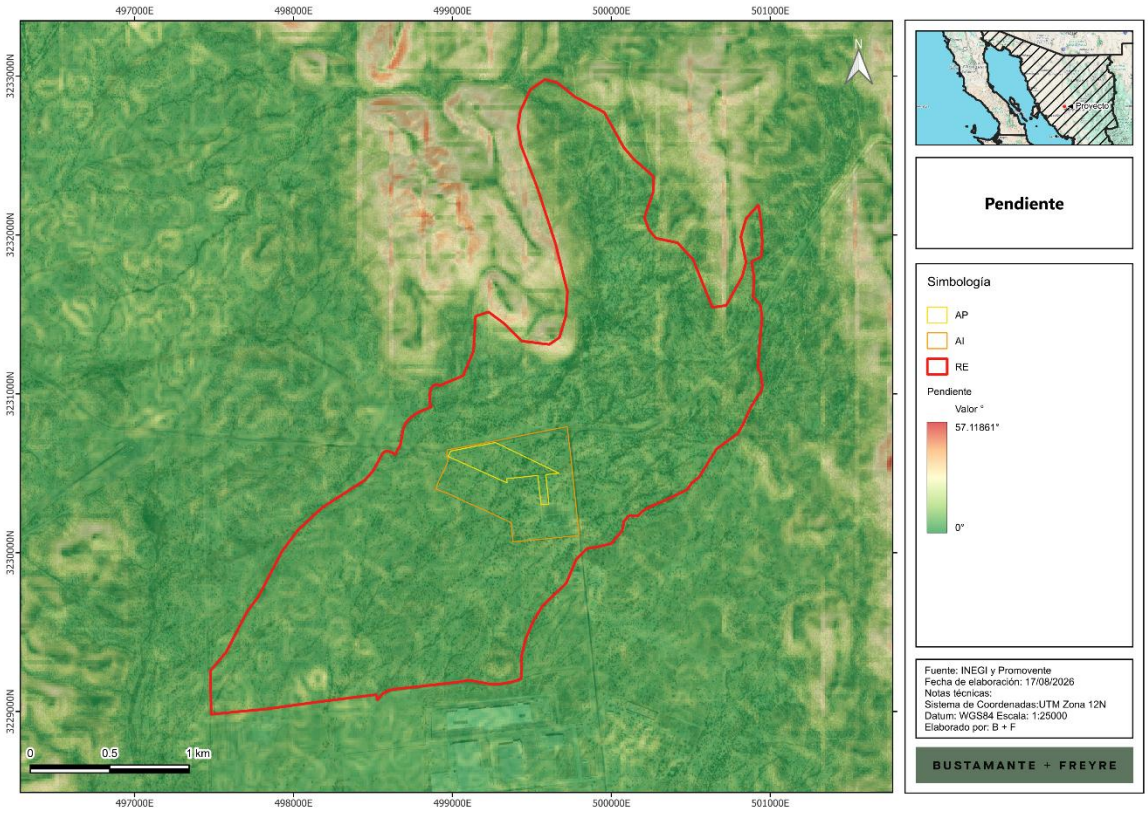
La topografía de la **RE, AI** y **AP** se caracteriza por el predominio de pendientes bajas, asociadas principalmente con la topoforma de bajada y con superficies de relieve suave a moderadamente ondulado (**Figura III.17**). De acuerdo con el modelo de pendiente, la mayor parte de la **RE** presenta valores bajos, cercanos a 0°, particularmente en los sectores central, sur y suroeste, donde se localizan el **AP** y el **AI**.

El **AP** se ubica en una superficie con pendiente predominantemente baja y relativamente homogénea, mientras que el **AI** presenta, en general, condiciones similares, aunque incluye variaciones puntuales relacionadas con pequeños lomeríos, cauces temporales y cambios locales en la configuración del terreno. Estas condiciones son congruentes con la ubicación del **Proyecto** en una zona de bajada, donde los materiales provenientes de las áreas elevadas se han acumulado gradualmente y han dado lugar a superficies de menor inclinación.

Dentro de la **RE** se identifican sectores con pendientes moderadas y localmente mayores, principalmente hacia las porciones norte, noreste y noroeste, donde se concentran los lomeríos y las áreas de transición hacia la topoforma de sierra. Asimismo, se observan incrementos localizados de

pendiente en los bordes de algunos cauces y depresiones del terreno, los cuales corresponden a zonas de concentración y conducción de escurrimientos intermitentes.

Figura III.17. Rango de pendientes en la RE, AI y AP



III.2.2.2.3. Fallas y fracturas

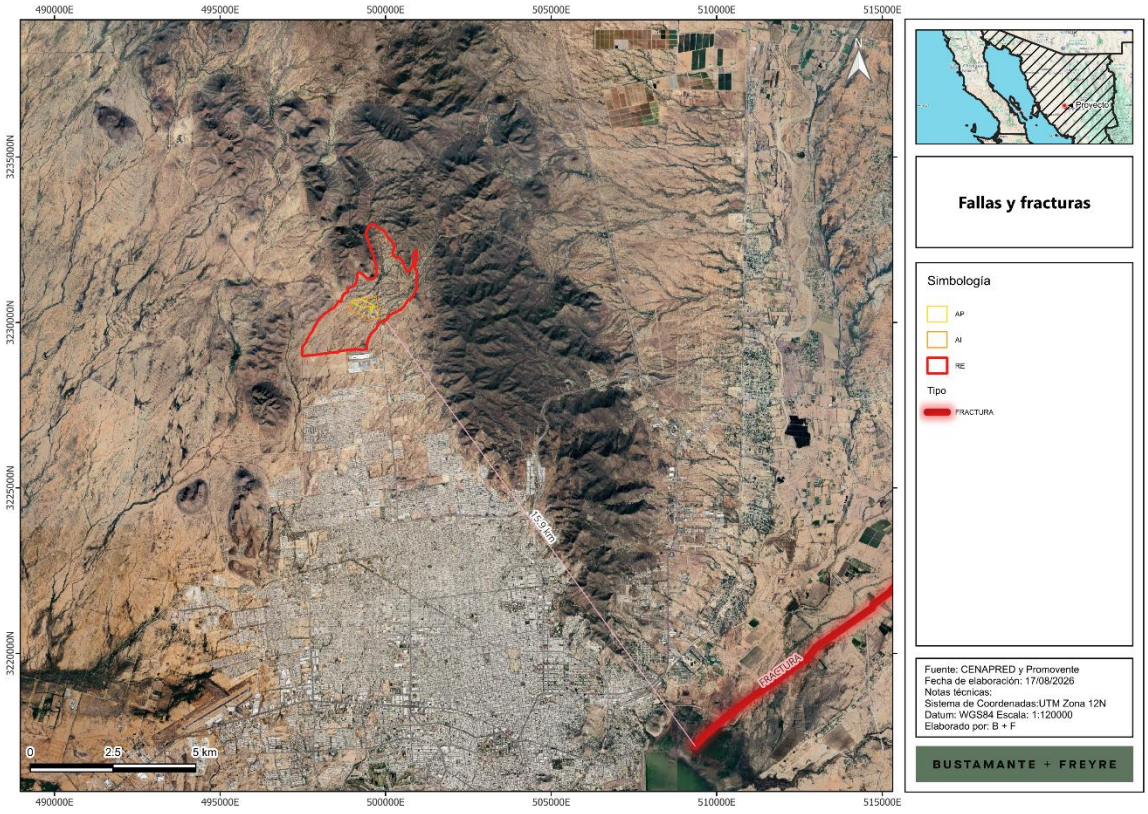
Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[8], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas 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**).

[8] 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

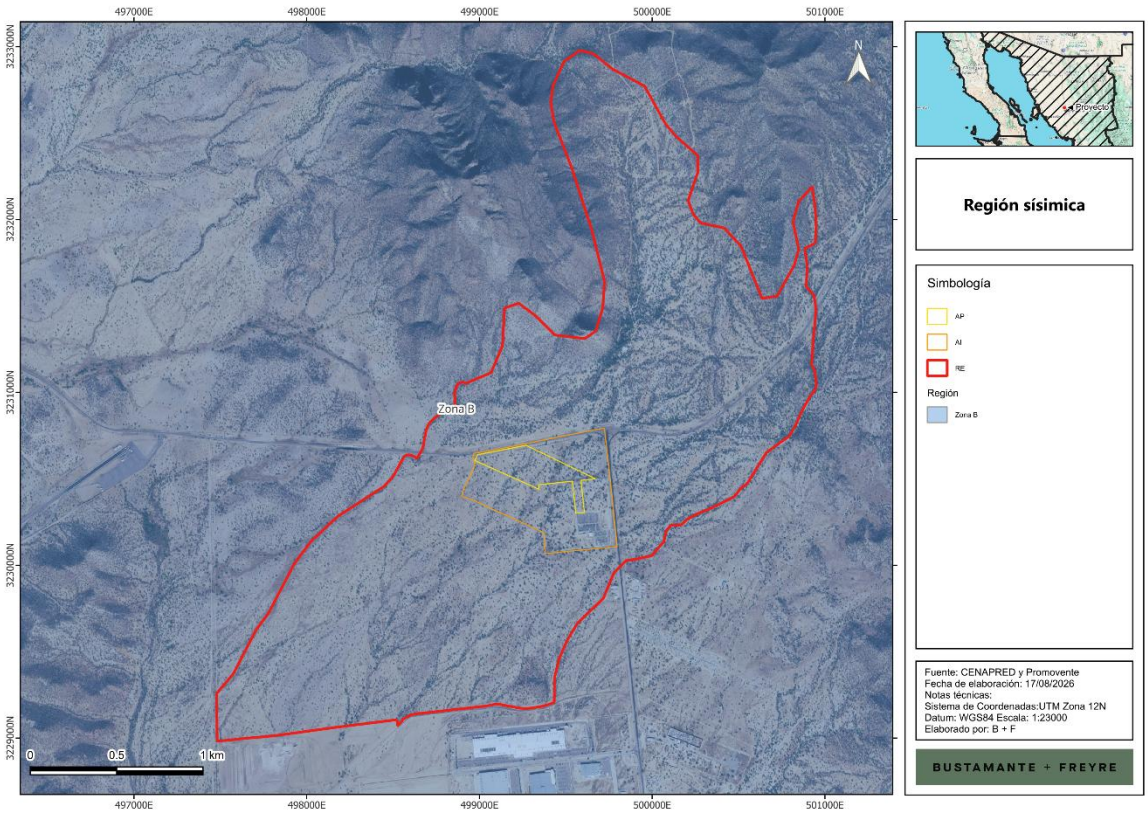
Regionalización sísmica

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.

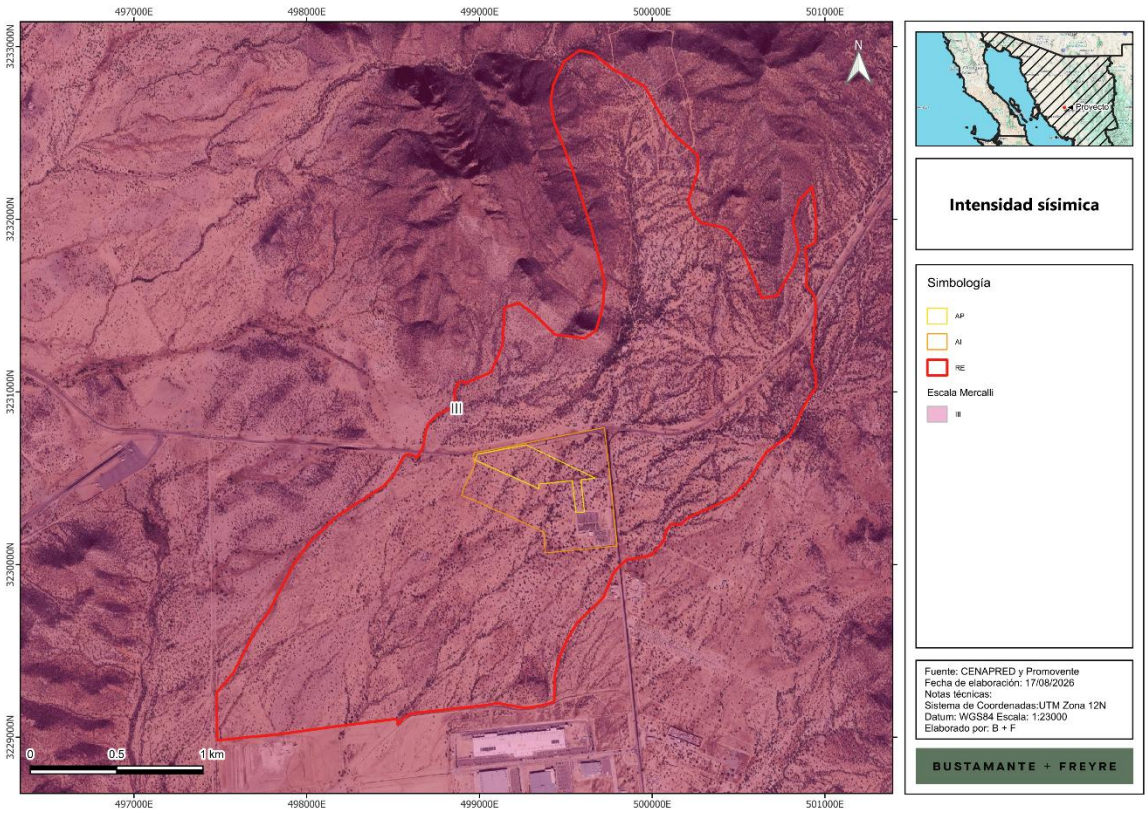
Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente 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** inciden en áreas con clasificación de intensidad III, donde los sismos son sentidos muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto; los automóviles parados pueden balancearse ligeramente; se perciben vibraciones como el paso de un camión y tienen una duración apreciable (**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.

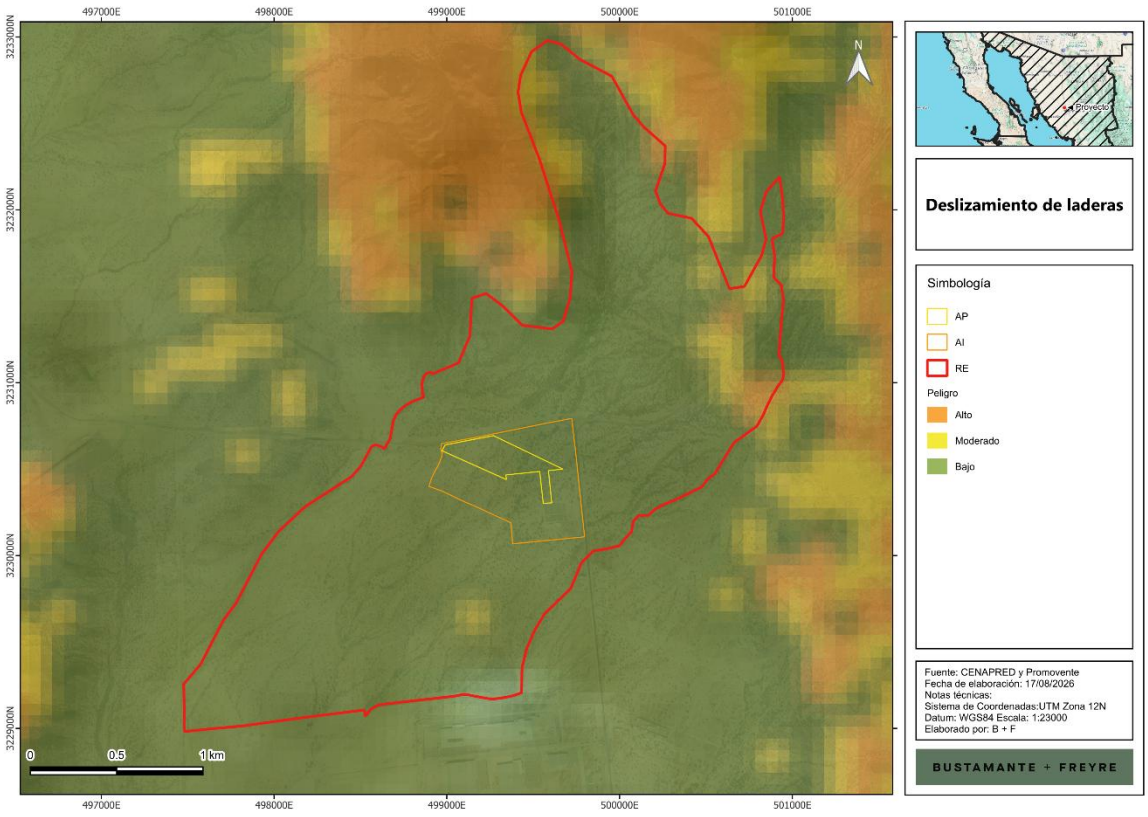
Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento. El suelo que se presenta en la zona es difícil de separase, lo cual no provocará deslizamiento.

De acuerdo con la información de peligro por deslizamiento de laderas elaborada por el **CENAPRED** (2012), la **RE, AI** y **AP** se ubican predominantemente en una zona clasificada con peligro bajo por deslizamiento de laderas (**Figura III.21**).

El **AP** y el **AI** se localizan íntegramente dentro de la categoría de peligro bajo, lo cual es congruente con las condiciones topográficas identificadas en el sitio, donde predominan superficies de bajada con pendientes suaves y un relieve relativamente homogéneo. En consecuencia, no se prevé que la ocurrencia de deslizamientos de ladera constituya un factor restrictivo relevante para el desarrollo del **Proyecto**.

Dentro de la **RE** se reconocen áreas puntuales con categorías de peligro moderado y alto, principalmente hacia las porciones norte, noreste y oriente del polígono, asociadas con sectores de mayor relieve, lomeríos y zonas de transición hacia la topoforma de sierra. Estas zonas se ubican fuera del **AP** y del AI, por lo que no se prevé una interacción directa del **Proyecto** con áreas de mayor susceptibilidad a movimientos de masa.

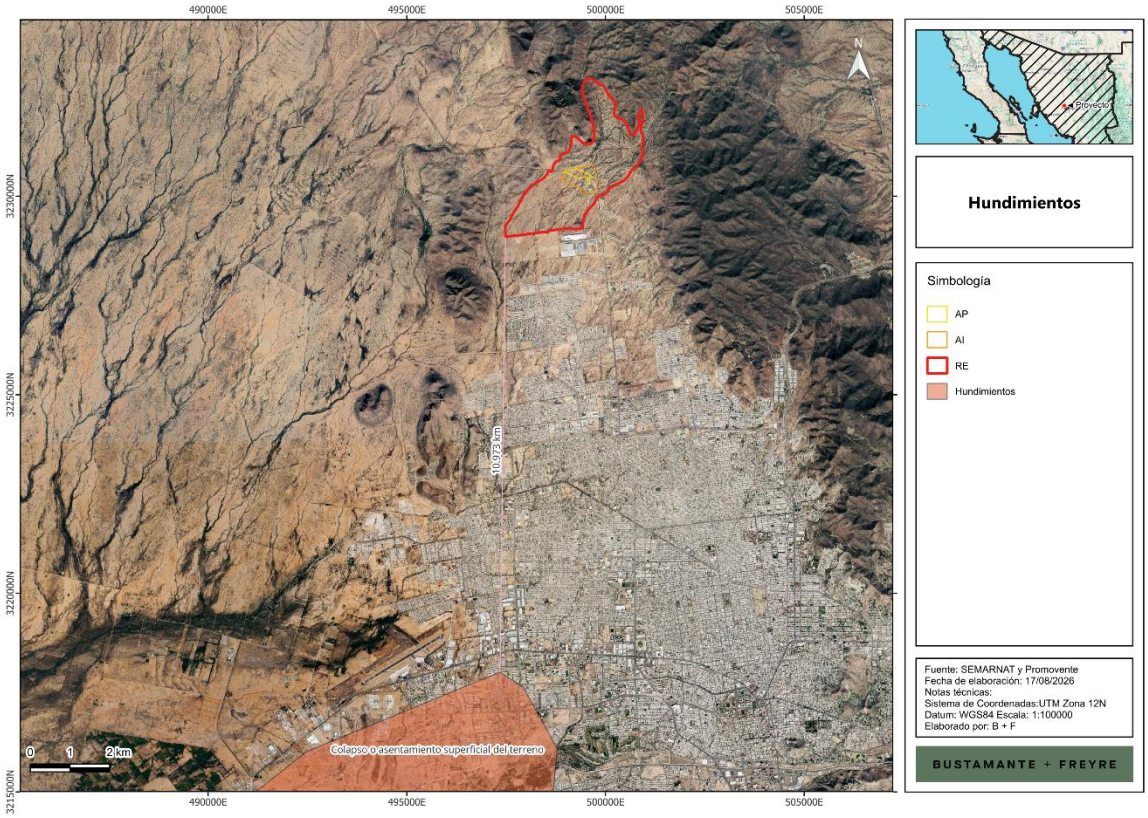
Figura III.21. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP



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

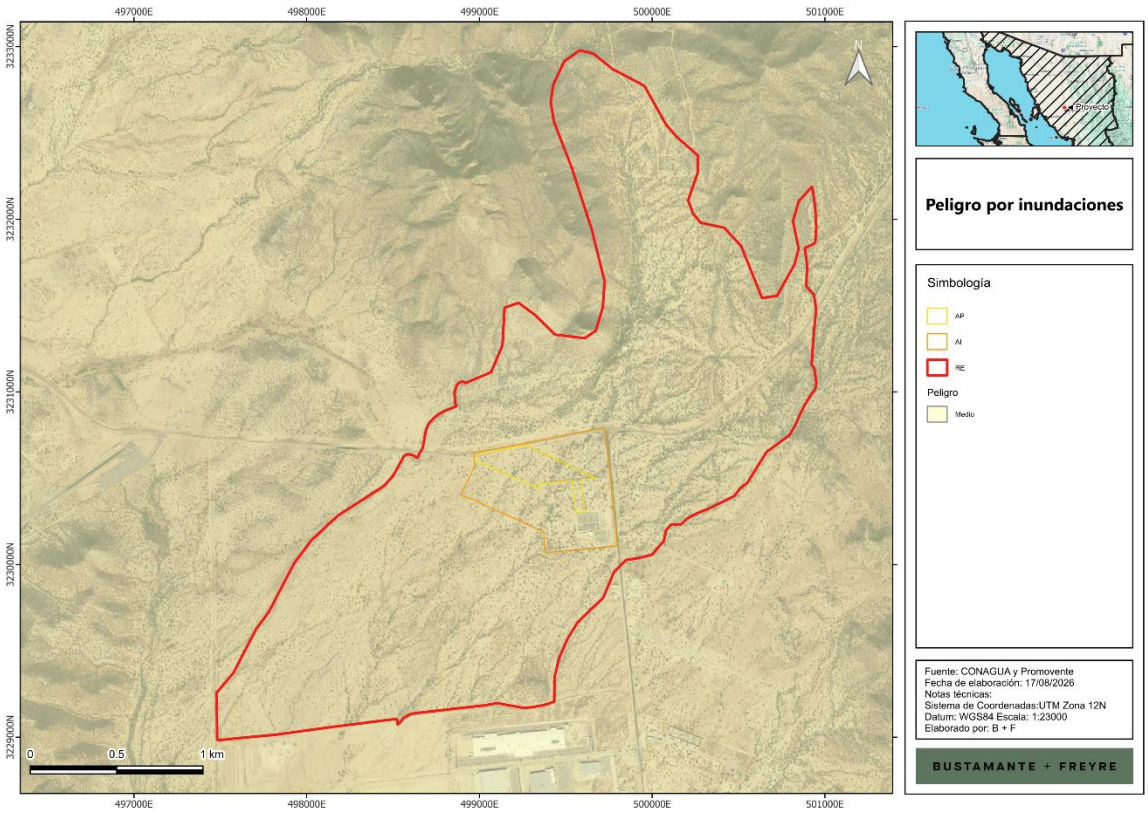


Inundaciones

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 medio por inundaciones (**Figura III.23**).

Figura III.23. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP

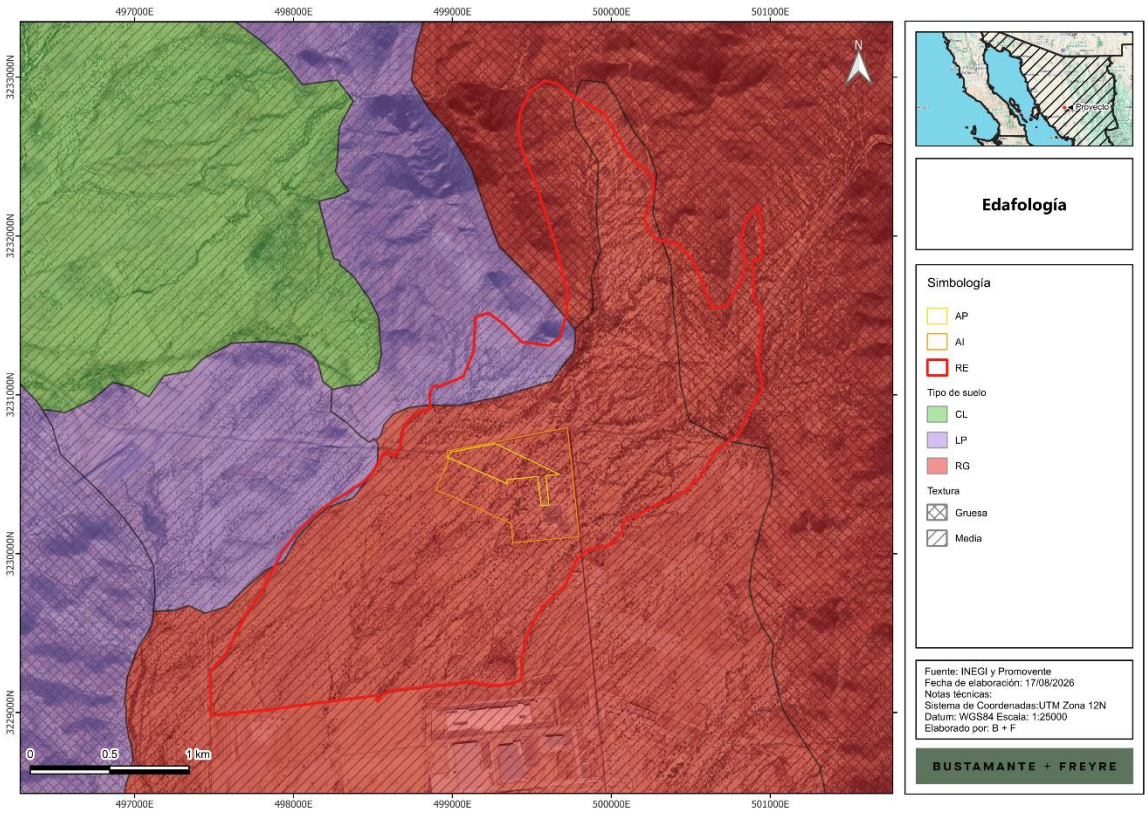


III.2.2.3. Suelo

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 regosol y leptosol; mientras que el **AI** y **AP** inciden únicamente en regosol; 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 regosol, de acuerdo con lo que se muestra en la **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	%
RGlep-sk+LPeu-ar/1G	Regosol	Gruesa	96.010	16.9%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
LPli-ca+RGlep-ca/2P	Leptosol	Media	26.620	4.7%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
RGeu-lo+CMcr-oh/2G	Regosol	Media	444.393	78.1%	43.294	100.00%	9.411	100.00%
LPsk-lo/2G	Leptosol	Media	1.971	0.3%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Total general			568.994	100.00%	43.294	100.00%	9.411	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).

- **Leptosol**

Este grupo integra suelos muy someros sobre roca continua o suelos con un contenido extremadamente alto de fragmentos gruesos, gravas o piedras. Su escaso espesor limita la capacidad de almacenamiento de agua, el desarrollo radicular y la aptitud para agricultura mecanizada; además, suelen ser altamente susceptibles a erosión cuando se pierde la cobertura vegetal.

Material parental: roca continua cercana a la superficie, materiales residuales poco meteorizados, coluviones delgados o depósitos con abundantes fragmentos gruesos.

Medio ambiente: son frecuentes en sierras, lomeríos, laderas, piedemontes y terrenos accidentados, aunque también pueden presentarse en paisajes áridos y semiáridos con afloramientos rocosos o superficies pedregosas.

Desarrollo del perfil: presentan poca diferenciación de horizontes debido a su limitada profundidad efectiva y a la cercanía de la roca o de una capa altamente pedregosa. El horizonte superficial suele ser delgado y descansa directamente sobre roca continua o sobre materiales con muy alto contenido de fragmentos gruesos.

- **Regosol**

Este grupo integra suelos minerales muy débilmente desarrollados, formados sobre materiales no consolidados y con escasa diferenciación de horizontes. En general, los Regosoles no presentan horizontes diagnósticos bien definidos; no poseen horizontes mólicos o úmbricos y se diferencian de los Leptosoles por no ser necesariamente muy someros ni presentar un contenido extremadamente alto de fragmentos gruesos. Su profundidad, textura, fertilidad y capacidad de retención de humedad pueden ser variables, en función del material de origen, la posición topográfica, el grado de erosión y la antigüedad de la superficie.

Material parental: materiales no consolidados, generalmente de grano fino, tales como depósitos residuales derivados de la meteorización de rocas, coluviones, aluviones, abanicos aluviales o depósitos de ladera. En ambientes áridos y semiáridos también pueden desarrollarse a partir de materiales retrabajados por procesos de erosión y depósito, conservando características similares a las del material mineral del que se originan.

Medio ambiente: pueden presentarse en distintas condiciones climáticas y altitudinales, excepto en regiones con permafrost; sin embargo, son particularmente frecuentes en zonas áridas y semiáridas, terrenos erosionados, áreas montañosas, lomeríos, piedemontes, bajadas y superficies con depósitos recientes o poco estabilizados. En este tipo de ambientes, la baja precipitación y la limitada actividad biológica reducen la velocidad de formación y diferenciación del suelo.

Desarrollo del perfil: presentan un desarrollo incipiente, con poca o nula diferenciación de horizontes debido a la edad relativamente joven del material, a la continua remoción o deposición de sedimentos y/o a la lenta formación del suelo bajo condiciones de aridez. Usualmente se observa un horizonte superficial A ócrico, de color claro y bajo contenido de materia orgánica, que descansa sobre un horizonte o capa C poco alterada y estrechamente relacionada con el material parental. La

profundidad efectiva puede variar considerablemente: suele ser menor en laderas sujetas a erosión y mayor en superficies de acumulación o pendiente suave.

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), el **AI** y **AP** se ubican en áreas con procesos erosivos hídricos mientras que la **RE** se ubica casi en su totalidad en zonas con procesos erosivos hídricos y, en menor medida, en su porción norte presenta algunas zonas sin erosión evidente (**Figura III.25** y **Tabla III.8**).

Figura III.25. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP

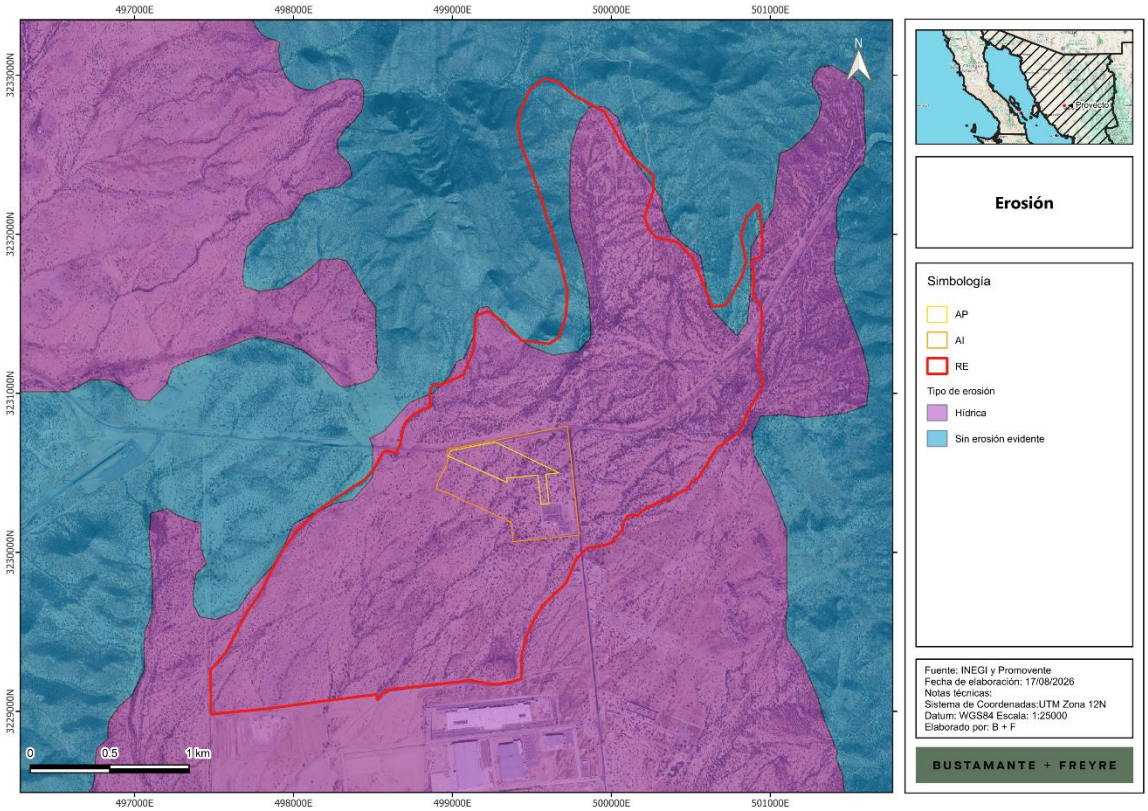


Tabla III.8. Superficies con erosión en la RE, AI y AP

Clase	Tipo	Forma	Grado	RE		AI		AP	
				ha	%	ha	%	ha	%
HL1+HC1	HIDRICA	LAMINAR	LEVE	521.806	91.7%	43.294	100.00%	9.411	100.00%
SE	Sin erosión aparente	N/A	N/A	47.188	8.3%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Total general				568.994	100.00%	43.294	100.00%	9.411	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[9]), se observa que, la **RE, AP** y **AI** se encuentran en una zona con degradación física por pérdida de la función productiva. Asimismo, es importante señalar que algunas porciones al norte de la **RE** no presentan ningún tipo de degradación. La degradación física por pérdida de la función productiva deriva de actividades industriales y urbanización (**Figura III.26** y **Tabla III.9**).

Figura III.26. Degradación de suelos en la RE, AI y AP

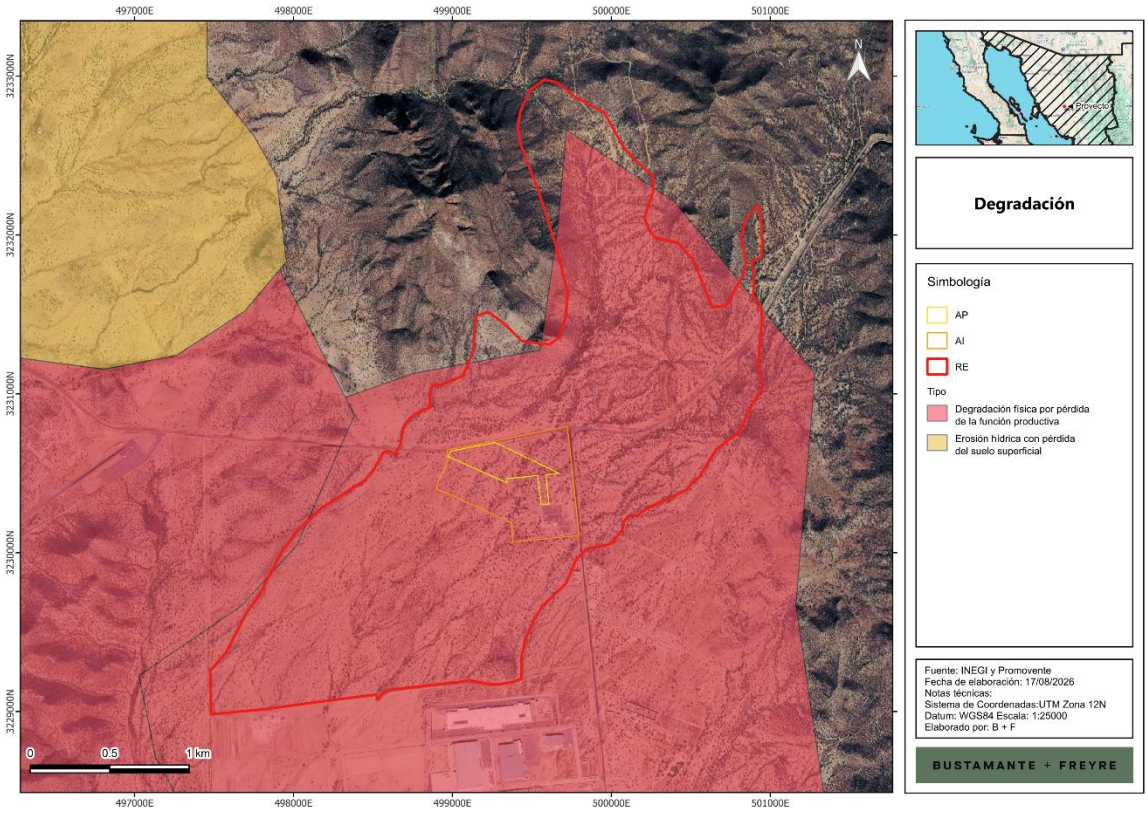


Tabla III.9. Superficies por tipo de degradación del suelo en RE, AI y AP

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	Fuerte	Urbanización	526.021	92.4%	43.294	100%	9.411	100%
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Actividades industriales	1.236	0.2%	0.000	0%	0.000	0%
SIN DATOS	NA	NA	41.737	7.3%	0.000	0%	0.000	0%
Total			568.994	100.00%	43.294	100%	9.411	100%

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

III.2.2.4. Geología

La **RE** presenta cuatro unidades litoestratigráficas: caliza, ígnea extrusiva ácida, ígnea intrusiva ácida y suelo (**Figura III.27** y **Tabla III.10).** La unidad de ígnea intrusiva ácida es la de mayor distribución dentro de la **RE** y abarca las porciones central, norte, oriente y sureste del polígono; asimismo, constituye la unidad dominante dentro del **AP** y el **AI.**

El **AP** y el **AI** se distribuyen principalmente sobre la unidad de ígnea intrusiva ácida, mientras que, con una porción menor hacia su sector occidental sobre caliza. Por lo tanto, presentan condiciones litológicas relativamente homogéneas, asociadas con materiales de origen ígneo intrusivo ácido, e incorporan una zona de transición hacia materiales sedimentarios calcáreos.

La unidad de caliza se localiza principalmente hacia la porción centro-occidental y noroeste de la **RE**; la unidad de ígnea extrusiva ácida se distribuye hacia el sur y suroeste; y la unidad denominada suelo se encuentra de manera puntual en el sector suroeste y sur del polígono, asociada con depósitos superficiales. Estas unidades representan materiales geológicos de diferente origen y grado de consolidación, los cuales pueden influir en la formación de los suelos, la infiltración y conducción de escurrimientos, la generación de sedimentos y la estabilidad local del terreno.

Figura III.27. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP

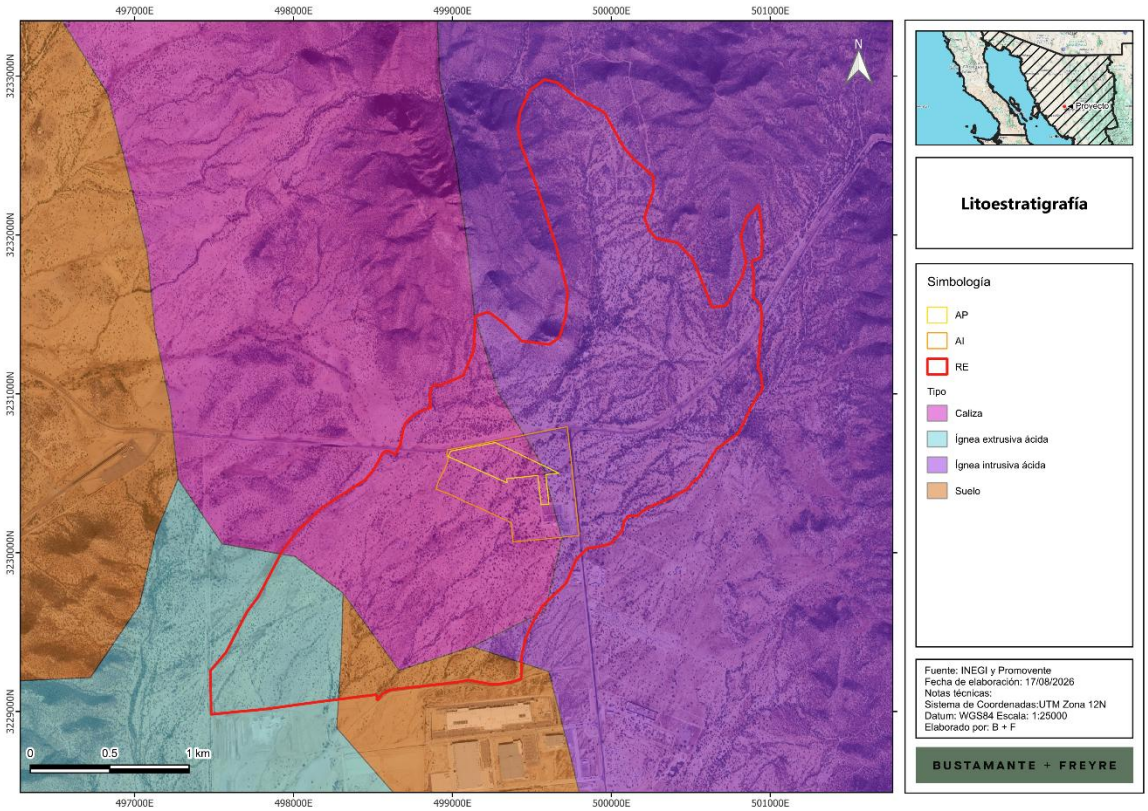


Tabla III.10. Superficies por tipo de unidad litoestatigráfica en RE, AI y AP

Tipo	Superficie (ha)			Porcentaje		
	RE	AI	AP	RE	AI	AP
Suelo Q(s)	27.746	0.000	0.000	4.88%	0%	0%
Ígnea intrusiva K(Igia)	288.863	11.813	0.295	50.77%	27%	3%
Sedimentaria P(cz)	194.063	31.482	9.116	34.11%	73%	97%
Ígnea extrusiva Ts(Igea)	58.322	0.000	0.000	10.25%	0%	0%
Total	**568.994**	**43.294**	**9.411**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**

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-09 Sonora Sur (**Figura III.28**). en la cuenca Río Bacoachi **(Figura III.29),** subcuencas La Manga y Río Bajo Sonora **(Figura III.30).** De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE, AI** y **AP** se sitúan en la microcuenca Pueblo Nuevo (Pueblitos) (**Figura III.31)**.

Figura III.28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas

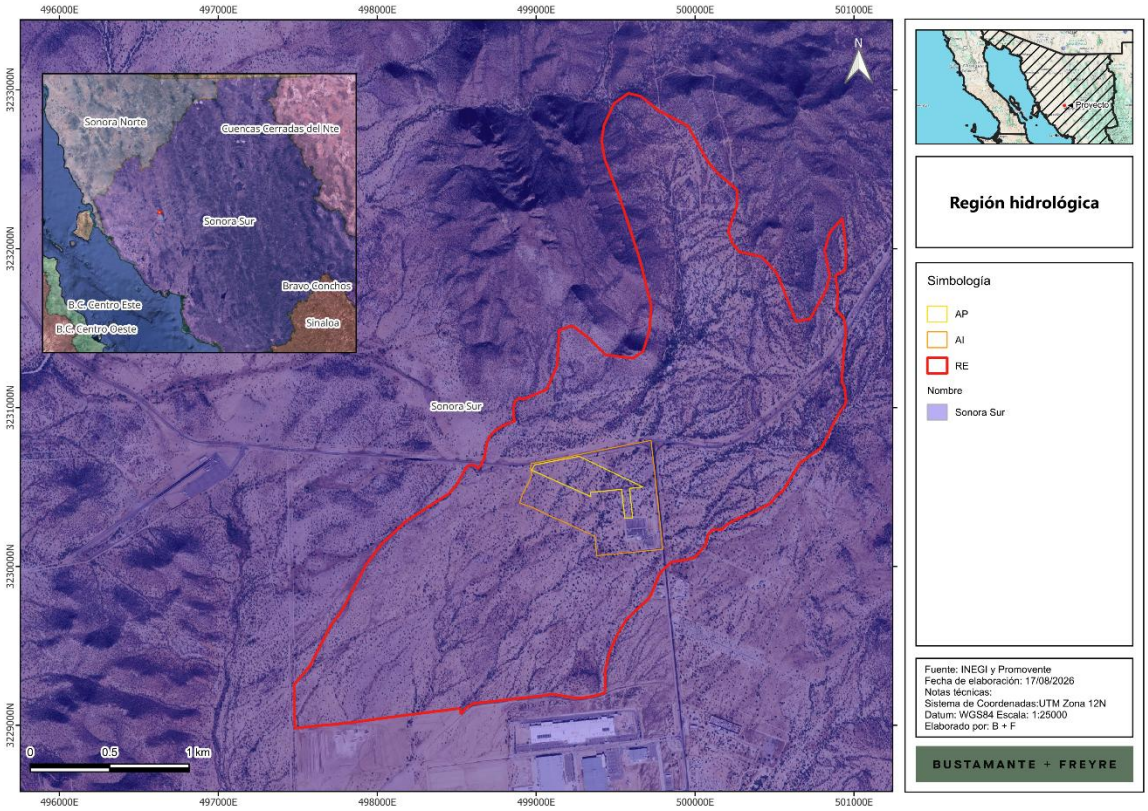


Figura III.29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas

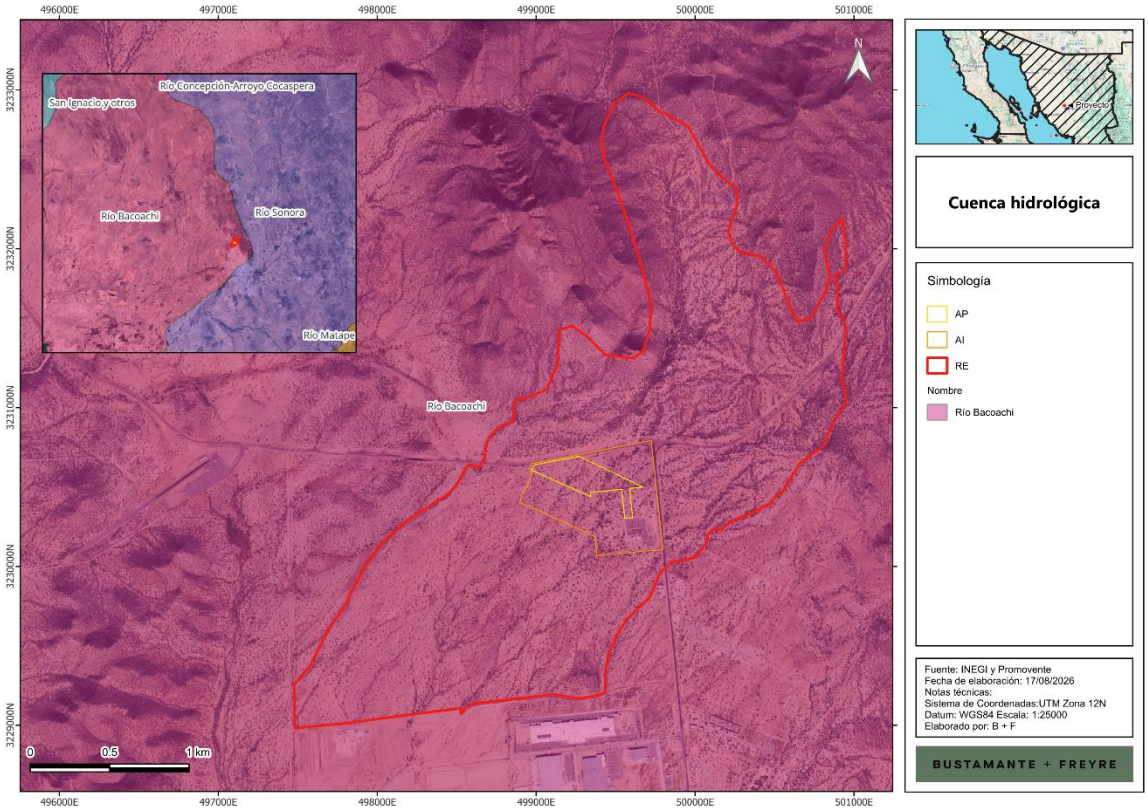


Figura III.30. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas.

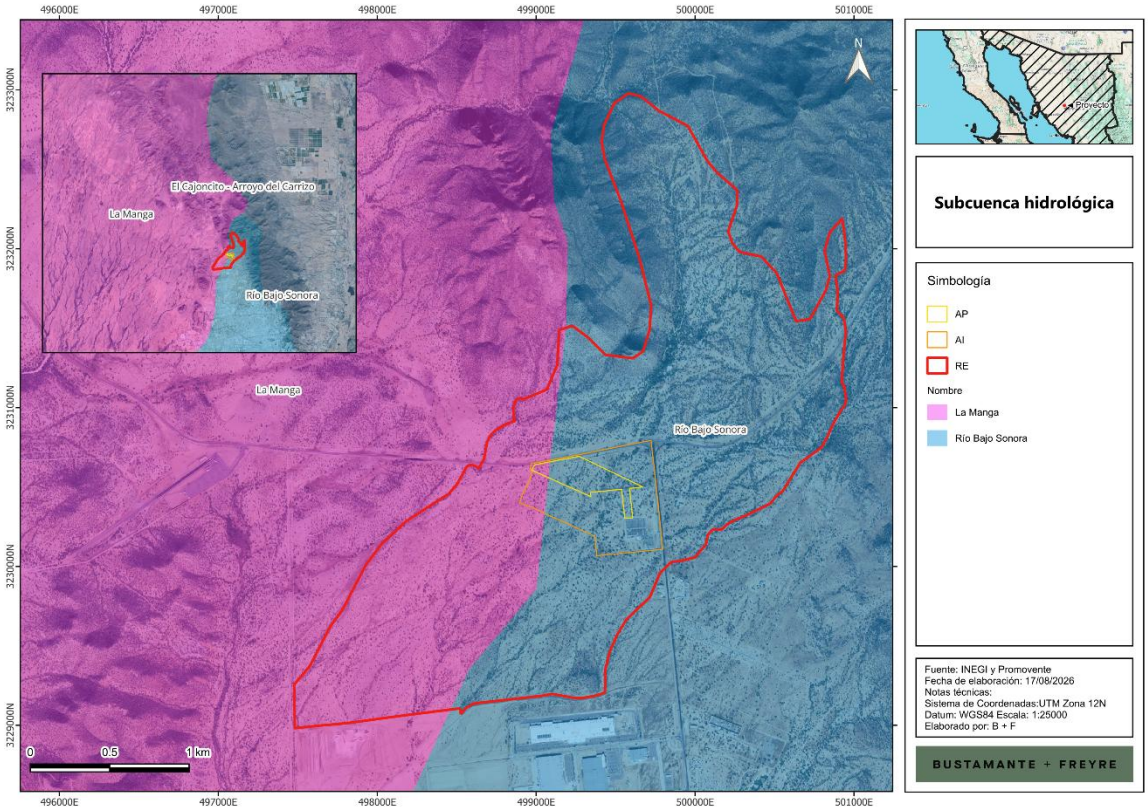
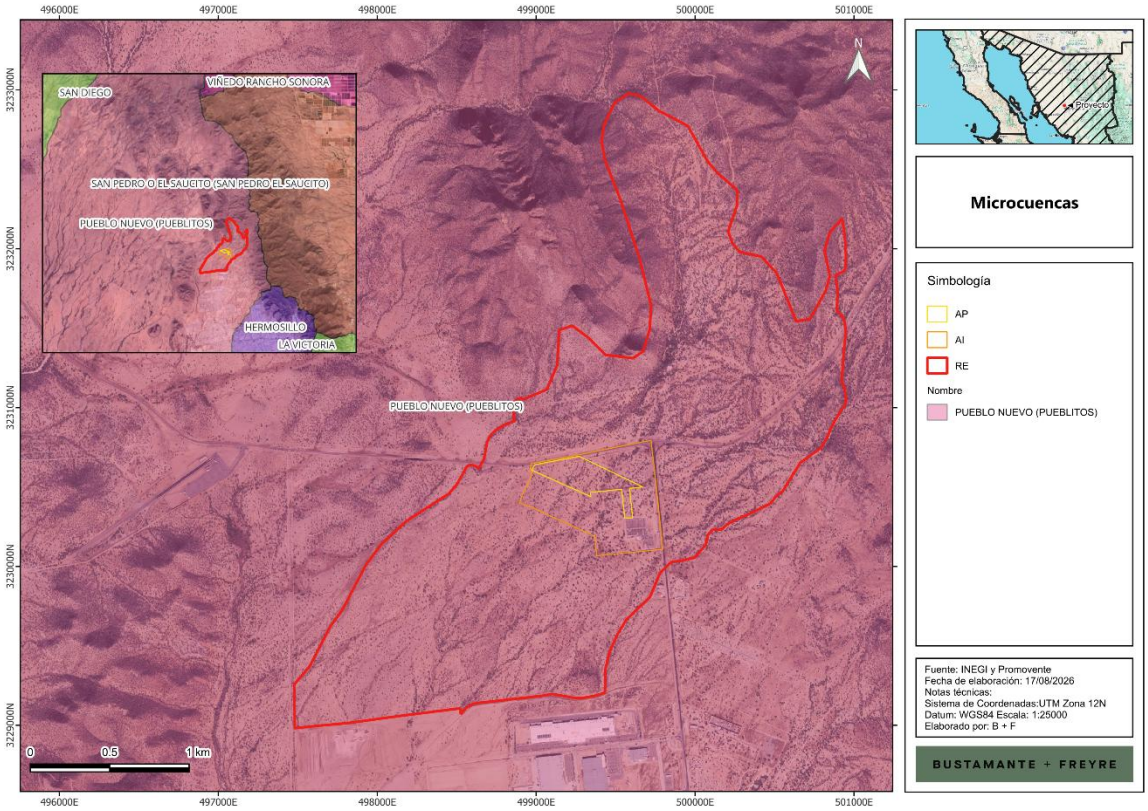


Figura III.31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las microcuencas



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 de la cartografía de la red hidrográfica, dentro de la **RE** se identifican corrientes de condición intermitente. La red de drenaje está integrada por cauces que presentan escurrimiento únicamente durante y después de eventos de precipitación, particularmente durante lluvias de verano de intensidad variable. Debido a las condiciones áridas del área, no se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP.**

Los escurrimientos intermitentes reconocidos en la **RE** corresponden a órdenes de corriente del primero al tercero. La mayor longitud de incidencia se asocia con los cauces de primer orden, con una longitud aproximada de 15.175 km, seguidos por corrientes de segundo orden, con 6.561 km, y de tercer orden, con 6.399 km. En conjunto, la red hidrográfica intermitente presenta una longitud de incidencia aproximada de 28.135 km dentro de la **RE**.

En el **AI** se identifican escurrimientos intermitentes de primer y segundo orden. Los cauces de primer orden presentan una longitud de incidencia de 1.181 km, mientras que los de segundo orden registran 1.340 km. En conjunto, la red de drenaje intermitente suma una longitud aproximada de 2.521 km dentro del **AI**. No se identifica incidencia de corrientes de tercer orden en esta área.

Por su parte, dentro del **AP** se registra la incidencia de aproximadamente **0.368 km** de escurrimientos intermitentes. De esta longitud, **0.113 km** corresponden a corrientes de primer orden y **0.255 km** a corrientes de segundo orden. No se identifican corrientes de tercer orden dentro del **AP**.

Figura III.32. Hidrología superficial de la RE, AI y AP

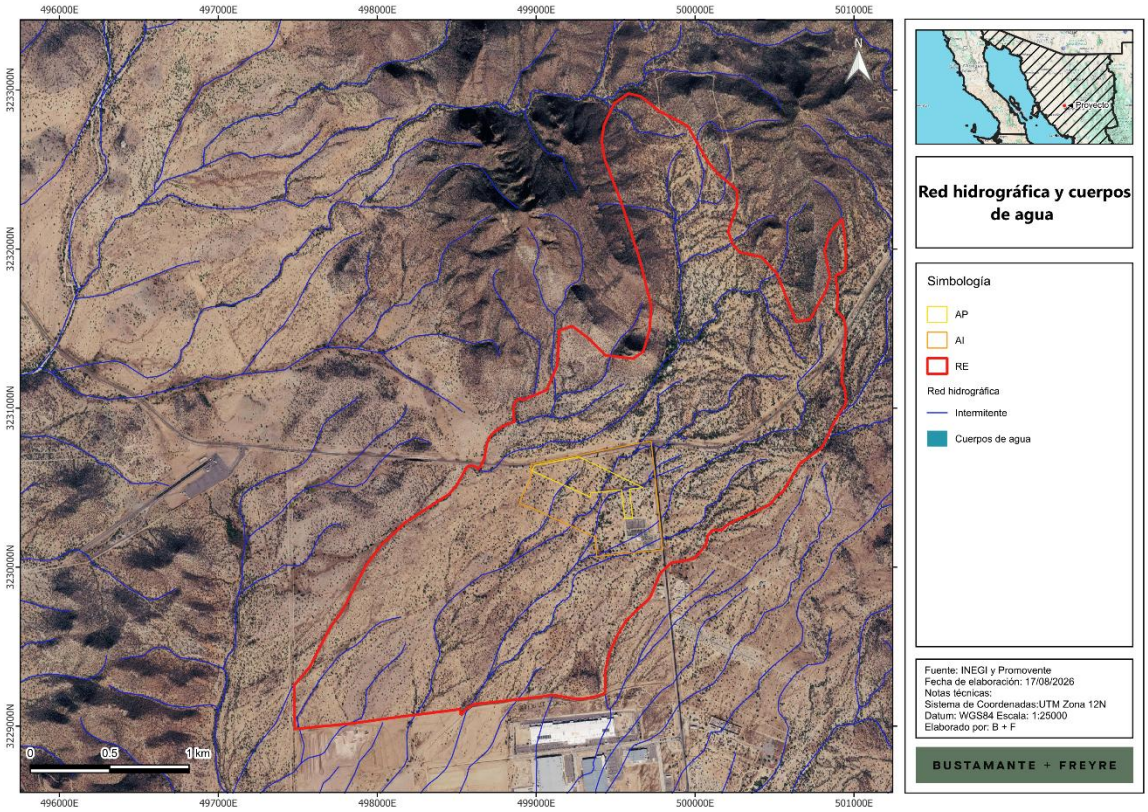
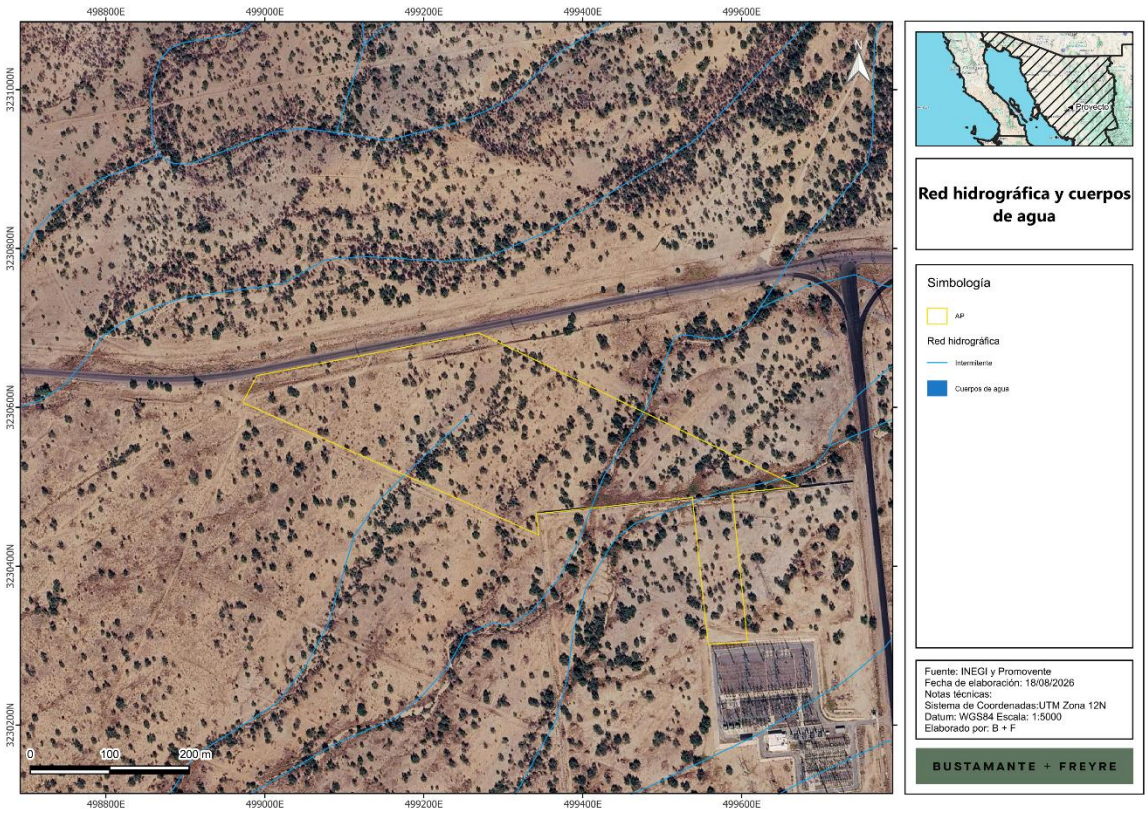


Tabla III.11. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP

Condición	Orden	Longitud de incidencia (km)		
		RE	AI	AP
INTERMITENTE	1	15.175	1.181	0.11300
INTERMITENTE	2	6.561	1.34	0.255
INTERMITENTE	3	6.399	0	0
Total		28.135	2.521	0.36800

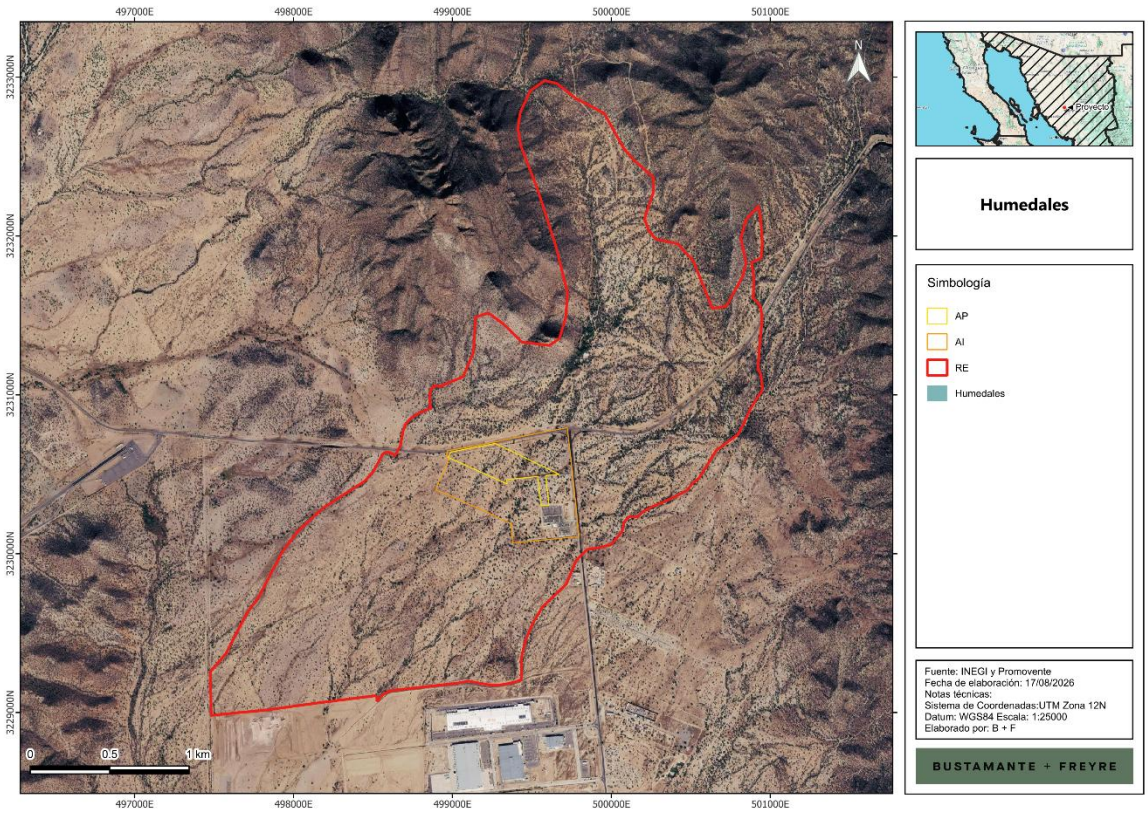
Figura III.33. Hidrología superficial en el AP



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 (**Figura III.34**).

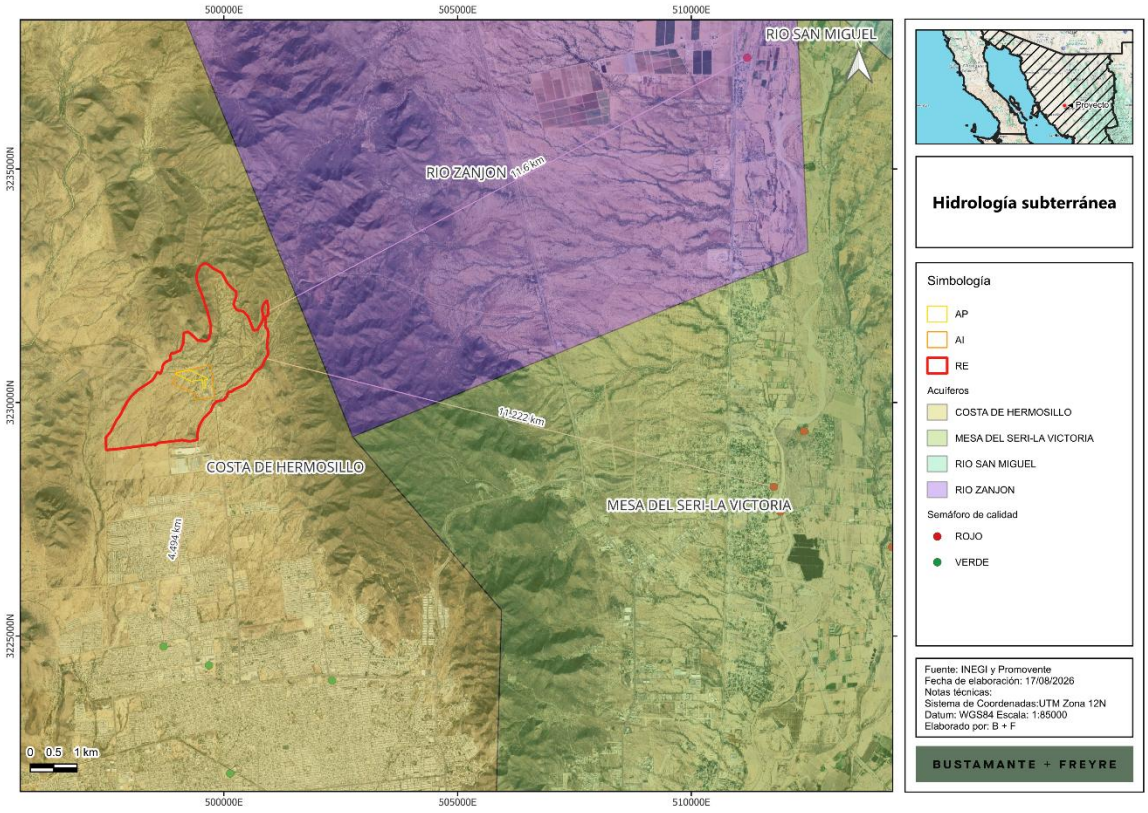
Figura III.34. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales



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 en un solo acuífero: Costa de Hermosillo (**Figura III.35**).

Figura III.35. 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 el acuífero sobre el que incide la **RE, AI** y **AP** se muestra en la **Tabla III.12.**

Tabla III.12. Situación del acuífero en el que inciden la RE, AI y AP

Clave	Acuífero	R (hm^3/año)	DNC (hm^3/año)	VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	VEAS (hm^3/año)	DMA (hm^3/año)	Déficit (hm^3/año)	Incidencia
2619	COSTA DE HERMOSILLO	275.200	0.000	348.920	0.000	0.000	0.533	349.454	0.000	74.254	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**[10], los cuales presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, dando información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados (**Tabla III.13**).

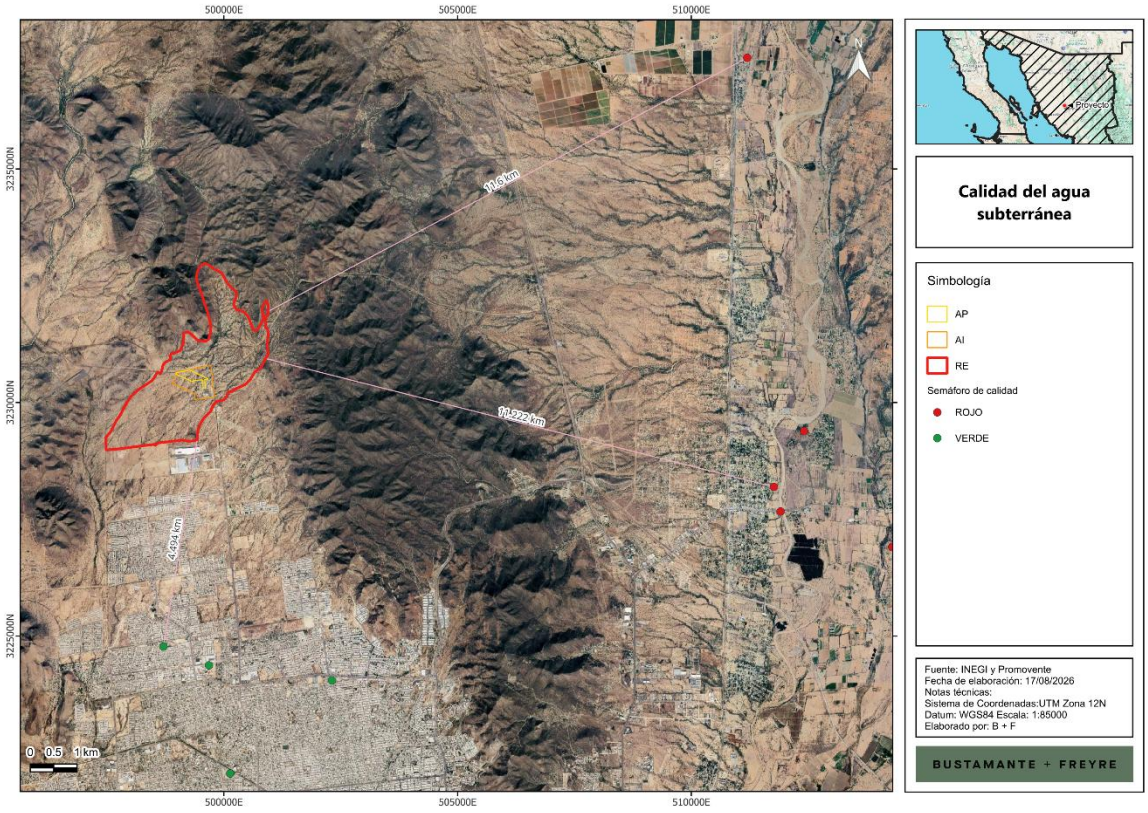
Tabla III.13. Parámetros de calidad del agua subterránea.

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 identificaron tres puntos en el acuífero Costa de Hermosillo, todos ellos presentando un semáforo verde, es decir, cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados (**Figura III.35** y **Figura III.36**).

[10] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Figura III.36. 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 Hermosillo, el cual, de acuerdo con el inventario municipal, registra una emisión anual estimada de 51,561 toneladas de monóxido de carbono (CO) y 16,729.16 de compuestos orgánicos volátiles (COV), siendo éstos los contaminantes con mayores emisiones reportadas en el municipio. Asimismo, se estiman emisiones de 3,641.123 toneladas anuales de PM10, 2,479.59 toneladas de $PM_{2.5}$,3,112.97 toneladas de dióxido de azufre (SO_2), 15,922.16 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx) y 9.172.32 toneladas de amoniaco (NH_3).

Tabla III.14. Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP.[11]

Municipio	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Hermosillo	3,641.23	2,479.59	3,112.97	51,561.33	15,922.16	16,729.16	9,172.32

Del total de CO, 46,187.01 toneladas anuales provienen de fuentes móviles en carretera y 3,041.44 toneladas de fuentes de área correspondientes a actividades agropecuarias. Para los COV, las actividades de uso de solventes representan la principal fuente de emisión, con 4,477.30 toneladas anuales.

Tabla III.15. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9]

Municipio	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Hermosillo	Fuentes de área	Agropecuarias	1,428.49	614.44	16.27	3,041.44	119.99	274.92	8,184.31
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	70.57	56.32	0.00	140.50	2.59	133.99	0.00
		Fuentes misceláneas	406.86	239.08	18.35	657.62	25.56	47.92	910.67
		Manejo de Residuos	1.77	1.62	0.05	5.08	0.28	1,023.70	0.00
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	20.55	12.52	0.93	143.64	328.11	11.41	8.46
		Uso de Solventes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,477.30	0.00
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,400.50	0.00
	Fuentes fijas	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.03	0.01	0.00	0.03	0.09	3.94	0.00
		Alimentos y bebidas	4.62	2.61	60.96	1.91	8.50	0.10	0.16
		Cuero, piel y materiales sucedáneos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[11] https://gisviewer.semarnat.gob.mx/wmaplicacion/inem/

Municipio	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
		Derivados del petróleo y carbón	3.70	0.83	0.42	0.05	0.22	0.00	0.01
		Extracción/Beneficio minerales no metálicos	3.74	1.15	1.73	5.66	26.31	1.70	0.00
		Impresión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Industria de la madera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00
		Industria textil	0.24	0.17	0.00	0.00	0.00	79.08	0.00
		Manejo de desechos y remediación	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
		Metálico	4.14	2.95	0.00	0.27	0.33	16.07	0.01
		Minerales no metálicos	10.13	6.00	0.01	0.04	0.18	0.01	0.00
		Papel y cartón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Plástico y hule	1.56	1.24	0.00	0.08	0.09	253.84	0.00
		Automotriz	37.17	34.04	0.11	15.68	18.66	914.09	0.60
		Cemento y cal	31.44	19.49	2,586.24	104.63	69.06	0.84	0.01
		Generación de energía eléctrica	236.48	236.48	3.22	370.48	578.29	9.49	0.00
		Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	23.32	3.06	21.75	72.64	332.83	21.20	0.02
		Petróleo y petroquímica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.22	0.00
		Pinturas y tintas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Química	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Tratamiento de residuos peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mezclas químicas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	0.00
	Fuentes móviles	Carreteras	1,314.12	1,206.65	371.02	46,187.01	13,477.99	4,169.64	68.06
		No carreteras	42.29	40.92	31.91	814.57	797.74	176.86	0.01
	Fuentes naturales	Emisiones biogénicas	0.00	0.00	0.00	0.00	135.33	654.38	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** incide en la vegetación de tipo mezquital xerófilo **(**

Figura III.37**, Figura III.38, Figura III.39 y Tabla III.16).**

Tabla III.16. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

Clave	Tipo	Superficie (ha)			Porcentaje		
		RE	AI	AP	RE	AI	AP
MKX	Mezquital xerófilo	568.994	43.294	9.411	100.00%	100.00%	100.00%
	Total	**568.994**	**43.294**	**9.411**	**100%**	**100%**	**100%**

Figura III.37. Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI

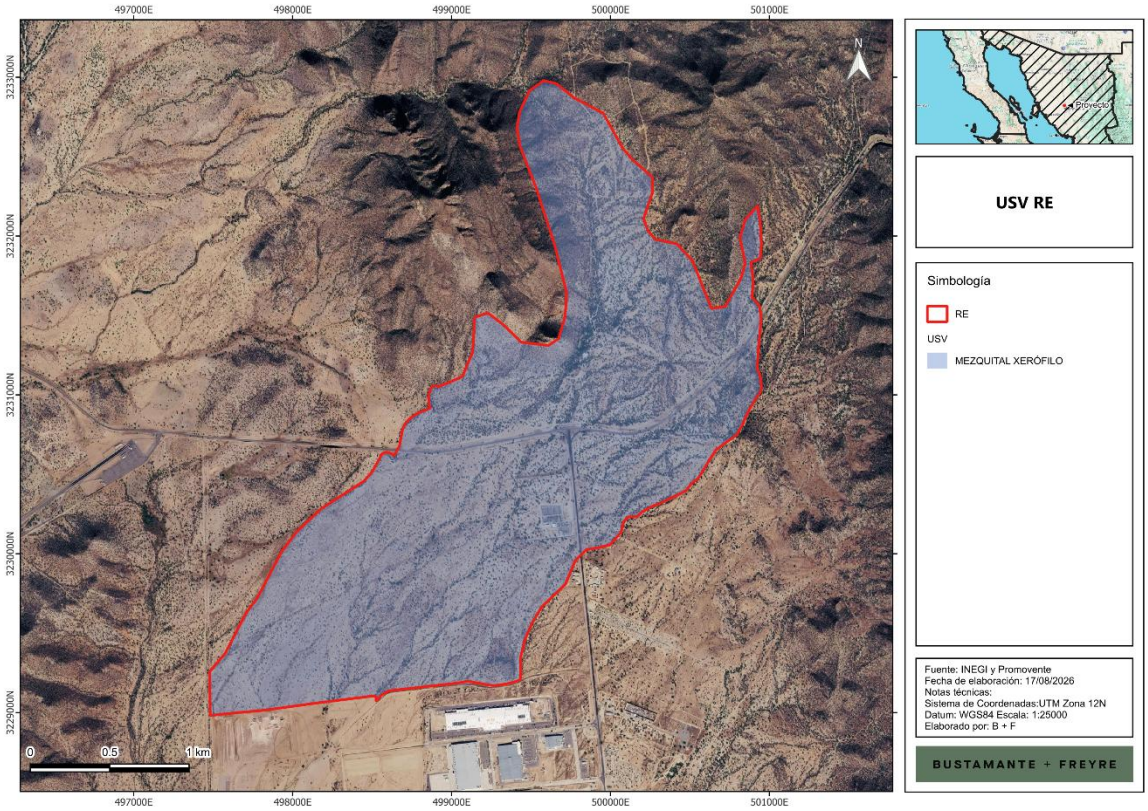
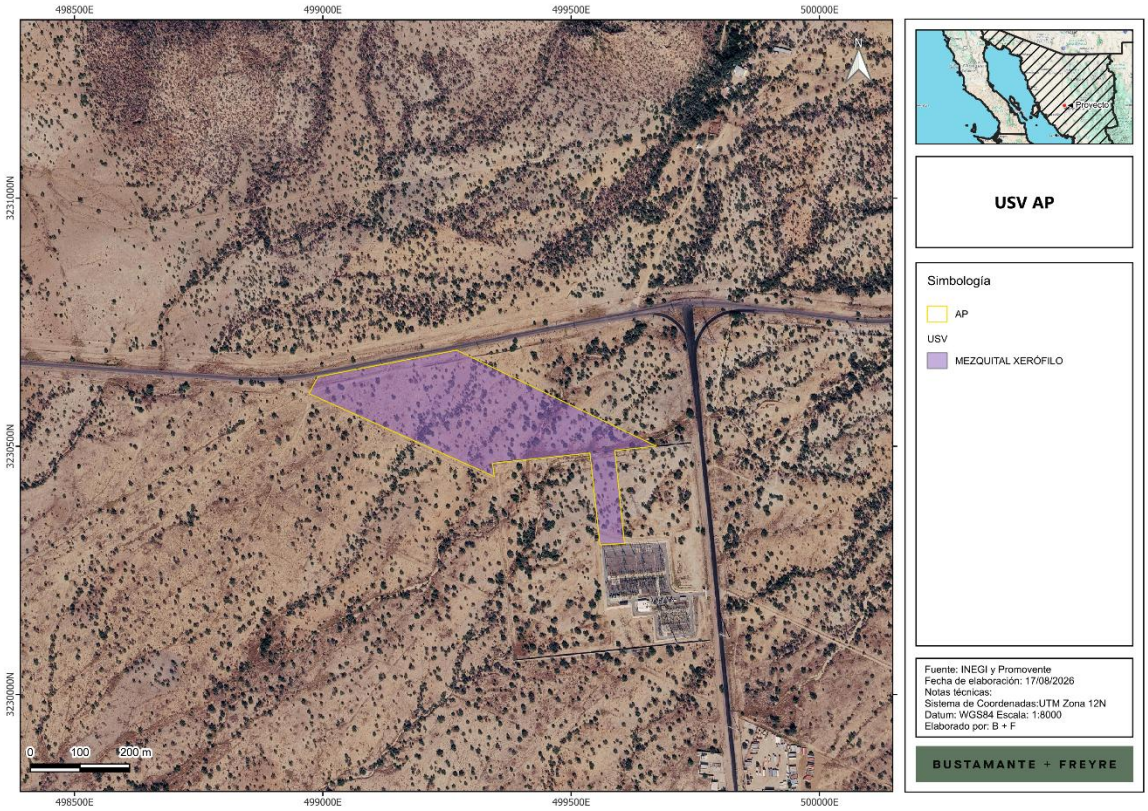


Figura III.38. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI



Figura III.39. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI



En seguida se presenta la descripción del tipo de vegetación presente en la **RE, AI** y **AP** de acuerdo con información del **INEGI**[12]:

- **Mezquital xerófilo**

Se presenta en el norte del país, en forma discontinua en los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí y otros de la región, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8 °C y la temperatura mínima de -3 °C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2 300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia* spp, *Opuntia* sp, *Jatropha* sp. *Bouteloua* spp.

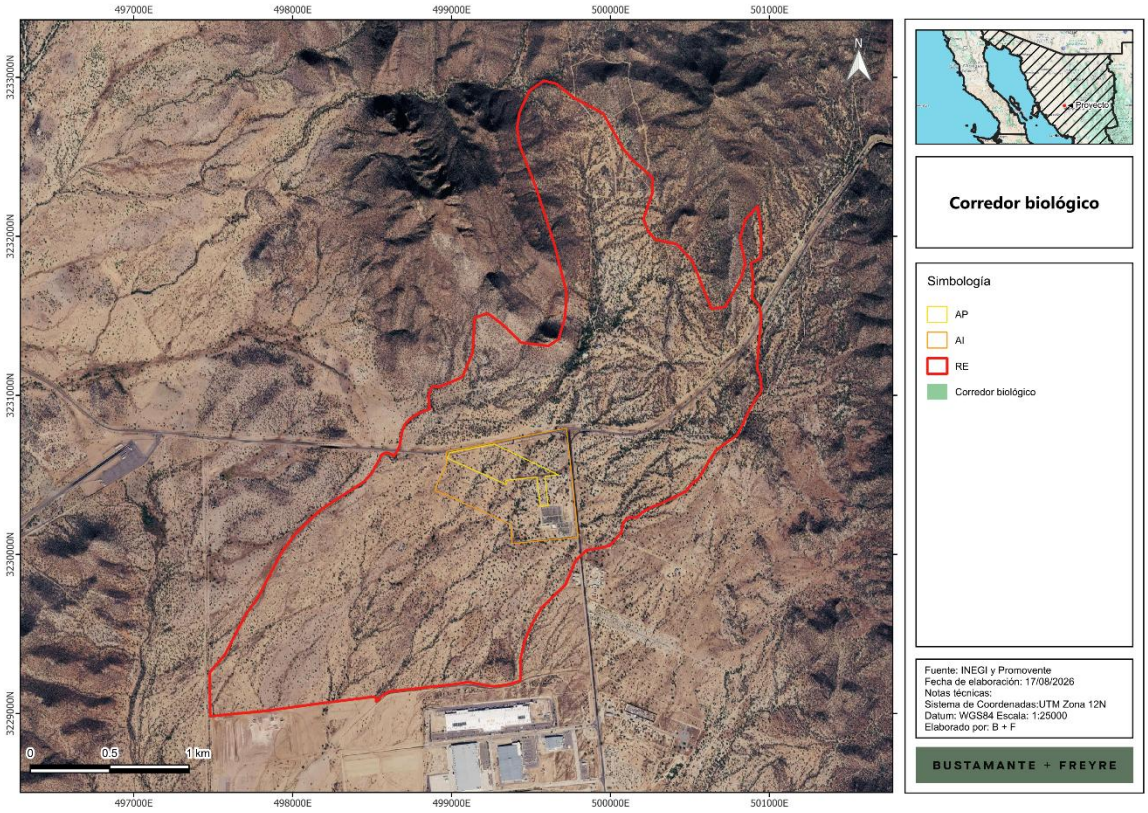
En el **Anexo III.3 Flora / Reportes fotográficos** se presentan las evidencias fotográficas de las condiciones de uso de suelo y vegetación presente en el **AP, AI** y **RE**

[12] 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.

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.40).**

Figura III.40. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos.



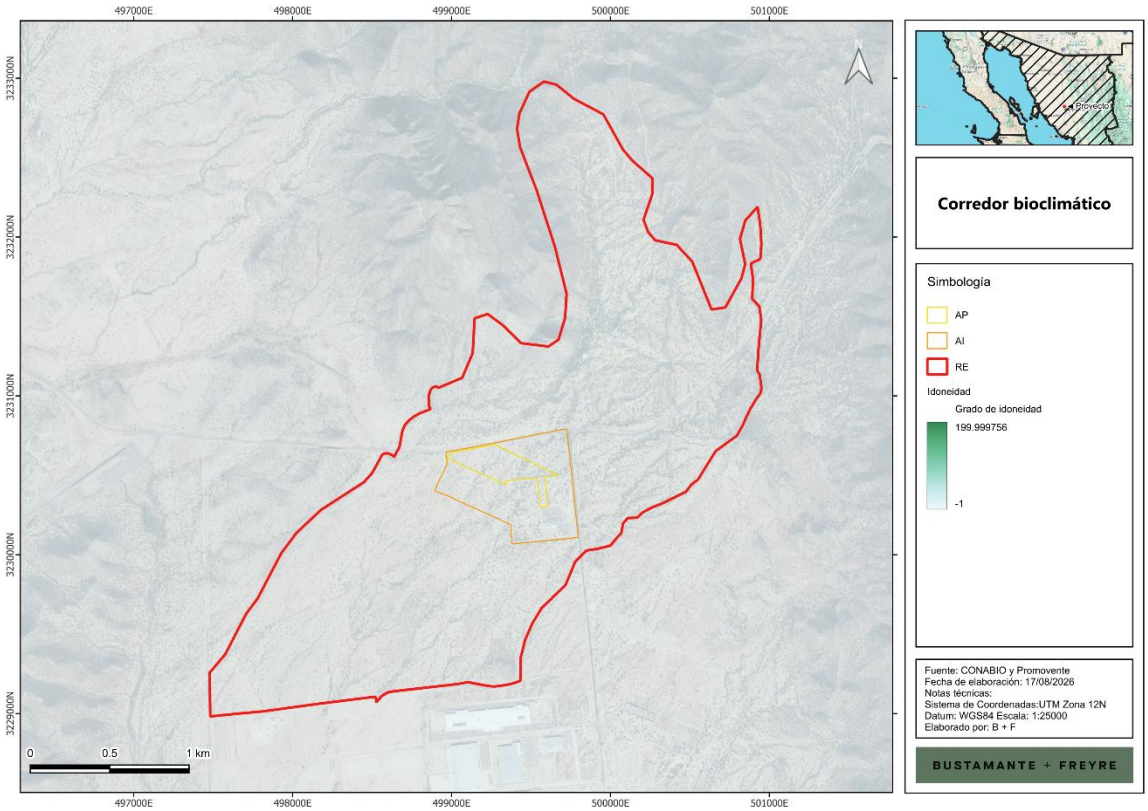
Los principales corredores biológicos en el sureste mexicano forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano y se enfocan en conectar áreas naturales protegidas para asegurar la conectividad de especies y promover el desarrollo sustentable.

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.41**).

Figura III.41. 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 pastizal halófilo) 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 28 al 30 de julio de 2026.

La ubicación de los rodales se muestra en la **Figura PIII.42** y en la **Tabla III.17** se presentan las coordenadas de ubicación de cada uno de los sitios.

Figura PIII.42. Ubicación de los rodales de muestreo en la RE, AI y AP

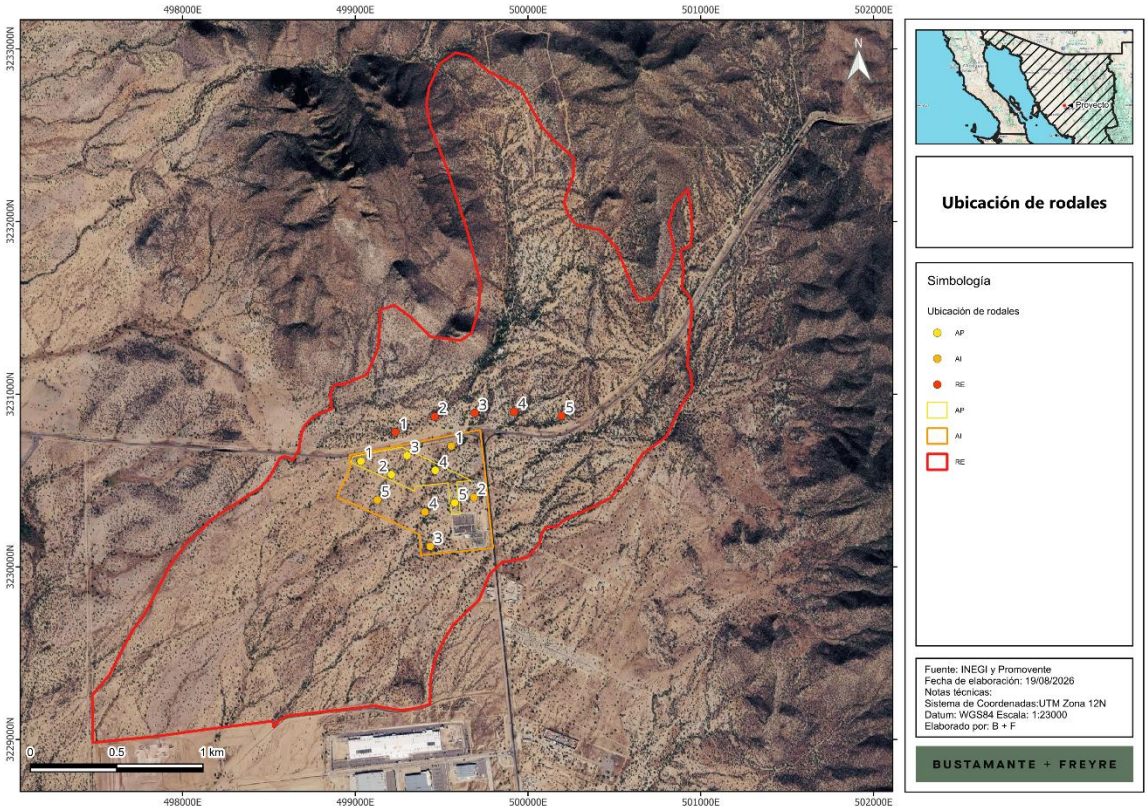


Tabla III.17. Coordenadas centrales de los rodales de muestreo

Sitio	X	Y	USV	Área de estudio
1	499033	3230611	Mezquital Xerófilo	AP
2	499209	3230534	Mezquital Xerófilo	AP
3	499300	3230645	Mezquital Xerófilo	AP
4	499463	3230559	Mezquital Xerófilo	AP
5	499576	3230371	Mezquital Xerófilo	AP
1	499556	3230699	Mezquital Xerófilo	AI
2	499687	3230402	Mezquital Xerófilo	AI
3	499434	3230118	Mezquital Xerófilo	AI
4	499404	3230318	Mezquital Xerófilo	AI
5	499128	3230387	Mezquital Xerófilo	AI
1	499233	3230780	Mezquital Xerófilo	RE
2	499460	3230870	Mezquital Xerófilo	RE
3	499692	3230891	Mezquital Xerófilo	RE
4	499919	3230898	Mezquital Xerófilo	RE

Sitio	X	Y	USV	Área de estudio
5	500194	3230874	Mezquital Xerófilo	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 m^2, mientras que para el estrato herbáceo el sitio fue de un radio de 3 m y 28.27 m^2 de área.

Figura III.43. Forma del sitio y subsitios de muestreo

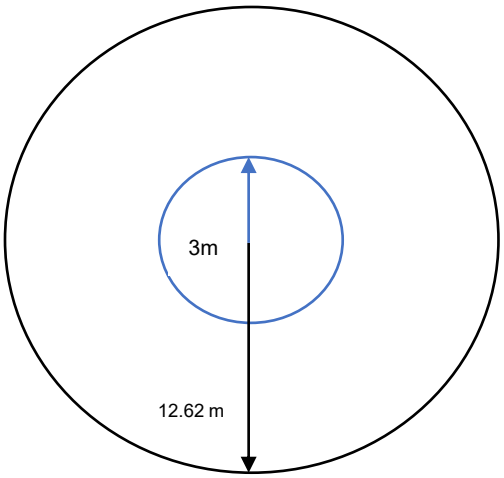


Tabla III.18. Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo

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[13], 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.

[13] 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.

$$\mathrm{IVI} = \mathrm{DR} + \mathrm{FR} + \mathrm{DOR}$$

$$\mathrm{IVI\%} = (\mathrm{DR} + \mathrm{FR} + \mathrm{DOR})/3$$

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=$\pi/4*(\mathrm{Dcopa})^2$.

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	63 especies, pertenecientes a 27 familias y 56 géneros
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	2 especie en categoría Amenazada (A) y 1 en protección especial (Pr)
Especies listadas en **CITES**	11 especies listadas en Apéndice II
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	19 en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en categoría casi amenazada (NT) y 2 en categoría vulnerable (VU)
Distribución de las especies	1 especie exótica y 2 especies exótica-invasoras
Endemismo	7 especies endémicas

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

Listado florístico

La flora presente dentro de la **RE, AI** y **AP** obedece a la presencia de 39 taxa repartidos en 11 órdenes, 15 familias y 31 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
Asterales	Asteraceae	*Encelia*	*Encelia farinosa*	Flor de rocío	SC	X	X	X
		Lagascea	*Lagascea decipiens*	Confiturilla grande	SC	X		
Caryophyllales	Achatocarpa	*Phaulothamnus*	*Phaulothamnus spinescens*	Bachata	SC	X	X	X
	Cactaceae	*Carnegiea*	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	A			X
		Cochemiea	*Cochemiea sheldonii*	Biznaga de Sheldon	SC	X	X	X
		Cylindropuntia	*Cylindropuntia thurberi*	Cardenche de Sonora	SC		X	X
		Lophocereus	*Lophocereus schottii*	Cabeza de viejo	Pr		X	
		Opuntia	*Opuntia gosseliniana*	Nopal morado	SC			X
		Stenocereus	*Stenocereus thurberi*	Pitayo dulce	SC	X	X	X
	Nyctaginaceae	*Boerhavia*	*Boerhavia coccinea*	Abrojo rojo	SC	X	X	X
			Boerhavia coulteri	Arañita de Coulter	SC	X		
			Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	SC	X	X	X
Ericales	Fouquieriaceae	*Fouquieria*	*Fouquieria macdougalii*	Jaboncillo	SC		X	
			Fouquieria splendens	Ocotillo	SC			X
Fabales	Fabaceae	*Coursetia*	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	SC	X	X	X
		Mimosa	*Mimosa distachya*	Uña de gato	SC	X	X	X
		Neltuma	*Neltuma velutina*	Mezquite	SC		X	X
		Olneya	*Olneya tesota*	Palo fierro	Pr	X	X	X
		Parkinsonia	*Parkinsonia florida*	Palo verde azul	SC		X	
			Parkinsonia microphylla	Palo verde	SC	X	X	X
		Senna	*Senna covesii*	Hoja sen	SC			X
Gentianales	Rubiaceae	*Randia*	*Randia thurberi*	Vara de cruz	SC	X	X	X
Lamiales	Lamiaceae	*Condea*	*Condea emoryi*	Lavanda del desierto	SC		X	

Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	Área de estudio		
						AP	AI	RE
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana urticoides*	Cinco negritos tejano	SC		X	
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Adelia*	*Adelia brandegeei*	Pimientilla	SC	X	X	X
		Croton	*Croton sonorae*	Vara blanca	SC	X	X	X
		Euphorbia	*Euphorbia polycarpa*	Alfombra de arena	SC	X		
		Jatropha	*Jatropha cardiophylla*	Sangre de grado	SC	X	X	X
			Jatropha cordata	Papelillo	SC	X	X	X
Poales	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua diversispicula*	Zacale	SC	X	X	
		Cenchrus	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	SC		X	
Sapindales	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera fagaroides*	Torote	SC		X	
			Bursera laxiflora	Torote prieto	SC	X	X	X
			Bursera microphylla	Torote	SC	X	X	X
Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate blanco	SC		X	
		Lycium	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	SC	X	X	X
Zygophyllales	Krameriaceae	*Krameria*	*Krameria bicolor*	Chacate	SC		X	X
			Krameria erecta	Mezquitillo	SC	X		
	Zygophyllaceae	*Guaiacum*	*Guaiacum coulteri*	Árbol santo	A	X	X	X

Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla anterior, se registraron 4 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación.

Tabla III.21. Especies registradas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación			Área de estudio		
			NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE
Fabaceae	*Olneya tesota*	Palo fierro	Pr	NT	-	X	X	X
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Árbol santo	A	VU	II	X	X	X
Cactaceae	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	A	LC	II			X
Cactaceae	*Lophocereus schottii*	Cabeza de viejo	Pr	LC	II		X	

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.22. Resultados del proceso de determinación de intensidad de muestreo

RESULTADOS	
Parámetro estadístico	**Valor**
Error máximo deseado	5
Superficie (ha)	9.4110
Tamaño de la población (N)	**188.22**
Sitios levantados (n)	5
Tamaño del sitio (ha)	0.05
Tamaño de muestra (ha)	0.25
Resultados:	
Intensidad de muestreo %	2.66%
Media (Ẋ)	13.20
Varianza (S^2)	11.20
Desviación estándar (S)	3.35
Coeficiente de variación (CV)	25.35
Error estándar (SE)	1.50
gL	4
$t_{(95\%,\alpha/2)}$	2.780
n necesarios con el 5% de error	97
E% obtenido	**31.10**

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 vegetal y a generar información para el cálculo e interpretación de índices de diversidad y equidad —por ejemplo, Shannon y Pielou— que permitieran realizar comparaciones entre el **AP, AI** y **RE**. Por tanto, el muestreo tuvo un propósito de reconocimiento, caracterización y comparación ecológica, más que de estimación estadística de alta precisión de la riqueza promedio a escala regional.

La riqueza de especies se evaluó a partir de cinco sitios de muestreo de 0.05 ha, que en conjunto representan una superficie de 0.25 ha dentro de un área total de 9.411 ha. Esta intensidad de muestreo equivale aproximadamente a 2.66% de la superficie evaluada. La riqueza promedio registrada fue de 13.20 especies por sitio, con una desviación estándar de 3.35 especies y un coeficiente de variación de 25.35%, lo cual evidencia variación entre las unidades de muestreo, aunque dentro de un intervalo compatible con una comunidad cuya composición presenta elementos florísticos recurrentes.

Con un nivel de confianza de 95%, el error relativo de muestreo estimado fue de 31.10%. En términos absolutos, este resultado equivale a un margen aproximado de ±4.11 especies respecto de la media observada; por tanto, la riqueza promedio poblacional se estima dentro de un intervalo aproximado de 9.09 a 17.31 especies por sitio. Este nivel de error indica que la muestra permite caracterizar la composición vegetal dominante, reconocer especies presentes y efectuar una apreciación comparativa de riqueza entre las unidades de análisis.

El error porcentual debe interpretarse considerando que la riqueza de especies es una variable discreta y que, con un tamaño de muestra reducido, pequeñas diferencias en el número de especies registradas por sitio tienen un efecto importante sobre la variabilidad y el error relativo de la media. En este contexto, un error relativo de 31.10% no invalida la información ecológica obtenida ni la identificación de la composición florística observada; no obstante, sí delimita el alcance de la inferencia cuantitativa que puede realizarse a partir de los resultados.

En consecuencia, la información generada se considera adecuada como línea base de reconocimiento y caracterización de la vegetación, así como para sustentar la delimitación de unidades de vegetación, la identificación de especies presentes y la comparación ecológica entre el **AP**, el **AI** y la **RE**.

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 continuo de la riqueza estimada conforme aumenta el número de sitios evaluados. La riqueza estimada aumenta

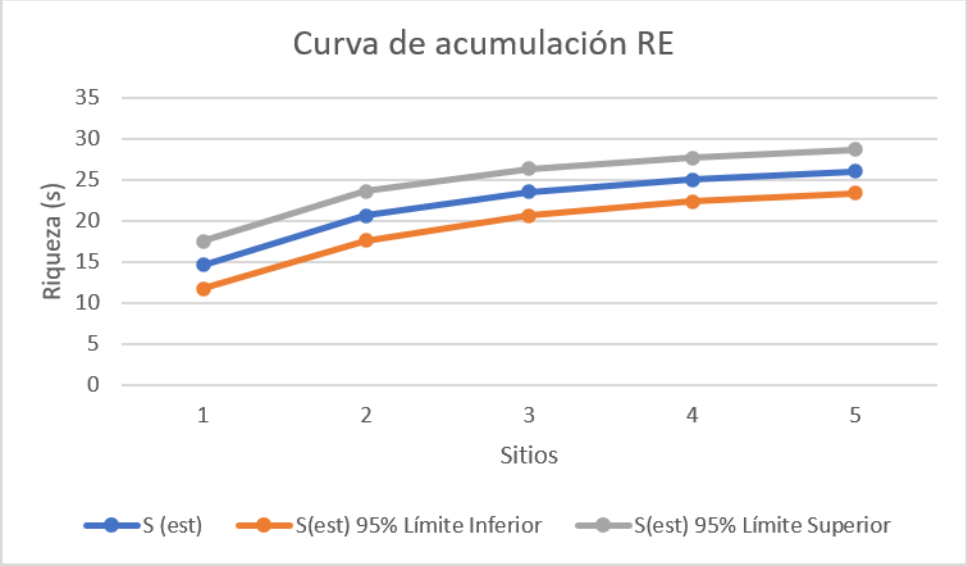
aproximadamente de 14–15 especies en el primer sitio a 26 especies al incorporar el quinto sitio. Esto indica que cada unidad de muestreo adicional aportó registros nuevos a la composición florística regional

El incremento más importante ocurre entre el primer y el segundo sitio, seguido de aumentos progresivamente menores a partir del tercer sitio. Entre los sitios cuatro y cinco, la pendiente de la curva se reduce, lo cual evidencia una tendencia hacia la estabilización; sin embargo, la curva aún no presenta una asíntota claramente definida. Por lo tanto, existe la posibilidad de registrar especies adicionales, particularmente especies poco frecuentes, de distribución restringida o asociadas con microhábitats específicos.

Los límites de confianza al 95% se amplían alrededor de la riqueza estimada. Para el quinto sitio, la riqueza estimada se aproxima a 26 especies, con un intervalo de confianza aproximado entre 23 y 29 especies. La amplitud de este intervalo indica que los resultados deben interpretarse como una caracterización ecológica de reconocimiento y no como una estimación exhaustiva de la riqueza total de la **RE**.

En conjunto, la gráfica respalda que los cinco sitios evaluados son útiles para documentar la composición florística, identificar las especies recurrentes y comparar la diversidad entre unidades de análisis.

Figura III.44. Curvas de acumulación de especies para la **RE** (esfuerzo de muestreo)



Con relación a la comparativa de riqueza se observa que la riqueza estimada aumenta de aproximadamente 14–15 especies con el primer sitio a 26 especies con cinco sitios, mientras que Chao 1 y Chao 2 alcanzan valores cercanos a 26 y 27 especies, respectivamente.

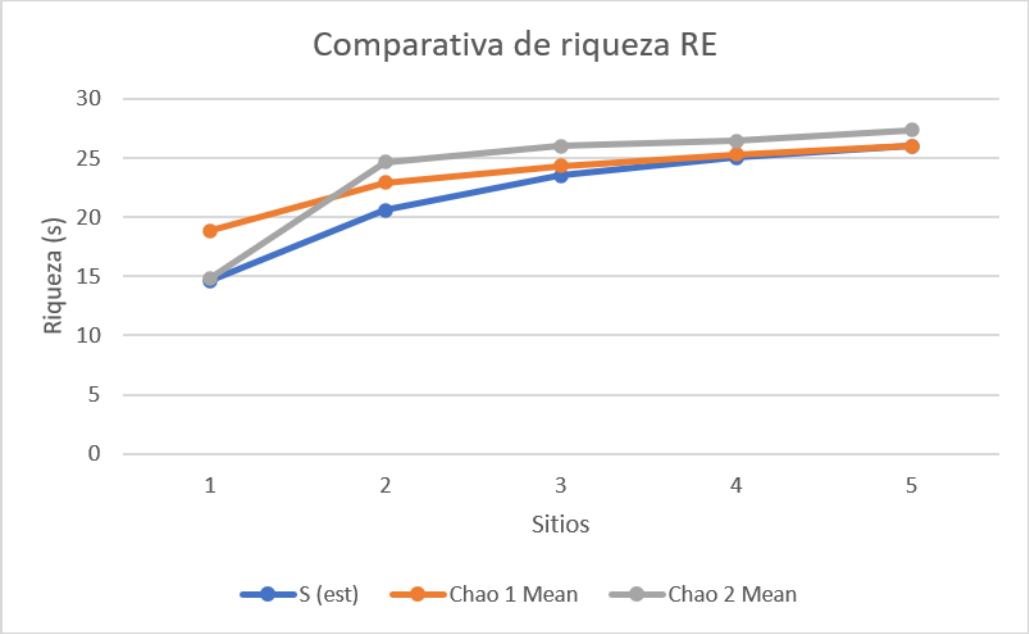
Al incorporar los primeros dos sitios, el estimador Chao 2 aumenta de manera más marcada, aproximándose a 25 especies, mientras que Chao 1 y la riqueza estimada muestran valores cercanos a 23 y 20–21 especies. Esta diferencia inicial sugiere que la información de ocurrencia o incidencia

entre sitios reconoce la posibilidad de especies no detectadas durante las primeras unidades de muestreo. No obstante, al incrementar el número de sitios, los tres indicadores convergen gradualmente.

En el quinto sitio, la diferencia entre la riqueza estimada y Chao 1 es prácticamente nula, mientras que Chao 2 es apenas superior, por aproximadamente una a dos especies. Esta convergencia indica que, bajo los supuestos de ambos estimadores, el inventario realizado recuperó una proporción alta de la riqueza esperada para las condiciones y escala evaluadas.

La concordancia entre los valores finales de Sest, Chao 1 y Chao 2 fortalece la utilidad del muestreo para caracterizar la riqueza registrada en la **RE** y establecer comparaciones con el **AP** y **AI**.

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 26 especies y la riqueza esperada por Chao 1es de 26, 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.23. Índice de representatividad en la **RE.**

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	26
Riqueza específica esperada (chao 1)	26

Parámetro	Valor
Índice de representatividad (%)	100

- **Área de Influencia**

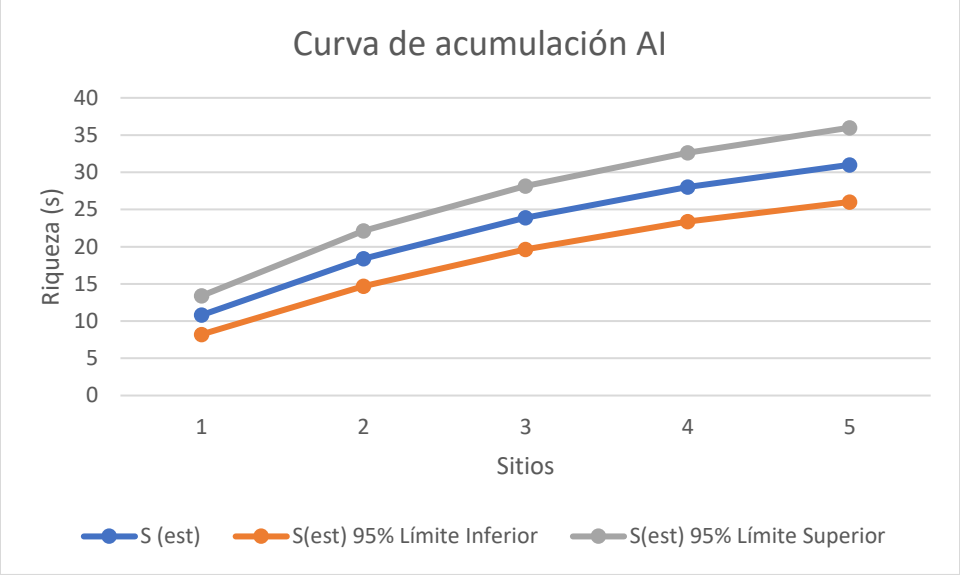
La curva de acumulación de especies del **AI** muestra un incremento sostenido de la riqueza estimada conforme aumenta el número de sitios de muestreo. La riqueza registrada pasa de aproximadamente 11 especies en el primer sitio a 31 especies al incorporar los cinco sitios, lo que indica que cada unidad de muestreo aportó especies adicionales al inventario florístico del **AI**.

El incremento de riqueza es más marcado al inicio del muestreo, particularmente entre los sitios uno y dos, y continúa de manera progresiva hasta el quinto sitio. Aunque la pendiente de la curva disminuye ligeramente hacia los últimos sitios, no se observa una asíntota o meseta claramente definida.

Los límites de confianza al 95% muestran una amplitud creciente conforme aumenta el número de sitios. Para el quinto sitio, la riqueza estimada se aproxima a 31 especies, con un intervalo de confianza aproximado de 26 a 36 especies.

En consecuencia, el muestreo realizado es útil para caracterizar la vegetación del **AI**, documentar la riqueza observada e identificar especies recurrentes y poco frecuentes. Sin embargo, debido a que la curva continúa en ascenso y conserva un intervalo de confianza amplio, los resultados no deben interpretarse como una estimación exhaustiva de la riqueza total presente en el **AI**.

Figura III.46. Curvas de acumulación de especies para el **AI** (esfuerzo de muestreo)



La gráfica compara la riqueza estimada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 para el **AI**. La riqueza estimada aumenta gradualmente de aproximadamente 11 especies en el primer

sitio a 31 especies en el quinto sitio. En contraste, los estimadores Chao 1 y Chao 2 muestran valores más altos y una mayor variación conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo.

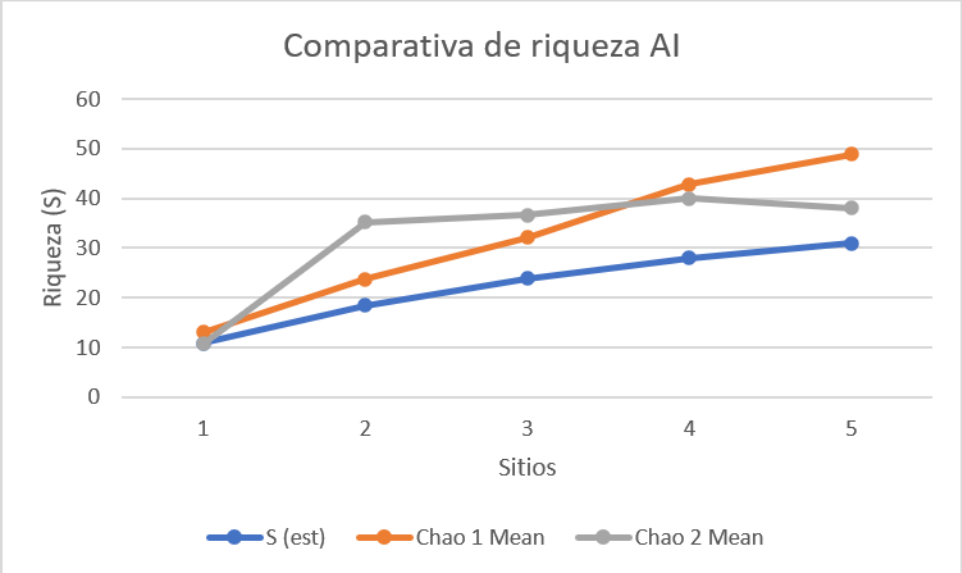
Chao 2 presenta un incremento abrupto al incorporar el segundo sitio, alcanzando alrededor de 35 especies; posteriormente se mantiene entre aproximadamente 36 y 40 especies, con una ligera disminución hacia el quinto sitio. Por su parte, Chao 1 aumenta de cerca de 13 especies en el primer sitio a aproximadamente 49 especies en el quinto sitio, superando tanto a la riqueza registrada como a Chao 2 a partir del cuarto sitio.

La separación entre la riqueza estimada y ambos estimadores, particularmente Chao 1, indica la posible presencia de especies no detectadas o registradas con baja frecuencia dentro de los sitios evaluados. Esta diferencia sugiere que la comunidad vegetal del **AI** presenta heterogeneidad espacial y que el número de sitios evaluados aún puede ser insuficiente para recuperar la riqueza total esperada.

La divergencia entre Chao 1 y Chao 2 hacia el final de la curva también debe interpretarse con cautela. Ambos estimadores dependen de la ocurrencia de especies raras —por ejemplo, especies registradas en uno o pocos sitios— y, con un tamaño de muestra reducido, pueden ser sensibles a pequeños cambios en los registros de presencia o abundancia. Por ello, los valores estimados deben considerarse indicativos del potencial de riqueza no observado y no como una cifra definitiva de especies presentes.

En conjunto, los resultados confirman que los cinco sitios permiten una caracterización ecológica inicial y una comparación de la riqueza observada dentro del **AI**.

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 31 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 49, lo que se traduce en un índice de representatividad del 63.34%. La diferencia entre la riqueza observada y la riqueza esperada, así como el comportamiento de las curvas de

acumulación, evidencia que aún existe una proporción potencial de especies no registradas, probablemente asociadas con especies raras, de baja frecuencia o de distribución espacial restringida. Por lo tanto, el esfuerzo de muestreo permite caracterizar las especies frecuentes y la composición general de la comunidad vegetal del **AI**.

En términos de completitud, el inventario del **AI** se considera adecuado para fines de reconocimiento y caracterización florística, así como para realizar comparaciones ecológicas con el **AP** y la **RE**.

Tabla III.24. Índice de representatividad en el **AI.**

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	31
Riqueza específica esperada (chao 1)	49
Índice de representatividad (%)	63.34

- **Área del Proyecto**

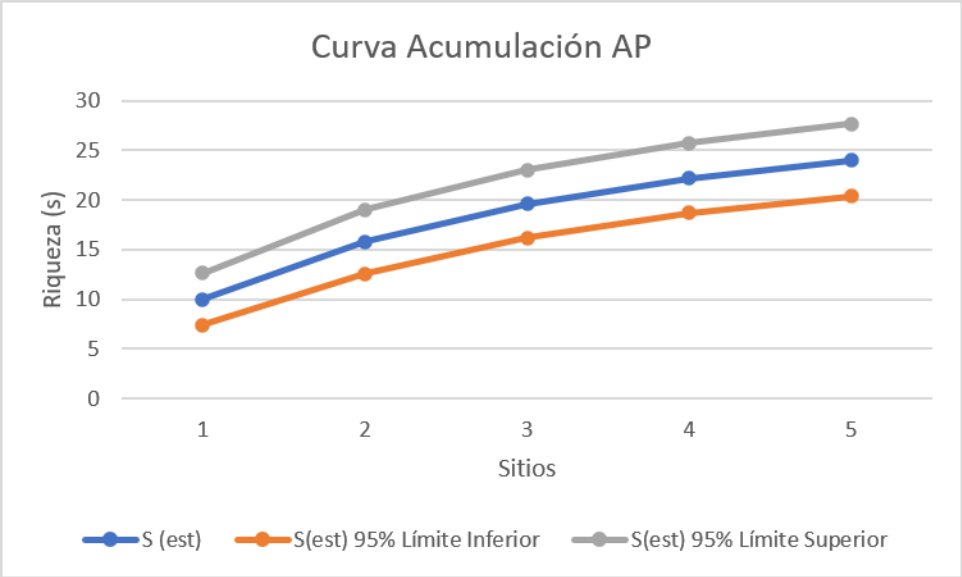
La curva de acumulación de especies del **AP** muestra un aumento continuo de la riqueza estimada conforme se incorporan los cinco sitios de muestreo. La riqueza registrada incrementa de aproximadamente 10 especies en el primer sitio a 24 especies al considerar el quinto sitio, lo que evidencia que las unidades de muestreo adicionales aportaron especies nuevas al inventario florístico del **AP.**

El mayor incremento se observa entre los sitios uno y dos, mientras que, a partir del tercer sitio, la tasa de incorporación de especies disminuye gradualmente. Entre los sitios cuatro y cinco aún se registra un aumento de riqueza, aunque menor que al inicio. Por tanto, la curva presenta una tendencia hacia la estabilización, pero no alcanza una asíntota claramente definida.

Los límites de confianza al 95% se ubican aproximadamente entre 20 y 28 especies al incorporar el quinto sitio, con una riqueza estimada cercana a 24 especies. La amplitud del intervalo refleja la incertidumbre inherente al número limitado de sitios y a la variación de la composición entre unidades de muestreo. No obstante, la separación entre los límites se mantiene moderada y la pendiente de la curva disminuye hacia los últimos sitios, por lo que los resultados constituyen una base adecuada para describir la composición general y la riqueza observada del **AP**.

En términos de caracterización, el muestreo permite reconocer las especies frecuentes, registrar los principales componentes florísticos y realizar comparaciones ecológicas con el **AI** y la **RE**.

Figura III.48. Curvas de acumulación de especies para el **AP** (esfuerzo de muestreo)



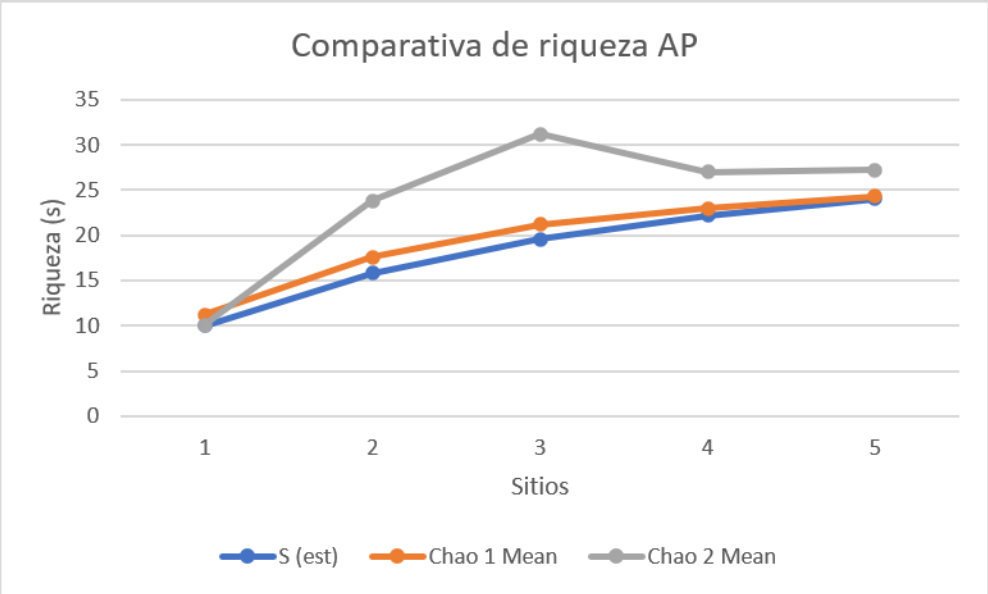
La gráfica compara la riqueza estimada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 para el **AP**. La riqueza observada aumenta de aproximadamente 10 especies en el primer sitio a 24 especies en el quinto sitio. Chao 1 presenta un comportamiento muy similar a la riqueza estimada y alcanza también cerca de 24–25 especies al final del muestreo.

La similitud entre la riqueza estimada y Chao 1 sugiere que, con base en los registros de abundancia considerados por dicho estimador, la contribución esperada de especies no detectadas es reducida. En este sentido, la riqueza observada representa una proporción elevada de la riqueza estimada por Chao 1 para el **AP**.

Por otro lado, Chao 2 presenta valores más altos y una variación marcada a lo largo de la secuencia de muestreo: incrementa de aproximadamente 10 especies en el primer sitio a cerca de 31 especies en el tercer sitio, posteriormente disminuye a alrededor de 27 especies y se estabiliza cerca de 27–28 especies al quinto sitio. La diferencia final entre la riqueza observada y Chao 2, de aproximadamente tres a cuatro especies, indica la posible presencia de especies no detectadas o de ocurrencia poco frecuente entre sitios.

En conjunto, la convergencia final entre la riqueza observada y Chao 1, así como la diferencia moderada con Chao 2, indican que el esfuerzo de muestreo es adecuado para una caracterización florística del **AP** y para identificar la mayor parte de las especies frecuentes.

Figura III.49. Modelo comparativo de riqueza en el AP (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2)



Finalmente, se señala que la riqueza específica observada es de 24 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 24.33, lo que se traduce en un índice de representatividad del 98.64%. 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. En términos de completitud, la **AP** puede considerarse inventariada de manera exhaustiva para los fines de caracterización florística.

Tabla III.25. Índice de representatividad en el **AP.**

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	24
Riqueza específica esperada (chao 1)	24.33
Índice de representatividad (%)	98.64

Índices de diversidad y estructura

Riqueza

En las 3 áreas de estudio se encontraron un total de 15 familias, 31 géneros y 39 especies, de las cuales 4 se encuentran enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** 3 en la lista roja de la **IUCN** y y 8 en el apéndice II del **CITES**. Por último, seis especies presentan endemismo.

En las tablas posteriores se presenta lo descrito.

Tabla III.26. Listado de especies de flora registradas durante los muestreos en el área de estudio

No.	Familia	Especie	Nombre común	Estatus biogeográfico	Estatus de conservación			Área de estudio		
					NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE
1	Fabaceae	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	N	SC	LC	-	X	X	X
2	Fabaceae	*Olneya tesota*	Palo fierro	N	Pr	NT	-	X	X	X
3	Euphorbiaceae	*Jatropha cardiophylla*	Sangre de grado	N	SC	NE	-	X	X	X
4	Asteraceae	*Encelia farinosa*	Flor de rocío	N	SC	NE	-	X	X	X
5	Cactaceae	*Cochemiea sheldonii*	Biznaga de Sheldon	N	SC	NE	II	X	X	X
6	Poaceae	*Bouteloua diversispicula*	Zacale	N	SC	NE	-	X	X	
7	Nyctaginaceae	*Boerhavia coulteri*	Arañita de Coulter	N	SC	NE	-	X		
8	Euphorbiaceae	*Euphorbia polycarpa*	Alfombra de arena	N	SC	NE	II	X		
9	Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea*	Abrojo rojo	N	SC	NE	-	X	X	X
10	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	N	SC	LC	-		X	
11	Burseraceae	*Bursera laxiflora*	Torote prieto	End	SC	NT	-	X	X	X
12	Euphorbiaceae	*Croton sonorae*	Vara blanca	N	SC	NE	-	X	X	X
13	Lamiaceae	*Condea emoryi*	Lavanda del desierto	N	SC	NE	-		X	
14	Solanales	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	N	SC	NE	-	X	X	X
15	Cactaceae	*Cylindropuntia thurberi*	Cardenche de Sonora	N	SC	LC	II		X	X
16	Burseraceae	*Bursera microphylla*	Torote	N	SC	LC	-	X	X	X
17	Rubiaceae	*Randia thurberi*	Vara de cruz	End	SC	LC	-	X	X	X
18	Cactaceae	*Stenocereus thurberi*	Pitayo dulce	N	SC	LC	II	X	X	X
19	Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Árbol santo	N	A	VU	II	X	X	X
20	Asteraceae	*Lagascea decipiens*	Confiturilla grande	N	SC	NE	-	X		
21	Krameriaceae	*Krameria erecta*	Mezquitillo	N	SC	NE	-	X		
22	Nyctaginaceae	*Boerhavia xanti*	Arañita de Xantus	End	SC	NE	-	X	X	X
23	Fabaceae	*Neltuma velutina*	Mezquite	N	SC	LC	-		X	X

No.	Familia	Especie	Nombre común	Estatus biogeográfico	Estatus de conservación			Área de estudio		
					NOM-059	IUCN	CITES	AP	AI	RE
24	Fabaceae	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	N	SC	LC	-	X	X	X
25	Fabaceae	*Mimosa distachya*	Uña de gato	N	SC	NE	-	X	X	X
26	Achatocarpa	*Phaulothamnus spinescens*	Bachata	N	SC	LC	-	X	X	X
27	Euphorbiaceae	*Jatropha cordata*	Papelillo	End	SC	LC	-	X	X	X
28	Cactaceae	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	N	A	LC	II			X
29	Euphorbiaceae	*Adelia brandegeei*	Pimientilla	End	SC	NE	-	X	X	X
30	Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	N	SC	NE	-			X
31	Cactaceae	*Opuntia gosseliniana*	Nopal morado	N	SC	LC	II			X
32	Fabaceae	*Senna covesii*	Hoja sen	N	SC	NE	-			X
33	Krameriaceae	*Krameria bicolor*	Chacate	N	SC	NE	-		X	X
34	Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate blanco	N	SC	LC	-		X	
35	Fabaceae	*Parkinsonia florida*	Palo verde azul	N	SC	LC	-		X	
36	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Ex-In	SC	NE	-		X	
37	Verbenaceae	*Lantana urticoides*	Cinco negritos tejano	N	SC	NE	-		X	
38	Fouquieriaceae	*Fouquieria macdougalii*	Jaboncillo	End	SC	LC	-		X	
39	Cactaceae	*Lophocereus schottii*	Cabeza de viejo	N	Pr	LC	II		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,** el estrato arbóreo presentó un índice de diversidad de Shannon de H’= 0.092 correspondiente a una diversidad baja. El índice de equidad de Pielou fue de J = 0.67 clasificado como medio. Estos resultados indican que el estrato arbóreo presenta una riqueza limitada y una distribución de abundancias moderadamente equilibrada entre las especies registradas.

En el estrato arbustivo, el índice de Shannon fue de H’ = 2.84, correspondiente a una diversidad media, mientras que la equidad de Pielou alcanzó J = 0.90, clasificada como alta. Estos valores indican que el estrato arbustivo presenta una composición con diversidad intermedia y una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas, sin evidencia de una dominancia marcada por una sola especie.

Por su parte, el estrato herbáceo presentó un índice de Shannon de H’= 0.240, correspondiente a una diversidad baja, y una equidad de Pielou de J = 0.22, también clasificada como baja. Este resultado sugiere una riqueza herbácea reducida y una concentración de las abundancias en una o pocas especies, condición que puede relacionarse con la estacionalidad de las especies herbáceas en ambientes áridos y con la disponibilidad temporal de humedad en el suelo.

- **Área de Influencia**

En el **AI,** el estrato arbóreo presentó un índice de Shannon de H’= 2.02, correspondiente a una diversidad media, y un índice de equidad de Pielou de J = 0.92, clasificado como alto. En conjunto, estos valores indican una composición arbórea con diversidad intermedia y una distribución relativamente equilibrada de las abundancias entre las especies registradas.

El estrato arbustivo registró un índice de Shannon de H’ = 2.70, correspondiente a una diversidad media, y un índice de equidad de Pielou de J = 0.86, clasificado como alto. Estos resultados muestran que las especies arbustivas presentan una composición relativamente diversa y que sus abundancias se distribuyen de manera homogénea, sin que una sola especie concentre de manera significativa el total de individuos registrados.

En el estrato herbáceo, el índice de Shannon fue de H’= 1.12, por lo que la diversidad se clasifica como baja. La equidad de Pielou alcanzó un valor de J = 0.81, correspondiente a una condición alta. En consecuencia, aunque el estrato herbáceo presenta una diversidad reducida, las especies presentes mantienen abundancias relativamente equilibradas.

- **Área del Proyecto**

En el **AP,** el estrato arbóreo presentó un índice de Shannon de H’= 1.11, correspondiente a una diversidad baja, mientras que la equidad de Pielou fue de J = 0.80, clasificada como alta. Esto indica que las especies arbóreas registradas presentan una distribución relativamente uniforme de sus abundancias, aunque el número de especies y la diversidad general del estrato son limitados.

El estrato arbustivo presentó un índice de Shannon de H’ = 2.28, correspondiente a una diversidad media, y un índice de equidad de Pielou de J = 0.79, clasificado como alto. Por lo tanto, el estrato

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

arbustivo constituye el componente de mayor diversidad dentro del **AP**, con una distribución de individuos relativamente uniforme entre las especies registradas.

En el estrato herbáceo se obtuvo un índice de Shannon de H' = 1.48, correspondiente a una diversidad baja, y un índice de equidad de Pielou de J = 0.83, clasificado como alto. Este resultado indica que, aunque la diversidad herbácea es baja, no existe una dominancia marcada por una sola especie y las abundancias se distribuyen de forma relativamente homogénea entre las especies presentes.

Tabla III.27. 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	Arbóreo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.11		0.92	La diversidad en el estrato arbóreo en el AP es baja, mientras que en el AI y en la RE es media.
			2-2.99 medio		2.02		
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbóreo en las tres áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio			0.67	
			0.71-1.0 alto	0.80	0.92		
	Arbustivo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo				La diversidad en el estrato arbustivo en las tres áreas de estudio es media.
			2-2.99 medio	2.28	2.70	2.84	
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo				La equidad en el estrato arbustivo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.79	0.86	0.90	
	Herbáceo	Índice de Shannon	0-1.99 bajo	1.48	1.12	0.24	La diversidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es bajo.
			2-2.99 medio				
			3-5 alto				
		Equidad de Pielou	0-0.35 bajo			0.22	La equidad en el estrato herbáceo en todas las áreas de estudio es alta.
			0.36-0.70 medio				
			0.71-1.0 alto	0.83	0.81		

En conjunto, los resultados muestran que el estrato arbustivo presenta diversidad media y equidad alta en el **AP**, **AI** y **RE**. Por ello, este estrato representa el componente florístico con mayor diversidad y con una distribución más equilibrada de abundancias dentro de las tres áreas de estudio.

El estrato arbóreo presenta diversidad baja en el **AP** y la **RE**, y diversidad media en el **AI**. La equidad es alta en el **AP** y el **AI**, mientras que en la **RE** es media. Este comportamiento indica que el componente arbóreo tiene una riqueza más limitada en el **AP** y la **RE**, mientras que el **AI** presenta una composición relativamente más diversa y uniforme.

El estrato herbáceo presenta diversidad baja en las tres áreas de estudio. La equidad es alta en el **AP** y **AI**, pero baja en la **RE**, donde se observa una mayor concentración de individuos en una o

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

pocas especies. Esta variación es congruente con la dinámica estacional de la vegetación herbácea en ambientes áridos, en la que la presencia, cobertura y abundancia de las especies dependen marcadamente de la precipitación, la disponibilidad temporal de humedad, las condiciones del micrositio y el nivel de perturbación local.

En términos generales, los resultados indican que el **AP** se inserta en una matriz vegetal comparable con el **AI** y la **RE**, especialmente por la presencia de un estrato arbustivo de diversidad media y equidad alta. La baja diversidad observada en los estratos arbóreo y herbáceo no representa necesariamente una condición de deterioro ambiental, sino una condición congruente con la estructura y dinámica de las comunidades vegetales propias de ambientes áridos, donde un número limitado de especies adaptadas al déficit hídrico conforma los componentes dominantes y la vegetación herbácea varía de manera importante según la estacionalidad climática.

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 arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron cuatro especies: *Neltuma velutina* (mezquite), *Olneya tesota* (palo fierro), *Bursera laxiflora* (torote prieto) y *Parkinsonia microphylla* (palo verde). La especie de mayor importancia ecológica fue *Olneya tesota* (palo fierro), con un **IVI** de 60.328. Esta especie presentó la mayor abundancia relativa, con 63.636%, así como la mayor frecuencia relativa, con 50%, y la mayor dominancia relativa, con 67.349%, por lo que constituye el principal componente estructural del estrato arbóreo de la **RE**.

En un nivel de importancia secundaria se encuentra *Parkinsonia microphylla* (palo verde), con un **IVI** de 27.212. La especie presentó una abundancia relativa de 27.273%, una frecuencia relativa de 30% y una dominancia relativa de 24.364%. Estos valores indican una contribución relevante a la estructura arbórea, aunque considerablemente menor respecto de *O. tesota*.

Por su parte, *Bursera laxiflora* (torote prieto) registró un **IVI** de 6.616, asociado con una abundancia relativa de 4.545%, una frecuencia relativa de 10 % y una dominancia relativa de 5.304%. *Neltuma velutina* (mezquite) presentó el **IVI** más bajo, con 5.843, una abundancia relativa de 4.545%, frecuencia relativa de 10% y dominancia relativa de 2.983%.

En conjunto, el estrato arbóreo de la **RE** presenta una estructura dominada por *Olneya tesota*, complementada principalmente por *Parkinsonia microphylla* y, en menor proporción, por *Bursera*

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

laxiflora y *Neltuma velutina*. Esta composición es congruente con comunidades vegetales xerófilas del noroeste de México, donde el palo fierro y el palo verde conforman componentes leñosos relevantes, adaptados a condiciones de aridez y a la disponibilidad limitada e irregular de agua.

Tabla III.28. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Neltuma velutina	Mezquite	4.000	4.545	0.200	10.000	63.617	2.983	5.843
Olneya tesota	Palo fierro	56.000	63.636	1.000	50.000	1436.160	67.349	60.328
Bursera laxiflora	Torote prieto	4.000	4.545	0.200	10.000	113.098	5.304	6.616
Parkinsonia microphylla	Palo verde	24.000	27.273	0.600	30.000	519.542	24.364	27.212
		88.000	**100.000**	**2.000**	**100.000**	**2132.417**	**100.000**	**100.000**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 23 especies, pertenecientes a diversas familias botánicas. La especie con mayor importancia ecológica fue *Parkinsonia microphylla* (palo verde), con un **IVI** de 10.246. Esta especie presentó la mayor dominancia relativa del estrato, con 17.577%, una abundancia relativa de 8.682% y una frecuencia relativa de 4.478%, por lo que constituye uno de los principales componentes estructurales del estrato arbustivo, particularmente por su contribución a la cobertura o área basal estimada.

Le siguieron *Mimosa distachya* (uña de gato), con un **IVI** de 8.770, y *Coursetia glandulosa* (palo dulce), con un **IVI** de 8.457. *Mimosa distachya* presentó la mayor abundancia relativa del estrato (11.576%) y una dominancia relativa de 8.765%; mientras que *Coursetia glandulosa* mostró la mayor frecuencia relativa (5.970%) y una dominancia relativa de 11.042%. Estos resultados indican que ambas especies son elementos estructuralmente relevantes y con amplia incidencia entre los sitios de muestreo.

Otras especies con importancia ecológica notable fueron *Lycium berlandieri* (lindrillo), con un **IVI** de 8.207; *Jatropha cardiophylla* (sangre de drago), con 6.772; *Bursera laxiflora* (torote prieto), con 6.426; y *Jatropha cordata (*papelillo), con 5.198. En conjunto, estas especies contribuyen de manera relevante a la composición, abundancia, frecuencia y dominancia del estrato arbustivo, por lo que complementan la estructura principal de la comunidad.

En un nivel de importancia secundaria se encuentran *Bursera microphylla* (torote), con un **IVI** de 5.081; *Eysenhardtia polystachya* (vara de cruz), con 4.133; *Stenocereus thurberi* (pitayo dulce), con 4.382; *Jatropha cordata* (papelillo), con 5.198; y *Randia thurberi* (vara de cruz), con 3.297. Las especies restantes presentaron IVI menores y corresponden a elementos acompañantes o de incidencia más limitada dentro de los sitios evaluados.

En conjunto, el estrato arbustivo de la **RE** presenta una comunidad de diversidad media, equidad alta y composición florística heterogénea, integrada por especies propias de ambientes áridos y semiáridos. La estructura no se encuentra definida por una dominancia extrema de una sola especie,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

sino por la contribución compartida de *Parkinsonia microphylla, Mimosa distachya, Coursetia glandulosa, Lycium berlandieri, Jatropha cardiophylla, Bursera laxiflora* y otras especies acompañantes. Esta composición es congruente con una comunidad xerófila de estructura arbustiva compleja, en la que la abundancia, frecuencia y cobertura de las especies varían entre los sitios de muestreo.

Tabla III.29. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Coursetia glandulosa	Palo dulce	104.000	8.360	0.800	5.970	250.150	11.042	8.457
Lycium berlandieri	Cilindrillo	160.000	12.862	1.000	7.463	97.314	4.296	8.207
Bursera laxiflora	Torote prieto	52.000	4.180	0.800	5.970	206.757	9.127	6.426
Encelia farinosa	Flor de rocío	80.000	6.431	0.600	4.478	33.790	1.492	4.133
Jatropha cardiophylla	Sangre de grado	100.000	8.039	0.600	4.478	176.715	7.801	6.772
Mimosa distachya	Uña de gato	144.000	11.576	0.800	5.970	198.557	8.765	8.770
Olneya tesota	Palo fierro	44.000	3.537	1.000	7.463	251.925	11.121	7.373
Phaulothamnus spinescens	Bachata	24.000	1.929	0.400	2.985	18.850	0.832	1.915
Bursera microphylla	Torote	40.000	3.215	0.600	4.478	171.043	7.550	5.081
Jatropha cordata	Papelillo	64.000	5.145	1.000	7.463	67.637	2.986	5.198
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	20.000	1.608	0.800	5.970	1.924	0.085	2.554
Guaiacum coulteri	Árbol santo	20.000	1.608	0.400	2.985	26.547	1.172	1.922
Carnegiea gigantea	Saguaro	12.000	0.965	0.400	2.985	3.982	0.176	1.375
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	48.000	3.859	0.600	4.478	108.951	4.809	4.382
Parkinsonia microphylla	Palo verde	108.000	8.682	0.600	4.478	398.198	17.577	10.246
Adelia brandegeei	Pimientilla	56.000	4.502	0.600	4.478	78.191	3.452	4.144
Cochemiea sheldonii	Biznaga de Sheldon	56.000	4.502	0.400	2.985	0.110	0.005	2.497
Croton sonorae	Vara blanca	40.000	3.215	0.600	4.478	12.601	0.556	2.750
Neltuma velutina	Mezquite	4.000	0.322	0.200	1.493	28.274	1.248	1.021
Randia thurberi	Vara de cruz	32.000	2.572	0.600	4.478	64.340	2.840	3.297
Fouquieria splendens	Ocotillo	4.000	0.322	0.200	1.493	2.011	0.089	0.634
Opuntia gosseliniana	Nopal morado	24.000	1.929	0.200	1.493	42.412	1.872	1.765
Krameria bicolor	Chacate	8.000	0.643	0.200	1.493	25.133	1.109	1.082
		1244.000	**100.000**	**13.400**	**100.000**	**2265.410**	**100.000**	**100.000**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron tres especies: *Boerhavia xanti* (arañita de Xantus), *Boerhavia coccinea* (arbusto rojo) y *Senna covesii* (hoja de sen). La especie de mayor importancia ecológica fue *Boerhavia xanti*, con un **IVI** de 82.527. Esta especie registró una abundancia relativa de 94.340%, así como la mayor frecuencia relativa (60%) y la mayor dominancia relativa (93.240**%**). Los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

resultados indican que *B. xanti* constituye el principal componente estructural del estrato herbáceo en la **RE**, al concentrar la mayor proporción de individuos y de cobertura o dominancia estimada.

En contraste, *Boerhavia coccinea* presentó un **IVI** de 9.793, con una abundancia relativa de 4.717%, frecuencia relativa de 20% y dominancia relativa de 4.662%. Finalmente, *Senna covesii* registró el menor **IVI**, con un valor de 7.680, asociado con una abundancia relativa de 0.943%, una frecuencia relativa de 20% y una dominancia relativa de 2.098%. Su presencia fue puntual dentro del área evaluada y su contribución estructural resultó reducida.

En conjunto, el estrato herbáceo de la **RE** presenta una estructura florística simplificada y fuertemente dominada por *Boerhavia xanti*. La baja riqueza, diversidad y equidad son congruentes con una cobertura herbácea que puede responder de forma marcada a la estacionalidad de las lluvias, la disponibilidad temporal de humedad y las condiciones locales de suelo. Por tanto, la composición y abundancia de este estrato podrían variar entre periodos climáticos y años con diferente régimen de precipitación.

Tabla III.30. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	14285.714	94.340	0.600	60.000	112.200	93.240	82.527
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	714.286	4.717	0.200	20.000	5.610	4.662	9.793
Senna covesii	Hoja sen	142.857	0.943	0.200	20.000	2.525	2.098	7.680
		15142.857	100.000	1.000	100.000	120.335	100.000	100.000

- **Área de Influencia**

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron nueve especies. La especie de mayor importancia ecológica fue *Olneya tesota* (palo fierro), con un **IVI** de 28.441. Presentó la mayor abundancia relativa del estrato (26.087%), la mayor frecuencia relativa (23.077%) y la mayor dominancia relativa (36.159%), por lo que constituye el principal componente estructural arbóreo del **AI**.

Le siguieron *Parkinsonia florida* (palo verde azul), con un **IVI** de 15.347, y *Bursera fagaroides* (torote), con 11.106. *P. florida* aportó una dominancia relativa de 17.613%, una abundancia relativa de 13.043% y una frecuencia relativa de 15.385%. Por su parte, *B. fagaroides* presentó una abundancia relativa de 17.391%, frecuencia relativa de 7.692% y dominancia relativa de 8.233%. Ambas especies contribuyen de manera importante a la composición y estructura del componente arbóreo.

También destacan *Bursera microphylla* con un IVI de 10.979, *Neltuma velutina* (mezquite) con 9.585, y *Guaiacum coulteri* (árbol santo), con 9.063. En conjunto, estas especies aportan abundancia, frecuencia y cobertura relevantes al estrato arbóreo, aunque en menor proporción que el palo fierro.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las especies restantes (palo verde, cazahuate blanco y jaboncillo) registraron **IVI** de 4.611, 6.075 y 4.794, respectivamente, por lo que se consideran elementos de menor incidencia y contribución estructural dentro de los sitios evaluados.

En conjunto, el estrato arbóreo del **AI** presenta una estructura relativamente equilibrada, definida principalmente por *Olneya tesota*, *Parkinsonia florida* y especies de *Bursera*, con aportaciones complementarias de mezquite, árbol santo y otras especies de ocurrencia más puntual.

Tabla III.31. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Bursera fagaroides	Torote	16.000	17.391	0.200	7.692	176.715	8.233	11.106
Parkinsonia microphylla	Palo verde	4.000	4.348	0.200	7.692	38.485	1.793	4.611
Ipomoea arborescens	Cazahuate blanco	4.000	4.348	0.200	7.692	132.733	6.184	6.075
Parkinsonia florida	Palo verde azul	12.000	13.043	0.400	15.385	378.039	17.613	15.347
Olneya tesota	Palo fierro	24.000	26.087	0.600	23.077	776.106	36.159	28.441
Bursera microphylla	Torote	8.000	8.696	0.400	15.385	190.067	8.855	10.979
Fouquieria macdougalii	Jaboncillo	4.000	4.348	0.200	7.692	50.266	2.342	4.794
Neltuma velutina	Mezquite	8.000	8.696	0.200	7.692	265.465	12.368	9.585
Guaiacum coulteri	Árbol santo	12.000	13.043	0.200	7.692	138.492	6.452	9.063
		92.000	**100.000**	**2.600**	**100.000**	**2146.367**	**100.000**	**100.000**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 23 especies. La especie con mayor **IVI** fue *Bursera laxiflora* (torote prieto), con 11.534. Esta especie presentó una abundancia relativa de 9.756%, una frecuencia relativa de 9.756% y una dominancia relativa de 15.090%, por lo que constituye uno de los principales elementos estructurales del estrato arbustivo, particularmente por su contribución a la dominancia.

En un nivel de importancia semejante se encuentra *Olneya tesota* (palo fierro), con un IVI de 11.100, asociado con una abundancia relativa de 9.756%, una frecuencia relativa de 7.317% y la mayor dominancia relativa del estrato (16.228%). También destacan *Mimosa distachya* (uña de gato), con un **IVI** de 8.712, y *Jatropha cardiophylla* (sangre de grado), con 8.282. *M. distachya* presentó una abundancia relativa de 12.195%, mientras que *J. cardiophylla* registró 13.008%, el valor más alto de abundancia relativa en el estrato; ambas especies complementan de manera importante la estructura de la comunidad.

Otras especies con contribuciones relevantes fueron *Parkinsonia microphylla* (palo verde), con un **IVI** de 9.511; *Eysenhardtia polystachya* (vara de cruz), con 6.021; *Stenocereus thurberi* (pitayo dulce), con 6.217; y *Phaulothamnus spinescens* (bachata), con 5.298. La presencia de estas especies, junto con el resto de los taxa registrados, explica la diversidad media y la alta equidad del estrato arbustivo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las especies restantes presentaron **IVI** menores de 5, por lo que corresponden a elementos acompañantes o de incidencia puntual dentro del **AI**. Su presencia, aun cuando es menos relevante en términos de abundancia, frecuencia o dominancia, incrementa la riqueza específica y contribuye a la heterogeneidad florística de la comunidad.

En conjunto, el estrato arbustivo del **AI** está integrado por una asociación xerófila diversificada, sin dominancia absoluta de una especie. La estructura se distribuye entre especies como torote prieto, palo fierro, uña de gato, sangre de grado y palo verde, cuya contribución combinada define la fisonomía de la vegetación leñosa baja del área.

Tabla III.32. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Jatropha cardiophylla	64.000	13.008	0.600	7.317	57.191	4.522	8.282
Parkinsonia microphylla	40.000	8.130	0.400	4.878	196.350	15.524	9.511
Bursera laxiflora	48.000	9.756	0.800	9.756	190.852	15.090	11.534
Croton sonorae	28.000	5.691	0.600	7.317	14.074	1.113	4.707
Condea emoryi	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
Lycium berlandieri	8.000	1.626	0.400	4.878	6.927	0.548	2.351
Cylindropuntia thurberi	4.000	0.813	0.200	2.439	0.283	0.022	1.091
Parkinsonia florida	8.000	1.626	0.200	2.439	56.549	4.471	2.845
Mimosa distachya	60.000	12.195	0.600	7.317	83.776	6.624	8.712
Olneya tesota	48.000	9.756	0.600	7.317	205.251	16.228	11.100
Phaulothamnus spinescens	28.000	5.691	0.400	4.878	67.348	5.325	5.298
Randia thurberi	52.000	10.569	0.400	4.878	33.081	2.616	6.021
Jatropha cordata	16.000	3.252	0.400	4.878	19.635	1.552	3.228
Coursetia glandulosa	4.000	0.813	0.200	2.439	3.142	0.248	1.167
Lantana urticoides	4.000	0.813	0.200	2.439	28.274	2.235	1.829
Stenocereus thurberi	12.000	2.439	0.400	4.878	143.351	11.334	6.217
Encelia farinosa	32.000	6.504	0.400	4.878	20.358	1.610	4.331
Bursera microphylla	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
Adelia brandegeei	4.000	0.813	0.200	2.439	19.635	1.552	1.601
Cochemiea sheldonii	4.000	0.813	0.200	2.439	0.126	0.010	1.087
Lophocereus schottii	4.000	0.813	0.200	2.439	38.485	3.043	2.098
Krameria bicolor	12.000	2.439	0.200	2.439	58.905	4.657	3.178
Neltuma velutina	4.000	0.813	0.200	2.439	7.069	0.559	1.270
	492.000	**100.000**	**8.200**	**100.000**	**1264.799**	**100.000**	**100.000**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron cuatro especies: zacale, abrojo rojo, pasto buffel y arañita de Xantus. La especie con mayor importancia ecológica fue *Boerhavia xanti* (arañita de Xantus), con un **IVI** de 34.541. Esta especie presentó la mayor abundancia relativa del estrato (49.068%) y una frecuencia relativa de 33.333%; no obstante, su dominancia relativa fue de 21.222%, por lo que su contribución estructural se complementa con otras especies de mayor cobertura promedio.

Pasto buffel presentó el segundo **IVI** más alto, con 32.428, y registró la mayor dominancia relativa (55.876%) y una frecuencia relativa de 33.333%, aunque su abundancia relativa fue de 8.075%. Esto indica que, aun con menor número de individuos que *B. xanti*, el pasto buffel tiene una contribución importante a la cobertura y estructura del estrato herbáceo.

El abrojo rojo presentó un **IVI** de 22.164, con una abundancia relativa de 34.783%, frecuencia relativa de 16.667% y dominancia relativa de 15.044%. Por su parte, el zacale registró el menor **IVI**, con 10.866, asociado con una abundancia relativa de 8.075%, frecuencia relativa de 16.667% y dominancia relativa de 7.858%.

En conjunto, el estrato herbáceo del **AI** presenta baja diversidad y alta equidad, con una estructura definida principalmente por *Boerhavia xanti*, pasto buffel y abrojo rojo. La presencia y aportación del pasto buffel evidencia un componente de vegetación introducida o favorecida por disturbio.

Tabla III.33. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua diversispicula	Zacale	928.571	8.075	0.200	16.667	16.409	7.858	10.866
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	4000.000	34.783	0.200	16.667	31.416	15.044	22.164
Cenchrus ciliaris	Pasto buffel	928.571	8.075	0.400	33.333	116.688	55.876	32.428
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	5642.857	49.068	0.400	33.333	44.319	21.222	34.541
		11500.000	**100.000**	**1.200**	**100.000**	**208.832**	**100.000**	**100.000**

- **Área del Proyecto**

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron cuatro especies: *Parkinsonia microphylla* (palo verde), *Olneya tesota* (palo fierro), *Bursera microphylla* (torote) y *Jatropha cordata* (papelillo). La especie con mayor **IVI** fue *Parkinsonia microphylla* (palo verde), con un **IVI** de 43.787. Presentó la mayor abundancia relativa del estrato (47.368%) y la mayor dominancia relativa (47.630%), además de una frecuencia relativa de 36.364%, indicando que constituye el principal componente estructural del estrato arbóreo dentro del **AP**.

Le siguió *Olneya tesota* (palo fierro), con un **IVI** de 38.518. Esta especie presentó una abundancia relativa de 36.842%, la misma frecuencia relativa que el palo verde (36.364%) y una dominancia relativa de 42.348%. En consecuencia, el palo fierro representa el segundo componente estructural

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

más importante y, junto con el palo verde, concentra la mayor proporción de la abundancia y dominancia del estrato arbóreo.

Bursera microphylla (torote) presentó un **IVI** de 12.134, con una abundancia relativa de 10.526%, frecuencia relativa de 18.182% y dominancia relativa de 7.695%. Por su parte, *Jatropha cordata* (papelillo) registró el menor **IVI**, con 5.560, asociado con una abundancia relativa de 5.263%, una frecuencia relativa de 9.091% y una dominancia relativa de 2.327%. Ambas especies constituyen elementos acompañantes de menor incidencia dentro del componente arbóreo.

En conjunto, el estrato arbóreo del **AP** presenta una estructura dominada de forma compartida por *Parkinsonia microphylla* y *Olneya tesota*, especies propias de la vegetación xerófila de la región.

Tabla III.34. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbóreo

Especie	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta (m2/ha)	Relativa (%)	
Parkinsonia microphylla	Palo verde	36.000	47.368	0.800	36.364	787.582	47.630	43.787
Olneya tesota	Palo fierro	28.000	36.842	0.800	36.364	700.240	42.348	38.518
Bursera microphylla	Torote	8.000	10.526	0.400	18.182	127.235	7.695	12.134
Jatropha cordata	Papelillo	4.000	5.263	0.200	9.091	38.485	2.327	5.560
		76.000	**100.000**	**2.200**	**100.000**	**1653.541**	**100.000**	**100.000**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 18 especies. La especie con mayor importancia ecológica fue *Parkinsonia microphylla* (palo verde), con un **IVI** de 36.294. Esta especie presentó la mayor abundancia relativa (33.333%) y la mayor dominancia relativa (65.549%), además de una frecuencia relativa de 10 %. Su elevada dominancia indica que los individuos presentes aportan de manera importante a la cobertura del estrato arbustivo.

En segundo lugar se encuentra *Jatropha cardiophylla* (sangre de grado), con un **IVI** de 12.863. Esta especie presentó una abundancia relativa de 16.667%, frecuencia relativa de 12.500% y dominancia relativa de 9.424%. Le siguen *Bursera laxiflora* (torote prieto), con un **IVI** de 5.927; *Mimosa distachya* (uña de gato), con 5.476; *Encelia farinosa* (flor de rocío), con 5.029; y *Croton sonorae* (vara blanca), con 4.441. Estas especies contribuyen a la estructura y heterogeneidad del estrato, aunque en una proporción considerablemente menor que *P. microphylla*.

Las especies restantes presentaron **IVI** menores de 4, por lo que se consideran elementos acompañantes o de incidencia puntual dentro de los sitios evaluados.

En conjunto, el estrato arbustivo del **AP** presenta una comunidad dominada estructuralmente por *Parkinsonia microphylla* y complementada por *Jatropha cardiophylla, Bursera laxiflora, Mimosa distachya* y otras especies de ocurrencia menor. Esta estructura es consistente con comunidades xerófilas de ambientes áridos, en las que algunas especies leñosas concentran una proporción

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

importante de la cobertura, mientras que un conjunto de especies acompañantes incrementa la riqueza y complejidad florística del área.

Tabla III.35. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Parkinsonia microphylla	Palo verde	232.000	33.333	0.800	10.000	974.411	65.549	36.294
Jatropha cardiophylla	Sangre de grado	116.000	16.667	1.000	12.500	140.085	9.424	12.863
Encelia farinosa	Flor de rocío	40.000	5.747	0.600	7.500	27.367	1.841	5.029
Cochemiea sheldonii	Biznaga de Sheldon	8.000	1.149	0.400	5.000	0.192	0.013	2.054
Bursera laxiflora	Torote prieto	32.000	4.598	0.600	7.500	84.474	5.683	5.927
Randia thurberi	Vara de cruz	16.000	2.299	0.600	7.500	22.340	1.503	3.767
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
Guaiacum coulteri	Árbol santo	16.000	2.299	0.400	5.000	28.274	1.902	3.067
Krameria erecta	Mezquitillo	36.000	5.172	0.400	5.000	13.854	0.932	3.701
Olneya tesota	Palo fierro	8.000	1.149	0.400	5.000	19.242	1.294	2.481
Jatropha cordata	Papelillo	24.000	3.448	0.400	5.000	18.850	1.268	3.239
Adelia brandegeei	Pimientilla	20.000	2.874	0.200	2.500	10.053	0.676	2.017
Phaulothamnus spinescens	Bachata	12.000	1.724	0.400	5.000	15.928	1.071	2.599
Croton sonorae	Vara blanca	48.000	6.897	0.400	5.000	21.206	1.427	4.441
Mimosa distachya	Uña de gato	52.000	7.471	0.400	5.000	58.811	3.956	5.476
Bursera microphylla	Torote	8.000	1.149	0.400	5.000	9.818	0.660	2.270
Coursetia glandulosa	Palo dulce	20.000	2.874	0.200	2.500	35.343	2.378	2.584
Lycium berlandieri	Cilindrillo	4.000	0.575	0.200	2.500	3.142	0.211	1.095
		696.000	**100.000**	**8.000**	**100.000**	**1486.532**	**100.000**	**100.000**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron seis especies: *Bouteloua diversispicula* (zacale), *Boerhavia coulteri* (arañita de Coulter), *Euphorbia polycarpa* (alfombra de arena), *Boerhavia coccinea* (abrojo rojo), *Lagascea decipiens* (confiturilla grande) *y Boerhavia xanti* (arañita de Xantus).

La especie con mayor **IVI** fue *Lagascea decipiens* (confiturilla grande), con 24.073. Aunque su abundancia relativa fue de 1.724% y su frecuencia relativa de 14.286%, presentó la mayor dominancia relativa (56.209%) debido a su mayor cobertura promedio. Por ello, representa un componente relevante de la estructura física del estrato herbáceo, aun cuando su presencia fue puntual.

Le siguieron *Bouteloua diversispicula* (zacale), con un **IVI** de 23.837, y *Boerhavia coccinea* (abrojo rojo), con 21.201. Ambas especies registraron una abundancia relativa de 28.448%. El zacale presentó una frecuencia relativa de 28.571% y dominancia relativa de 14.491%, mientras que el

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

abrojo rojo registró una frecuencia relativa de 14.286% y dominancia relativa de 20.868%. Estas especies constituyen componentes relevantes por su abundancia y aporte a la estructura del estrato.

Boerhavia xanti (arañita de Xantus) presentó un **IVI** de 15.328 y la mayor abundancia relativa del estrato (29.310%); sin embargo, su contribución a la dominancia relativa fue de 2.389%, asociada con una cobertura promedio reducida. Por su parte, *Boerhavia coulteri* y *Euphorbia polycarpa* presentaron **IVI** de 7.810 y 7.751, respectivamente, por lo que se consideran especies acompañantes de menor aporte estructural.

En conjunto, el estrato herbáceo del **AP** presenta diversidad baja y equidad alta, con una estructura definida por la contribución diferenciada de especies abundantes, como *Boerhavia xanti, Bouteloua diversispicula y Boerhavia coccinea*, y especies de alta cobertura, como *Lagascea decipiens*.

Tabla III.36. 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 (m2/ha)	Relativa (%)	
Bouteloua diversispicula	Zacale	2357.143	28.448	0.400	28.571	28.927	14.491	23.837
Boerhavia coulteri	Arañita de Coulter	571.429	6.897	0.200	14.286	4.488	2.248	7.810
Euphorbia polycarpa	Alfombra de arena	428.571	5.172	0.200	14.286	7.574	3.794	7.751
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	2357.143	28.448	0.200	14.286	41.654	20.868	21.201
Lagascea decipiens	Confiturilla grande	142.857	1.724	0.200	14.286	112.200	56.209	24.073
Boerhavia xanti	Arañita de Xantus	2428.571	29.310	0.200	14.286	4.769	2.389	15.328
		8285.714	**100.000**	**1.400**	**100.000**	**199.611**	**100.000**	**100.000**

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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 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. Para el muestreo de herpetofauna y mamíferos se recorrieron 08 transectos lineales permanentes, con una longitud de 500 metros lineales c/u por 20 metros de ancho, de los cuales 2 se ubicaron en el AP, 3 en el AI y 3 en la RE.

Asimismo, para complementar el muestreo de mamíferos se colocaron 3 cámaras trampa (1 en **AP**, 1 en **AI** y 1 en **RE**) y 16 trampas Sherman en cada sitio. En cuanto a las aves, éstas fueron muestreadas a través de puntos de observación. En total, se realizaron 41 puntos de observación, de los cuales, 12 se hicieron en **AP**, 14 en **AI** y 15 en **RE.**

Finalmente, se menciona que los muestreos fueron realizados en una campaña, en la temporada de verano con lluvias, verano durante 03 días (28 al 30 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 las siguientes figuras y tablas se muestra la ubicación de los transectos, trampas y puntos de observación mediante los cuales se llevó a cabo el registro de la fauna silvestre en la **RE**, **AI** y **AP**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.50. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de herpetofauna

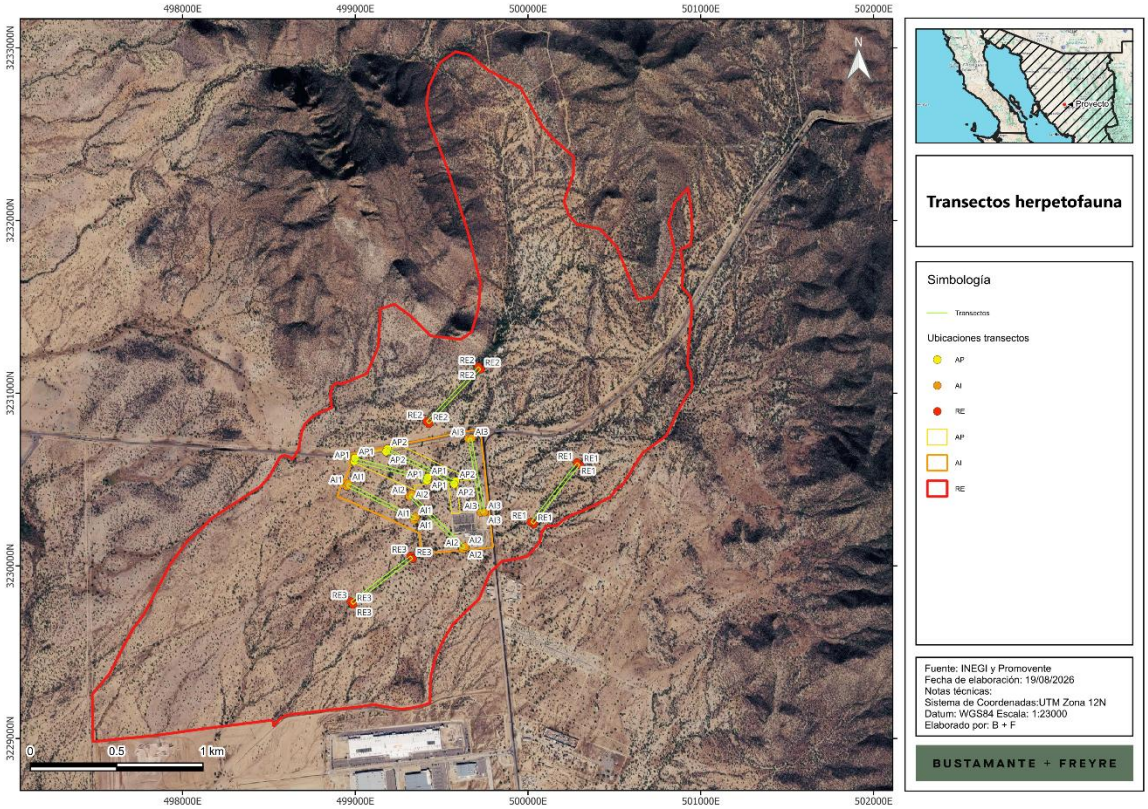


Tabla III.37. Coordenadas de los transectos de muestreo de herpetofauna

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AP	AP1	499420.131	3230512.857	12	R
AP	AP1	499415.057	3230493.599	12	R
AP	AP1	498992.988	3230604.804	12	R
AP	AP1	498998.062	3230624.063	12	R
AP	AP1	499420.131	3230512.857	12	R
AP	AP2	499178.646	3230660.784	12	R
AP	AP2	499187.201	3230678.769	12	R
AP	AP2	499581.108	3230491.389	12	R
AP	AP2	499572.553	3230473.404	12	R
AP	AP2	499178.646	3230660.784	12	R
AI	AI1	499349.639	3230282.896	12	R
AI	AI1	499340.723	3230265.087	12	R
AI	AI1	498950.694	3230460.347	12	R

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AI	AI1	498959.609	3230478.156	12	R
AI	AI1	499349.639	3230282.896	12	R
AI	AI2	499635.961	3230110.434	12	R
AI	AI2	499621.971	3230096.259	12	R
AI	AI2	499312.003	3230402.204	12	R
AI	AI2	499325.994	3230416.379	12	R
AI	AI2	499635.961	3230110.434	12	R
AI	AI3	499747.845	3230311.382	12	R
AI	AI3	499728.224	3230307.969	12	R
AI	AI3	499653.773	3230735.996	12	R
AI	AI3	499673.395	3230739.409	12	R
AI	AI3	499747.845	3230311.382	12	R
RE	RE1	500283.835	3230597.502	12	R
RE	RE1	500299.574	3230585.298	12	R
RE	RE1	500032.887	3230241.35	12	R
RE	RE1	500017.148	3230253.554	12	R
RE	RE1	500283.835	3230597.502	12	R
RE	RE2	499712.401	3231152.998	12	R
RE	RE2	499726.862	3231139.304	12	R
RE	RE2	499427.454	3230823.159	12	R
RE	RE2	499412.994	3230836.854	12	R
RE	RE2	499712.401	3231152.998	12	R
RE	RE3	498986.404	3229776.765	12	R
RE	RE3	498974.321	3229792.596	12	R
RE	RE3	499320.767	3230057.005	12	R
RE	RE3	499332.85	3230041.174	12	R
RE	RE3	498986.404	3229776.765	12	R

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.51. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de mamíferos

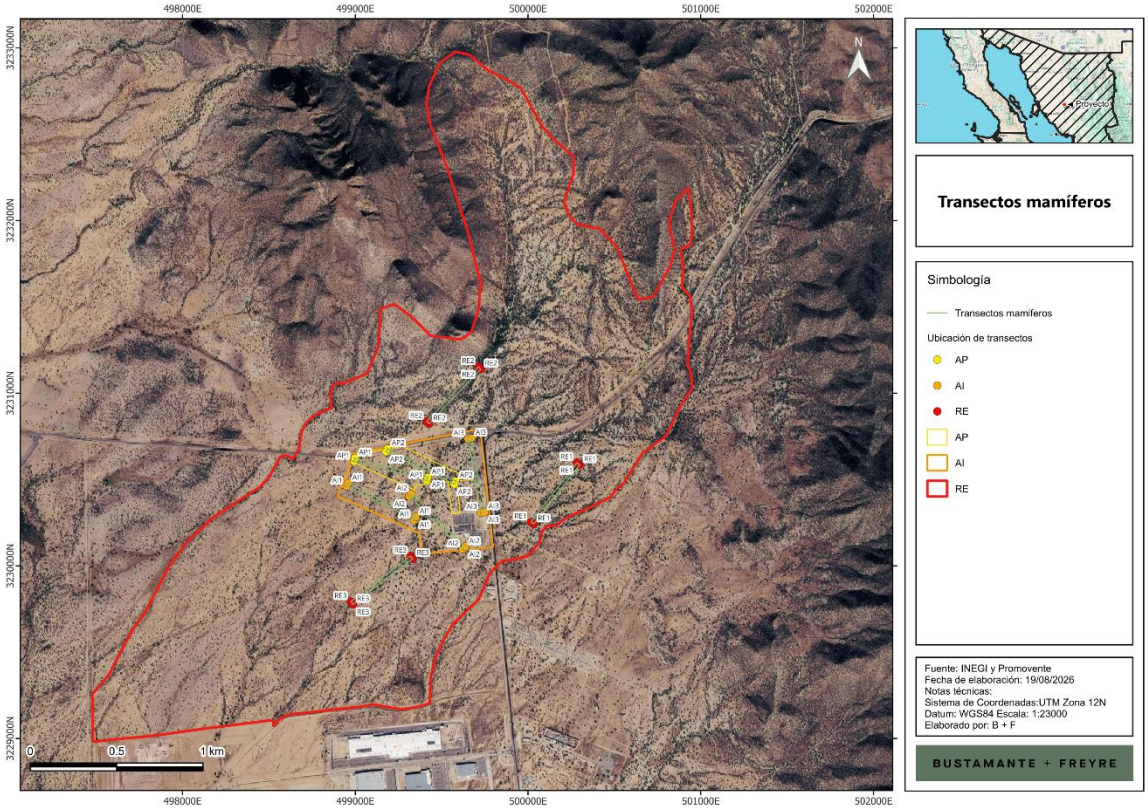


Tabla III.38. Coordenadas de los transectos para el muestreo de mamíferos

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AP	AP1	499420.131	3230512.857	12	R
AP	AP1	499415.057	3230493.599	12	R
AP	AP1	498992.988	3230604.804	12	R
AP	AP1	498998.062	3230624.063	12	R
AP	AP1	499420.131	3230512.857	12	R
AP	AP2	499178.646	3230660.784	12	R
AP	AP2	499187.201	3230678.769	12	R
AP	AP2	499581.108	3230491.389	12	R
AP	AP2	499572.553	3230473.404	12	R
AP	AP2	499178.646	3230660.784	12	R
AI	AI1	499349.639	3230282.896	12	R
AI	AI1	499340.723	3230265.087	12	R
AI	AI1	498950.694	3230460.347	12	R

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AI	AI1	498959.609	3230478.156	12	R
AI	AI1	499349.639	3230282.896	12	R
AI	AI2	499635.961	3230110.434	12	R
AI	AI2	499621.971	3230096.259	12	R
AI	AI2	499312.003	3230402.204	12	R
AI	AI2	499325.994	3230416.379	12	R
AI	AI2	499635.961	3230110.434	12	R
AI	AI3	499747.845	3230311.382	12	R
AI	AI3	499728.224	3230307.969	12	R
AI	AI3	499653.773	3230735.996	12	R
AI	AI3	499673.395	3230739.409	12	R
AI	AI3	499747.845	3230311.382	12	R
RE	RE1	500283.835	3230597.502	12	R
RE	RE1	500299.574	3230585.298	12	R
RE	RE1	500032.887	3230241.35	12	R
RE	RE1	500017.148	3230253.554	12	R
RE	RE1	500283.835	3230597.502	12	R
RE	RE2	499712.401	3231152.998	12	R
RE	RE2	499726.862	3231139.304	12	R
RE	RE2	499427.454	3230823.159	12	R
RE	RE2	499412.994	3230836.854	12	R
RE	RE2	499712.401	3231152.998	12	R
RE	RE3	498986.404	3229776.765	12	R
RE	RE3	498974.321	3229792.596	12	R
RE	RE3	499320.767	3230057.005	12	R
RE	RE3	499332.85	3230041.174	12	R
RE	RE3	498986.404	3229776.765	12	R

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.52. Plano de ubicación de las cámaras trampa

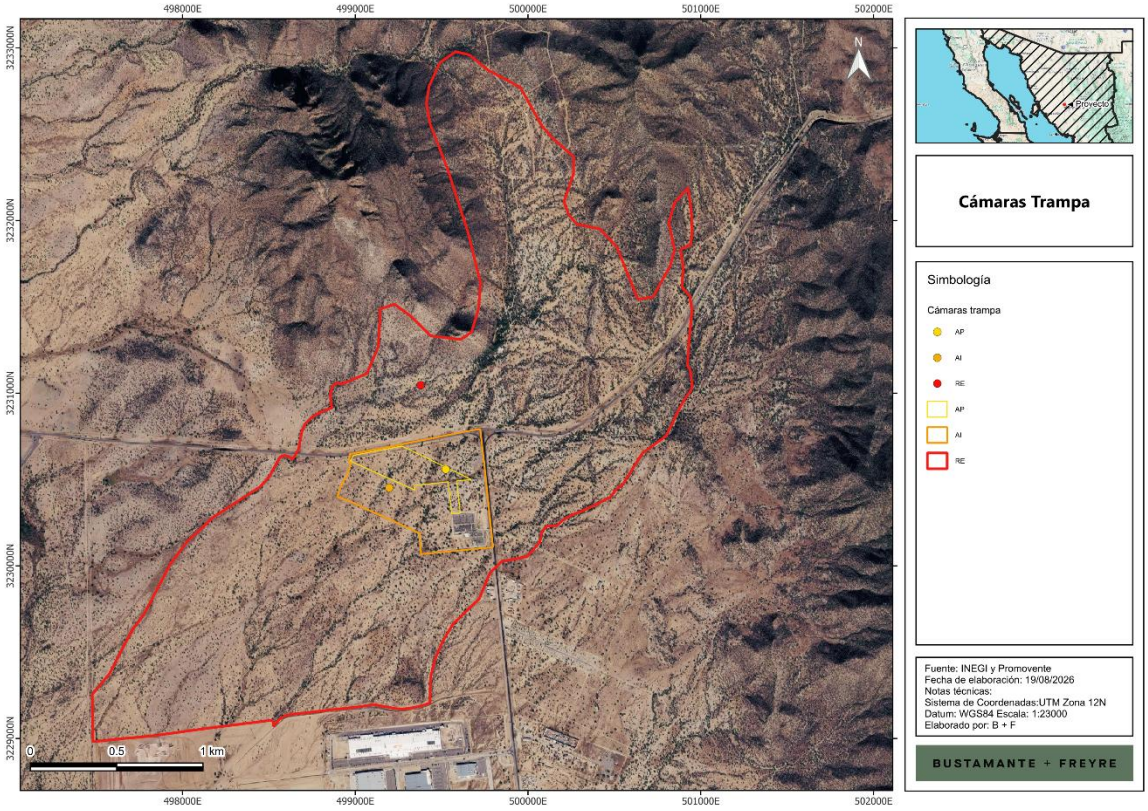


Tabla III.39. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampas

Área de Estudio	X	Y
AP	499524	3230559
AI	499197	3230452
RE	499379	3231046

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.53. Plano de ubicación de las trampas Sherman

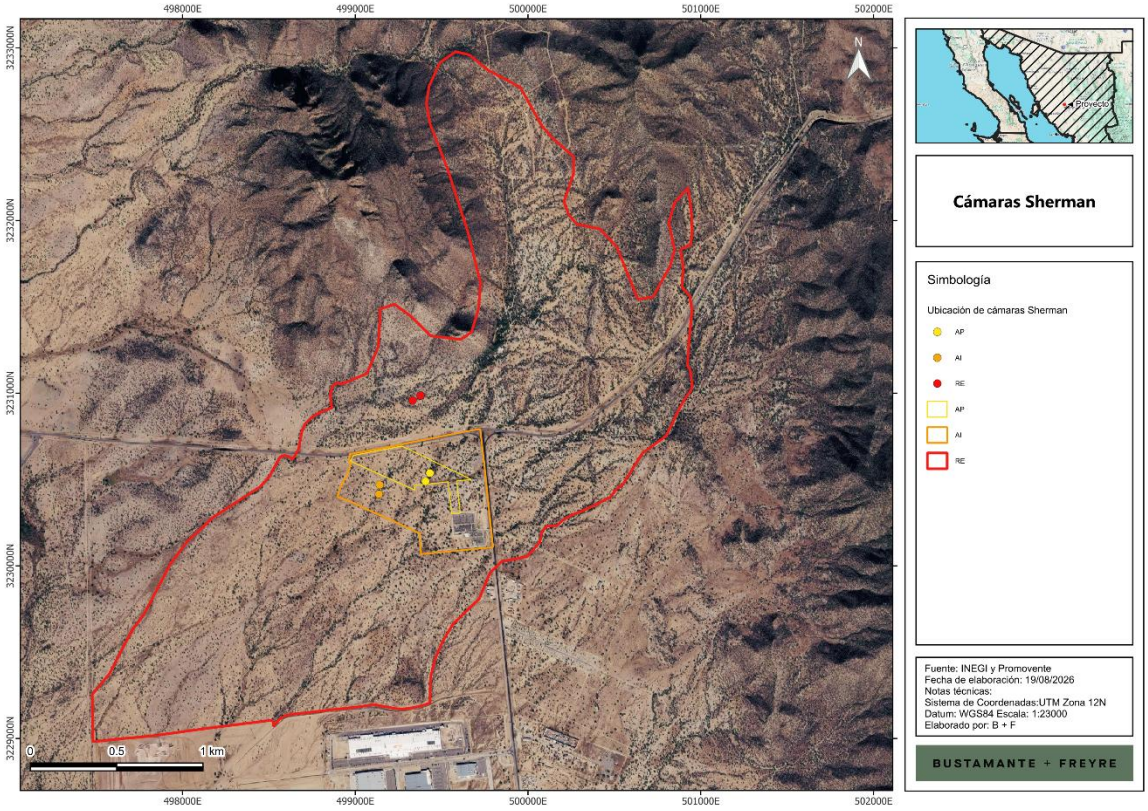


Tabla III.40. Coordenadas de las trampas Sherman

Área de Estudio	X	Y
AP Inicio	499407	3230489
AP Fin	499432	3230537
AI Inicio	499142	3230469
AI Fin	499137	3230415
RE Inicio	499378	3230986
RE Fin	499332	3230958

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.54. Plano de ubicación de los puntos de observación para aves

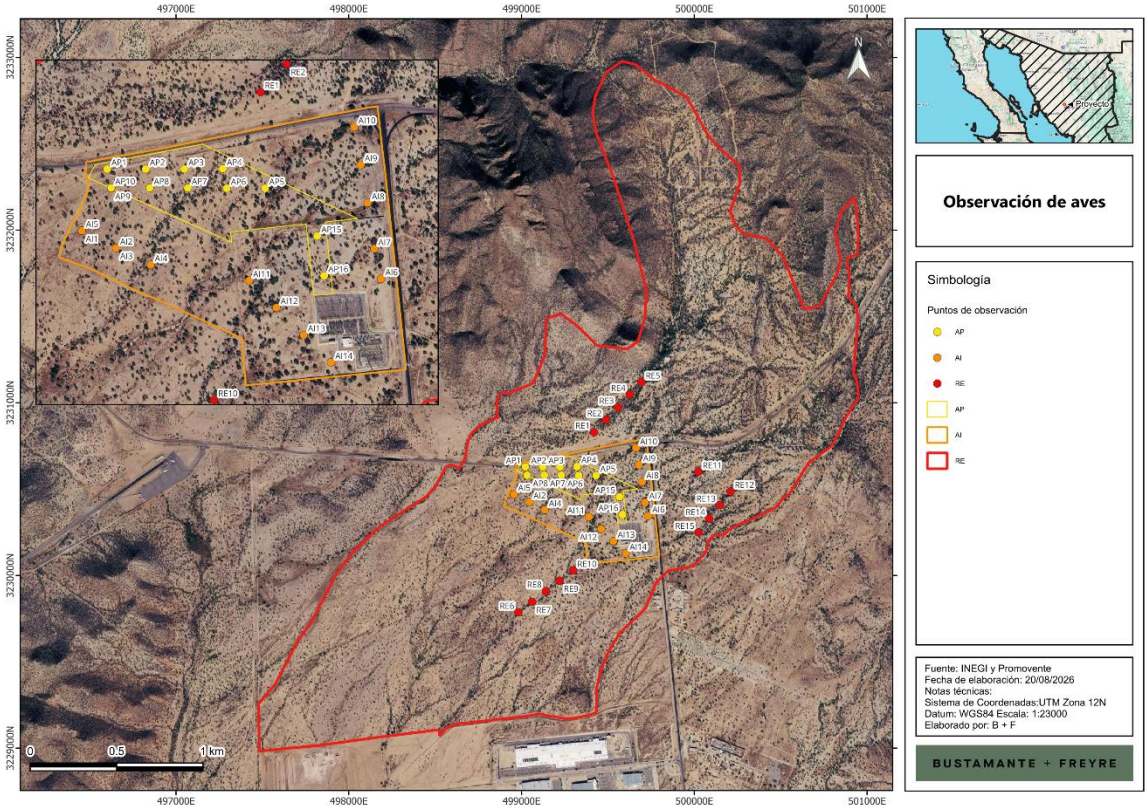


Tabla III.41. Coordenadas de ubicación de los putos de observación para aves

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AP	AP1	499022	3230629	12	N
AP	AP2	499122	3230629	12	N
AP	AP3	499222	3230629	12	N
AP	AP4	499322	3230630	12	N
AP	AP5	499432	3230579	12	N
AP	AP6	499332	3230579	12	N
AP	AP7	499231	3230580	12	N
AP	AP8	499132	3230580	12	N
AP	AP9	499032	3230579	12	N
AP	AP10	499032	3230580	12	N
AP	AP11	499567	3230455	12	N
AP	AP12	499585	3230352	12	N
AI	AI1	498956	3230469	12	N

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	Nombre clave	Longitud (X)	Latitud (Y)	LongZone	LatZone
AI	AI2	499045	3230424	12	N
AI	AI3	499045	3230424	12	N
AI	AI4	499135	3230380	12	N
AI	AI5	498956	3230469	12	N
AI	AI6	499733	3230344	12	N
AI	AI7	499715	3230422	12	N
AI	AI8	499698	3230541	12	N
AI	AI9	499680	3230640	12	N
AI	AI10	499663	3230738	12	N
AI	AI11	499390	3230339	12	N
AI	AI12	499461	3130269	12	N
AI	AI13	499532	3230198	12	N
AI	AI14	499603	3230127	12	N
RE	RE1	499420	3230829	12	N
RE	RE2	499488	3230902	12	N
RE	RE3	499558	3230973	12	N
RE	RE4	499626	3231048	12	N
RE	RE5	499694	3231120	12	N
RE	RE6	498982	3229786	12	N
RE	RE7	499061	3229847	12	N
RE	RE8	499141	3229908	12	N
RE	RE9	499220	3229969	12	N
RE	RE10	499299	3230029	12	N
RE	RE11	500024	3230600	12	N
RE	RE12	500210	3230486	12	N
RE	RE13	500149	3230407	12	N
RE	RE14	500087	3230328	12	N
RE	RE15	500026	3230249	12	N

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,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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. 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)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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).

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:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.42. Resumen de las características de las especies de fauna identificadas en el listado potencial

Característica	Registro potencial
Número de especies, familias y órdenes	105 especies, 45 familias y 19 órdenes (3 anfibios, 73 aves, 7 mamíferos y 23 reptiles)
Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**	7 especies listadas como protección especial (Pr) y 5 como amenazadas (A)
Especies listadas en **CITES**	15 especies listadas en el Apéndice II y 1 especie en el Apéndice I
Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN**	102 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 2 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 1 no evaluada
Distribución de las especies	1especie identificada como exótica invasora
Endemismo	2 especies identificadas como endémicas, 1 especie cuasiendémica, 1 exótica-invasora y 8 semiendémicas
Categoría de residencia para aves	8 especies migratorias en inverno; 2 especies migratorias en invierno y verano; 1 especie migratoria en invierno y verano, transitoria; 1 migratoria en invierno – transitoria; 2 migratorias en verano, transitorias; 31 residentes; 21 residentes migratorias en inverno; 4 residentes, migratorias en invierno y verano; 1 residente migratoria en invierno y verano, transitoria; 2 residentes migratorias en verano

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

Listado faunístico

En total se obtuvieron 260 registros de 45 especies dentro de la **RE, AI** y **AP**. De este total, 111 registros con 33 especies corresponden a la **RE,** 79 registros con 29 especies corresponden al **AI** y 70 registros con 29 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.43. Listado de fauna registrada en la **RE, AI** y **AP**

Clase	Orden	Familia	Género	Nomenclatura binomial	Nombre común	Estado de conservación			Distribución		Endemismo	Área de registro		
						NOM-059	IUCN	CITES	Nativa	Exótica		AP	AI	RE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*Buteo jamaicensis*	Halcón cola roja		LC	II	X			X		X
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordelis*	*Chordelis acutipennis*	Chotacabras menor		LC		X				X	X
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathrathes*	*Cathrathes aura*	Zopilote Aura		LC		X			X	X	X
			Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote Negro		LC		X			X		
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Tortolita		LC		X			X		X
			Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca		LC		X			X	X	X
			Zenaida	*Zenaida macruora*	Huilota		LC		X			X	X	
	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*Falco sparverius*	Cernícalo		LC	II	X				X	X
	Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla*	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel		LC		X				X	
	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis*	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño		LC		X			X	X	X
			Cardinalis	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal del desierto		LC		X			X	X	X
			Passerina	*Passerina versicolor*	Colorin morado		LC		X			X	X	X
			Pheucticus	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo		LC		X				X	
		Corvidae	*Corvus*	*Corvus corax*	Cuervo		LC		X			X		
		Fringillidae	*Haemorus*	*Haemorus mexicanus*	Gorrión mexicano		LC		X			X	X	
		Icteridae	*Icterus*	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		LC		X			X		
			Molothrus	*Molothrus ater*	Vaquerito cabeza café		LC		X				X	
		Mimidae	*Mimus*	*Mimus polyglottos*	Cenzontle		LC		X					X
			Toxostoma	*Toxostoma bendirei*	Cuicacoche pico corto		VU		X			X		X

Clase	Orden	Familia	Género	Nomenclatura binomial	Nombre común	Estado de conservación			Distribución		Endemismo	Área de registro		
						NOM-059	IUCN	CITES	Nativa	Exótica		AP	AI	RE
			Toxostoma	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo		LC		X			X	X	X
		Passerellidae	*Melozone*	*Melozone fusca*	Rascador viejita		LC		X					X
			Peucaea	*Peucaea carpalis*	Zacatonero hombros canela		LC		X			X	X	X
		Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto		LC		X			X	X	X
		Remizidae	*Auriparus*	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo		LC		X			X	X	X
		Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		LC		X			X	X	
			Catherpes	*Catherpes mexicanus*	Cucarachero barranquero		LC		X			X		
		Tyrannidae	*Myiarchus*	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas garganta ceniza		LC		X				X	X
			Tyrannus	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido		LC						X	X
	Piciformes	Picidae	*Colaptes*	*Colaptes chrysoides*	Carpintero de pechera del Noroeste		LC		X			X	X	X
			Dryobates	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		LC		X					X
			Melanerpes	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero de Gila		LC		X			X	X	X
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Canis*	*Canis latrans*	Coyote		LC		X			X		X
		Felidae	*Lynx*	*Lynx rufus*	Lince		LC	II	X					X
		Heteromyidae	*Urocyon*	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris		LC		X					X
	Cetartiodactyla	Cervidae	*Odocoileus*	*Odocoileus hemionus*	Venado bura		LC		X			X	X	X
		Tayassuidae	*Dicotyles*	*Dicotyles tajacu*	Pecarí norteño		LC	II	X					X
	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus*	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico		LC		X			X	X	
			Perognathus	*Perognathus amplus*	Ratón de abazones de Arizona		LC		X					X
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx*	*Coleonyx variegatus*	Geco bandeado del Noroeste	Pr	LC		X			X	X	X

Clase	Orden	Familia	Género	Nomenclatura binomial	Nombre común	Estado de conservación			Distribución		Endemismo	Área de registro		
						NOM-059	IUCN	CITES	Nativa	Exótica		AP	AI	RE
		Iguanidae	*Dipsosaurus*	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana de desierto		LC		X				X	
		Phrynosomatidae	*Callisaurus*	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera	A	LC		X			X	X	X
			Phrynosoma	*Phrynosoma solare*	Camaleón real		LC	II	X					X
			Urosaurus	*Urosaurus ornatus*	Lagartija norteña de árbol		LC		X			X	X	X
		Teiidae	*Aspidoscelis*	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora		LC		X			X	X	X
			Aspidoscelis	*Aspidoscelis tigris*	Huico occidental		LC		X			X	X	X
											Riqueza	29	29	33

*Categoría de riesgo según la NOM-059-SERMARNAT-2010: Pr, Protección especial; A, amenazada.

**Categoría de riesgo según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: LC, Fuera de peligro; VU, vulnerable

Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla anterior, se registraron 2 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación. En cuanto a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), se destaca una especie en la categoría de vulnerable (VU). Finalmente, con relación al CITES, hay 5 especies consideradas en el Apéndice II.

Tabla III.44. Especies registradas en campo que se encuentran en algún instrumento de protección

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Halcón cola roja		LC	II
	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo		LC	II
	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma bendirei*	Cuicacoche pico corto		VU	
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince		LC	II
	Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí norteño		LC	II
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx variegatus*	Geco bandeado del Noroeste	Pr	LC	
		Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera	A	LC	
			Phrynosoma solare	Camaleón real		LC	II

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.

Las curvas de acumulación se presentan en el **Anexo III.4 Memorias Cálculo Diversidad de Fauna.**

La curva de acumulación muestra que la riqueza faunística estimada aumenta de manera continua conforme se incrementa el número de sitios evaluados. La riqueza pasa de aproximadamente 4 especies en el primer sitio a cerca de 45 especies al incorporar alrededor de 44 sitios.

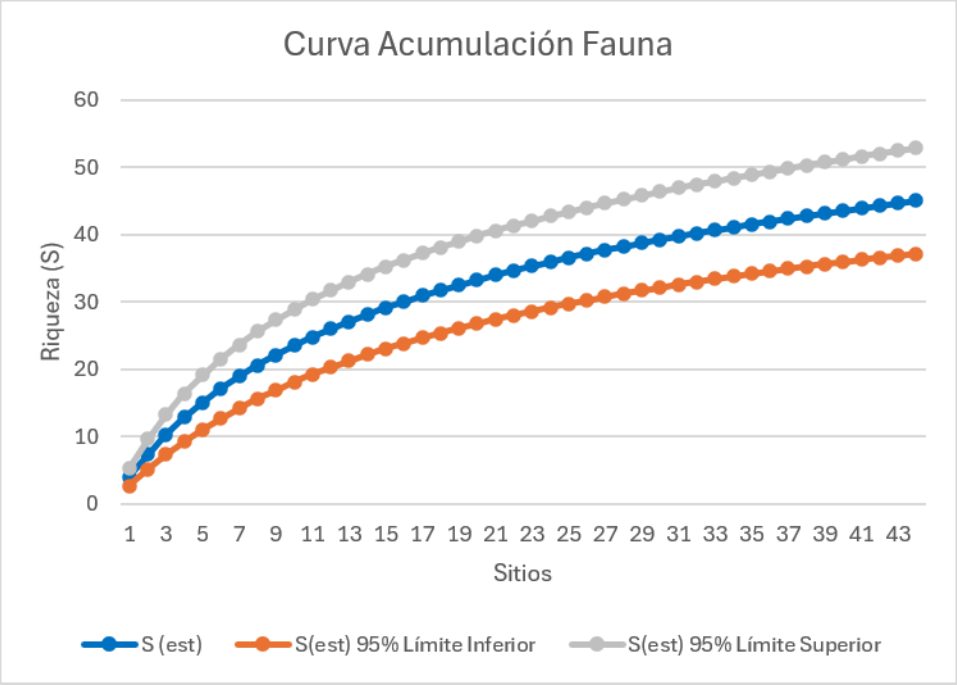
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El incremento es más pronunciado durante los primeros sitios, particularmente hasta aproximadamente los sitios 10 a 15, lo que indica una rápida incorporación de especies frecuentes. Posteriormente, la pendiente disminuye progresivamente; no obstante, la curva continúa en ascenso al final del esfuerzo de muestreo y no alcanza una asíntota claramente definida. Esto indica que podrían registrarse especies adicionales, particularmente especies poco frecuentes, de distribución restringida, con actividad estacional o de baja detectabilidad.

Los límites de confianza al 95% se mantienen alrededor de la riqueza estimada. Hacia el final del muestreo, la riqueza estimada se aproxima a 45 especies, con un límite inferior cercano a 37 especies y un límite superior próximo a 53 especies. La amplitud del intervalo evidencia incertidumbre asociada con la variabilidad de los registros

En consecuencia, el muestreo realizado permite caracterizar adecuadamente las especies frecuentes y establecer una línea base faunística útil para la evaluación ambiental.

Figura III.55. Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo)



La gráfica compara la riqueza estimada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2. Al final del esfuerzo de muestreo, la riqueza registrada se aproxima a 45 especies, mientras que Chao 1 estima aproximadamente 56 especies y Chao 2 alrededor de 65 especies.

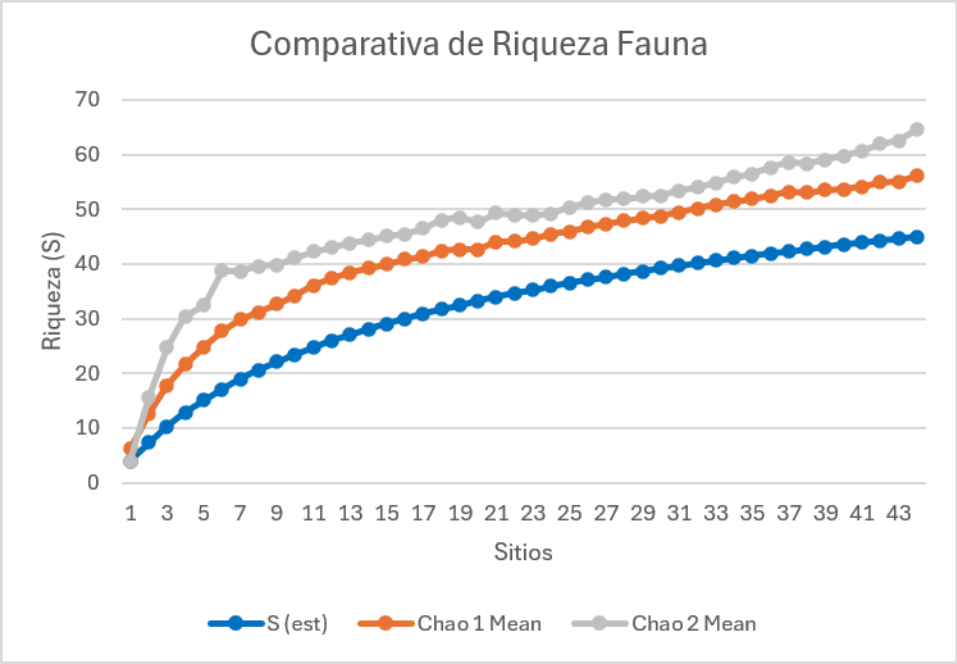
La diferencia entre la riqueza observada y las estimaciones indica que existe una proporción potencial de especies no registradas. Con base en Chao 1, el inventario habría recuperado aproximadamente 80% de la riqueza esperada; con base en Chao 2, la representatividad sería cercana a 69%. Ambas estimaciones sugieren que el esfuerzo fue suficiente para registrar una parte sustancial de la fauna detectable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Chao 2 presenta valores superiores a Chao 1 durante casi todo el periodo de muestreo y un incremento hacia los últimos sitios. Esta divergencia es consistente con la presencia de especies con baja incidencia, registradas en uno o pocos sitios, y sugiere heterogeneidad espacial en los registros faunísticos.

En conjunto, las dos gráficas respaldan que el diseño de muestreo proporciona una base sólida para la caracterización y comparación de la fauna registrada, así como para identificar especies frecuentes y componentes principales de la comunidad.

Figura III.56. 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 45 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 56.1, lo que se traduce en un índice de representatividad del 80.21%. 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, sin embargo, se sugiere la presencia potencial de especies registradas en uno o pocos sitios, así como especies con baja detectabilidad, ocurrencia temporal o movilidad amplia.

Tabla III.45. Índice de representatividad de fauna

Parámetro	Valor
Riqueza específica Observada	45
Riqueza específica esperada (chao 1)	56.1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Parámetro	Valor
Índice de representatividad (%)	80.21

Riqueza y abundancia

Riqueza

La riqueza total fue de 45 especies (31 aves, 7 mamíferos y 7reptiles). En la **RE** la riqueza obtenida fue de 33 especies, en el **AI** de 29 especies y en el **AP** de 29 especies.

Abundancia

Dentro del **AP** se registró la presencia de 70 individuos de 21 especies de aves, 3 de mamíferos y 5 de reptiles, siendo las especies con mayor abundancia: *Campylorhynchus brunneicapillus* con 06 individuos y *Cardinalis cardinales* con 4 individuos en el caso de las aves; *Chaetodipus penicillatus* con 10 individuos para el caso de los mamíferos y *Aspidocelis tigris* con 5 individuos para los reptiles. En el **AI** se registraron 79 individuos de 29 especies, aquellas con mayor abundancia fueron *Zenaida asiática* con 10 individuos para las aves; *Chaetodipus penicillatus* con 04 individuos para los mamíferos y *Aspidocelis sonorae* con 8 individuos para los reptiles. Finalmente, en la **RE** se registraron 111 individuos distribuidos en 33 especies, las especies más abundantes fueron *Zenaida asiatica* y *Cathartes aura,* con 12 y 11 individuos respectivamente para las aves; Urocyon cinereoargenteus, Odocoileus hemionus y Dicotyles tajacu con dos individuos cada una para el caso de los mamíferos; y *Callisaurus draconoides* y *Aspidocelis tigris* con cuatro individuos cada una para los reptiles.

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.46. 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	*Buteo jamaicensis*	1	0.022	0	0.000	2	0.022	3	0.016
Aves	*Chordeiles acutipennis*	0	0.000	1	0.018	4	0.045	5	0.026
Aves	*Cathartes aura*	2	0.044	3	0.055	11	0.124	16	0.085
Aves	*Coragyps atratus*	1	0.022	0	0.000	0	0.000	1	0.005
Aves	*Columbina inca*	1	0.022	0	0.000	3	0.034	4	0.021
Aves	*Zenaida asiatica*	2	0.044	16	0.291	12	0.135	30	0.159
Aves	*Zenaida macruora*	1	0.022	3	0.055	0	0.000	4	0.021
Aves	*Falco sparverius*	0	0.000	1	0.018	1	0.011	2	0.011
Aves	*Callipepla gambelii*	0	0.000	1	0.018	0	0.000	1	0.005

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clase	Especie	AP		AI		RE		Total general	
		Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR
Aves	*Cardinalis cardinalis*	4	0.089	1	0.018	8	0.090	13	0.069
Aves	*Cardinalis sinuatus*	2	0.044	1	0.018	1	0.011	4	0.021
Aves	*Passerina versicolor*	1	0.022	1	0.018	1	0.011	3	0.016
Aves	*Pheucticus melanocephalus*	0	0.000	1	0.018	0	0.000	1	0.005
Aves	*Corvus corax*	1	0.022	0	0.000	0	0.000	1	0.005
Aves	*Haemorus mexicanus*	5	0.111	2	0.036	0	0.000	7	0.037
Aves	*Icterus cucullatus*	1	0.022	0	0.000	0	0.000	1	0.005
Aves	*Molothrus ater*	0	0.000	1	0.018	0	0.000	1	0.005
Aves	*Mimus polyglottos*	0	0.000	0	0.000	1	0.011	1	0.005
Aves	*Toxostoma bendirei*	2	0.044	0	0.000	2	0.022	4	0.021
Aves	*Toxostoma curvirostre*	1	0.022	1	0.018	5	0.056	7	0.037
Aves	*Melozone fusca*	0	0.000	0	0.000	1	0.011	1	0.005
Aves	*Peucaea carpalis*	3	0.067	3	0.055	4	0.045	10	0.053
Aves	*Polioptila melanura*	3	0.067	2	0.036	7	0.079	12	0.063
Aves	*Auriparus flaviceps*	3	0.067	5	0.091	6	0.067	14	0.074
Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus*	6	0.133	6	0.109	8	0.090	20	0.106
Aves	*Catherpes mexicanus*	1	0.022	0	0.000	0	0.000	1	0.005
Aves	*Myiarchus cinerascens*	0	0.000	3	0.055	2	0.022	5	0.026
Aves	*Tyrannus verticalis*	0	0.000	1	0.018	1	0.011	2	0.011
Aves	*Colaptes chrysoides*	3	0.067	1	0.018	1	0.011	5	0.026
Aves	*Dryobates scalaris*	0	0.000	0	0.000	2	0.022	2	0.011
Aves	*Melanerpes uropygialis*	1	0.022	1	0.018	6	0.067	8	0.042
Subtotal aves		45	1	55	1	89	1	189	1
Mammalia	*Canis latrans*	1	0.077	0	0.000	1	0.111	2	0.074
Mammalia	*Lynx rufus*	0	0.000	0	0.000	1	0.111	1	0.037
Mammalia	*Urocyon cinereoargenteus*	0	0.000	0	0.000	2	0.222	2	0.074
Mammalia	*Odocoileus hemionus*	2	0.154	1	0.200	2	0.222	5	0.185
Mammalia	*Dicotyles tajacu*	0	0.000	0	0.000	2	0.222	2	0.074
Mammalia	*Chaetodipus penicillatus*	10	0.769	4	0.800	0	0.000	14	0.519
Mammalia	*Perognathus amplus*	0	0.000	0	0.000	1	0.111	1	0.037
Subtotal mammalia		13	1	5	1	9	1	27	1
Reptilia	*Coleonyx variegatus*	1	0.083	2	0.105	1	0.111	4	0.091
Reptilia	*Dipsosaurus dorsalis*	0	0.000	1	0.053	0	0.000	1	0.023
Reptilia	*Callisaurus draconoides*	2	0.167	2	0.105	4	0.308	8	0.182
Reptilia	*Phrynosoma solare*	0	0.000	0	0.000	1	0.077	1	0.023
Reptilia	*Urosaurus ornatus*	1	0.083	2	0.105	1	0.077	4	0.091
Reptilia	*Aspidoscelis sonorae*	3	0.250	8	0.421	2	0.154	13	0.295

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clase	Especie	AP		AI		RE		Total general	
		Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR	Ab	AR
Reptilia	*Aspidoscelis tigris*	5	0.417	4	0.211	4	0.308	13	0.295
Subtotal reptilia		12	1	19	1.000	13	1.034	44	1
Total		**70**	**1**	**79**	**1**	**111**	**1**	**260**	**1**

Diversidad de Shannon-Wienner y equitatividad de Pielou

Los resultados muestran una comunidad faunística integrada por **45 especies y 260 individuos registrados**, con predominio numérico de las aves (189 individuos), seguidos por reptiles (44) y mamíferos (27). La **RE** concentra el mayor número de individuos registrados (111), seguido por el **AI** (79) y el **AP** (70). La mayor riqueza total se registra en la **RE**, con presencia de especies de los tres grupos faunísticos.

Aves

Se registraron 21 especies de aves y un total de 189 individuos en el área de estudio. Los registros se concentraron en la **RE** (89 individuos), seguido por el **AI** (55 individuos) y el **AP** (45 individuos).

La **RE** presentó una riqueza de 29 especies y un índice de Margalef de 5.254. La diversidad de Shannon-Wiener fue de 2.85, la dominancia de Simpson de 0.069 y la equitatividad de Pielou de 0.936. En conjunto, estos valores indican una comunidad faunística con riqueza específica relativamente alta, diversidad elevada y una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas, sin evidencia de dominancia marcada por parte de una sola especie.

En el **AI** se registraron 29 especies y 55 individuos, con un índice de Margalef de 4.991, diversidad de Shannon-Wiener de 2.569, dominancia de Simpson de 0.123 y equitatividad de Pielou de 0.844. Estos resultados indican una comunidad faunística con riqueza específica relativamente alta, diversidad media y una distribución de abundancias relativamente homogénea entre las especies registradas. No obstante, el valor de dominancia de Simpson, mayor que el obtenido para la **RE** y el **AP**, sugiere una mayor concentración relativa de individuos en algunas especies, aunque sin que se observe una dominancia extrema por parte de una sola especie.

En el **AP** se registraron 29 especies y 45 individuos, con un índice de Margalef de 5.254, diversidad de Shannon-Wiener de 2.85, dominancia de Simpson de 0.069 y equitatividad de Pielou de 0.936. Estos resultados indican una comunidad faunística con riqueza específica relativamente alta, diversidad media y una distribución de abundancias altamente homogénea entre las especies registradas.

A escala del Área de Estudio, se registraron las 45 especies y los 189 individuos. El índice de Margalef fue de **5.723**, la diversidad de Shannon-Wiener de 2.97, la dominancia de Simpson de 0.070 y la equitatividad de Pielou de 0.865. En conjunto, estos resultados indican una comunidad faunística con riqueza específica relativamente alta y diversidad media, integrada por un número importante de especies y una distribución de abundancias relativamente homogénea.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.47. Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Aves	Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	6	5	3	14
2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Halcón cola roja	2	0	1	3
3	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	8	6	6	20
4	Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel	0	1	0	1
5	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	6	1	4	11
6	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal del desierto	2	1	2	5
7	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Cucarachero barranquero	0	0	1	1
8	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	11	3	2	16
9	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	4	1	0	5
10	Aves	Piciformes	Picidae	*Colaptes chrysoides*	Carpintero de pechera del Noroeste	1	1	3	5
11	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita	3	0	1	4
12	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Negro	0	0	1	1
13	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo	0	0	1	1
14	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	2	0	0	2
15	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	1	1	0	2
16	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorus mexicanus*	Gorrión mexicano	0	2	5	7
17	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	0	0	1	1
18	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	1	0	0	1
19	Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero de Gila	6	1	1	8
20	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	1	0	0	1
21	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Vaquerito cabeza café	0	1	0	1
22	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas garganta ceniza	2	3	0	5
23	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorin morado	1	1	1	3
24	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea carpalis*	Zacatonero hombros canela	5	3	3	11
25	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	0	1	0	1
26	Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto	7	2	3	12
27	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma bendirei*	Cuicacoche pico corto	2	0	2	4
28	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	5	1	1	7
29	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	1	1	0	2
30	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	12	16	2	30
31	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macruora*	Huilota	0	3	1	4
Número total de individuos (N)						89	55	45	189

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						33	29	29	45
Índice de Margalef						4.678	4.991	5.254	5.723
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.07411	0.123	0.069	0.070
Índice de Shannon-Wiener						2.797	2.569	2.85	2.97
Índice de Equitatividad de Pielou (J´)						0.905	0.844	0.936	0.865

Mamíferos

Se registraron siete especies de mamíferos y un total de 27 individuos en el Área de Estudio. Los registros se distribuyeron principalmente Enel **AP**, donde se documentaron 13 individuos y tres especies; el **AI** concentró 5 individuos y dos especies, mientras que en el **AP** se registraron 9 individuos correspondientes a seis especies.

La **RE** presentó una riqueza de 6 especies, un índice de Margalef de 2.276, diversidad de Shannon-Wiener de 1.735, dominancia de Simpson de 0.185 y equitatividad de Pielou de 0.968. En conjunto, estos valores indican una comunidad con riqueza específica baja y diversidad baja a media. La equidad alta muestra que los registros se distribuyen de manera relativamente homogénea entre las especies presentes; sin embargo, el valor de dominancia de Simpson indica que algunas especies concentran una proporción mayor de los individuos, sin evidenciar una dominancia extrema de una sola especie.

En el **AI** se registraron dos especies y 5 individuos. El índice de Margalef fue de 0.621, la diversidad de Shannon-Wiener de 0.500, la dominancia de Simpson de 0.680 y la equitatividad de Pielou de 0.722. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja y diversidad baja a media, con una distribución de abundancias relativamente homogénea entre las especies registradas. Aunque la equidad es ligeramente menor que la registrada en la **RE**, el valor de Simpson no refleja una dominancia extrema de una sola especie.

En el **AP** se registraron tres especies y 13 individuos. El índice de Margalef fue de 0.780, la diversidad de Shannon-Wiener de 0.687, la dominancia de Simpson de 0.621 y la equitatividad de Pielou de 0.625. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica y diversidad bajas. La equidad relativamente baja y el valor elevado de dominancia de Simpson señalan una distribución desigual de los individuos entre las especies registradas, con una mayor concentración de registros en una de ellas. Por tanto, la estructura de la comunidad en el **AP** presenta una dominancia más marcada que la observada en la **RE** y el **AI**.

A escala del Área de Estudio, el índice de Margalef fue de 1.820, la diversidad de Shannon-Wiener de 1.475, la dominancia de Simpson de 0.322 y la equitatividad de Pielou de 0.758.Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad de Pielou muestra una distribución de abundancias relativamente homogénea, aunque

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

menos uniforme que en comunidades con valores cercanos a 1. Por su parte, la dominancia de Simpson evidencia que una o algunas especies concentran una proporción mayor de los individuos registrados, pero sin presentar una dominancia extrema. En conjunto, la comunidad presenta una estructura moderadamente equilibrada, con diferencias apreciables en la abundancia relativa de las especies.

Tabla III.48. Índices de diversidad estimados para el grupo de los mamíferos

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Mammalia	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	1	0	1	2
2	Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	0	4	10	14
3	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí norteño	2	0	0	2
4	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince	1	0	0	1
5	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	2	1	2	5
6	Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus amplus*	Ratón de abazones de Arizona	1	0	0	1
7	Mammalia	Carnivora	Heteromyidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	2	0	0	2
Número total de individuos (N)						9	5	13	27
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						6	2	3	7
Índice de Margalef						2.276	0.621	0.780	1.820
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.185	0.680	0.621	0.322
Índice de Shannon-Wiener						1.735	0.500	0.687	1.475
Índice de Equitatividad de Pielou (J´)						0.968	0.722	0.625	0.758

Reptiles

Se registraron siete especies de reptiles y un total de 44 individuos en el Área de Estudio. Los registros se concentraron principalmente en el **AI**, con 19 individuos y 6 especies; la **RE** registró 13 individuos y 6 especies, mientras que en el **AP** se documentaron 12 individuos correspondientes a 5 especies.

La **RE** presentó una riqueza de seis especies, un índice de Margalef de 1.949, diversidad de Shannon-Wiener de 1.605, dominancia de Simpson de 0.231 y equitatividad de Pielou de 0.896. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad alta refleja que los individuos se distribuyen de manera relativamente homogénea entre las especies registradas. Asimismo, el valor bajo de dominancia de Simpson indica que no existe una concentración marcada de individuos en una sola especie, aunque algunas pueden presentar abundancias ligeramente mayores. En conjunto, la **RE** presenta una estructura comunitaria relativamente equilibrada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En el **AI** se registraron seis especies y 19 individuos. El índice de Margalef fue de 1.698, la diversidad de Shannon-Wiener de 1.558, la dominancia de Simpson de 0.258 y la equitatividad de Pielou de 0.870. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad alta evidencia una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas, mientras que el valor de dominancia de Simpson sugiere que no existe una dominancia extrema de una sola especie.

En el **AP** se registraron 5 especies y 12 individuos. El índice de Margalef fue de 1.610, la diversidad de Shannon-Wiener de 1.424, la dominancia de Simpson de 0.278 y la equitatividad de Pielou de 0.885. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad alta evidencia una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas, mientras que el valor de dominancia de Simpson sugiere que no existe una dominancia extrema de una sola especie.

A escala del Área de Estudio, el índice de Margalef fue de 1.586, la diversidad de Shannon-Wiener de 1.638, la dominancia de Simpson de 0.225 y la equitatividad de Pielou de 0.842. Estos resultados indican una comunidad con riqueza específica baja a moderada y diversidad baja a media. La equidad relativamente alta evidencia una distribución de abundancias relativamente homogénea entre las especies registradas. Asimismo, el valor bajo de dominancia de Simpson indica que no existe una concentración marcada de individuos en una sola especie, aunque algunas pueden presentar abundancias ligeramente superiores. En conjunto, el Área de Estudio presenta una estructura comunitaria relativamente equilibrada.

Tabla III.49. Índices de diversidad estimados para el grupo de los reptiles

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia RE	Abundancia AI	Abundancia AP	Abundancia Área de Estudio
1	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis sonorae	Huico manchado de Sonora	2	8	3	13
2	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis tigris	Huico occidental	4	4	5	13
3	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Callisaurus draconoides	Cachora arenera	4	2	2	8
4	Reptilia	Squamata	Eublepharidae	Coleonyx variegatus	Geco bandeado del Noroeste	1	2	1	4
5	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Dipsosaurus dorsalis	Iguana de desierto	0	1	0	1
6	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Phrynosoma solare	Camaleón real	1	0	0	1
7	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Urosaurus ornatus	Lagartija norteña de árbol	1	2	1	4
Número total de individuos (N)						13	19	12	44
Número total de especies (S) (Diversidad alfa)						6	6	5	7
Índice de Margalef						1.949	1.698	1.610	1.586
Índice de Simpson (Índice de dominancia D)						0.231	0.258	0.278	0.225
Índice de Shannon-Wiener						1.605	1.558	1.424	1.638
Índice de Equitatividad de Pielou (J´)						0.896	0.870	0.885	0.842

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Fraccionamiento Real de Palmas Residencial, en el municipio de Hermosillo, Sonora. 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)[14], 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[15]).

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 Sonora presenta un grado de marginación bajo[16] y a nivel municipal, Hermosillo presenta un índice de marginación muy bajo[17]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Hermosillo (60.4%) tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.

Asimismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en el municipio de Hermosillo**,** 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**.

[14] CONAPO, 2020. Índices de marginación 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372
[15] INEGI, 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos
[16] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IME_2010-2020.html
[17] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IMM_2010-2020.html

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

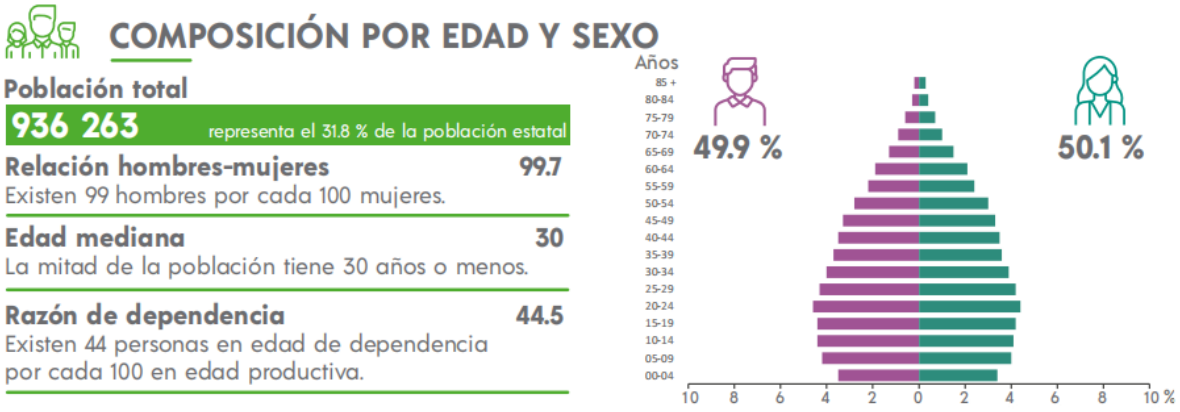
III2.3.2. Contexto municipal

En este aparatado se describen los principales indicadores sociodemográficos del municipio de Hermosillo en el cual incide la **RE, AP** y **AI**.

Demografía

El municipio de Hermosillo tiene una población total de 936,263 habitantes, lo que representa el 31.8% de la población estatal con una densidad de 59.5 hab/km², presenta una relación de 99.7 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mediana de la población tiene 30 años o menos, así como una razón de dependencia de 44.5, es decir, existen 44 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva (**Figura III.57**).

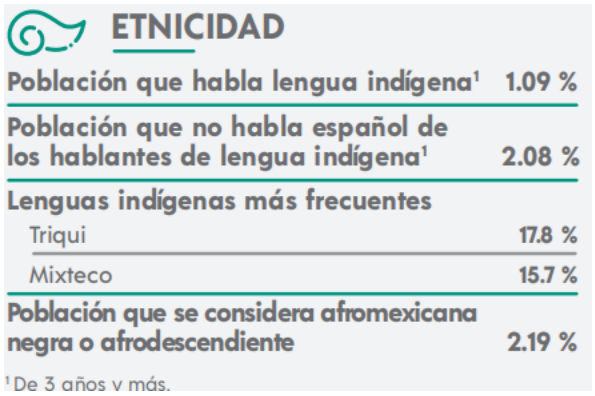
Figura III.57. Demografía en el municipio de Hermosillo



Etnicidad

El 1.09% de la población del municipio de Hermosillo de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el Triqui y Mixteco. Por otro lado, existe un 2.19% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 2.08% es población hablante de lengua indígena que no habla español (**Figura III.58**).

Figura III.58. Etnicidad en el municipio de Hermosillo



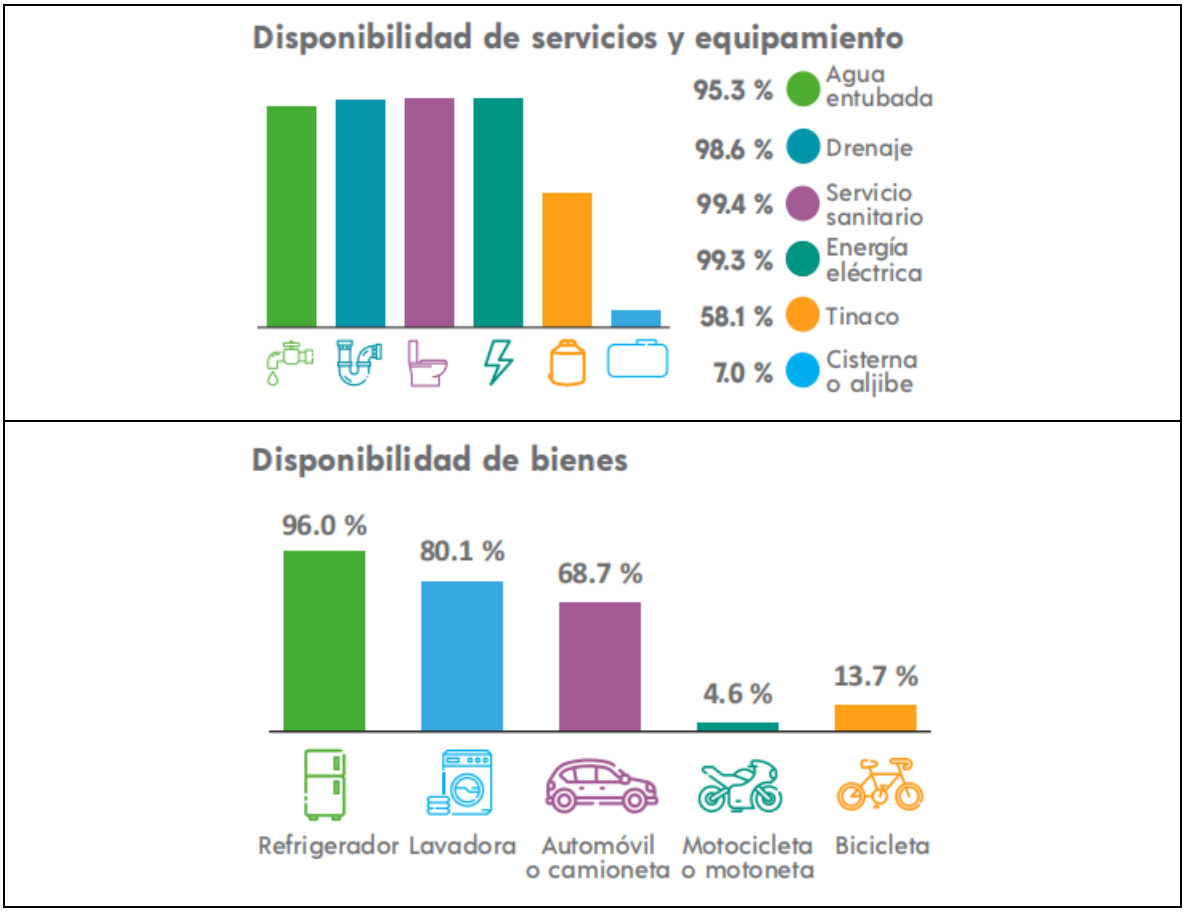
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Vivienda, bienes y servicios

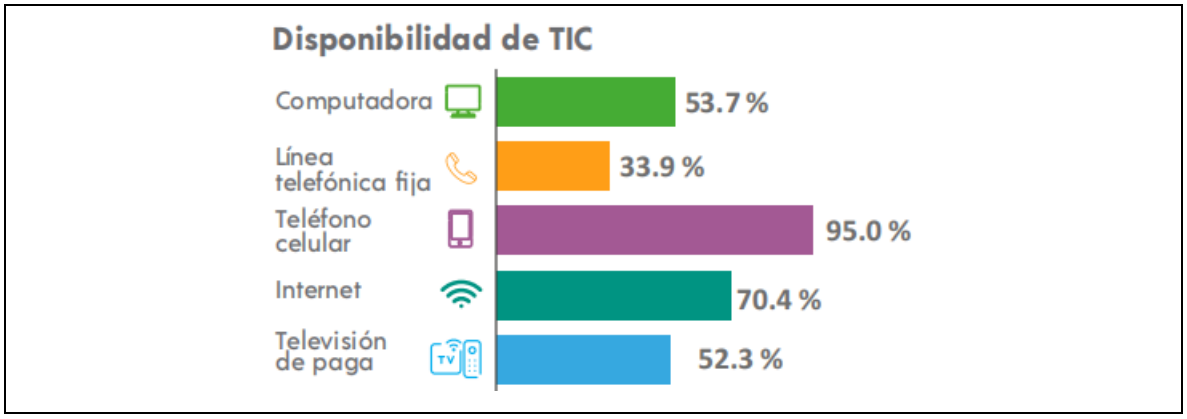
El municipio de Hermosillo presenta un total de 278,550 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 31.8% del total estatal, del cual el 1.8% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.3 ocupantes por vivienda y 0.8 ocupantes por cuarto.

Con respecto a la disponibilidad de servicios en Hermosillo, 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 y lavadora. 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.59**).

Figura III.59. Disponibilidad de bienes y servicios



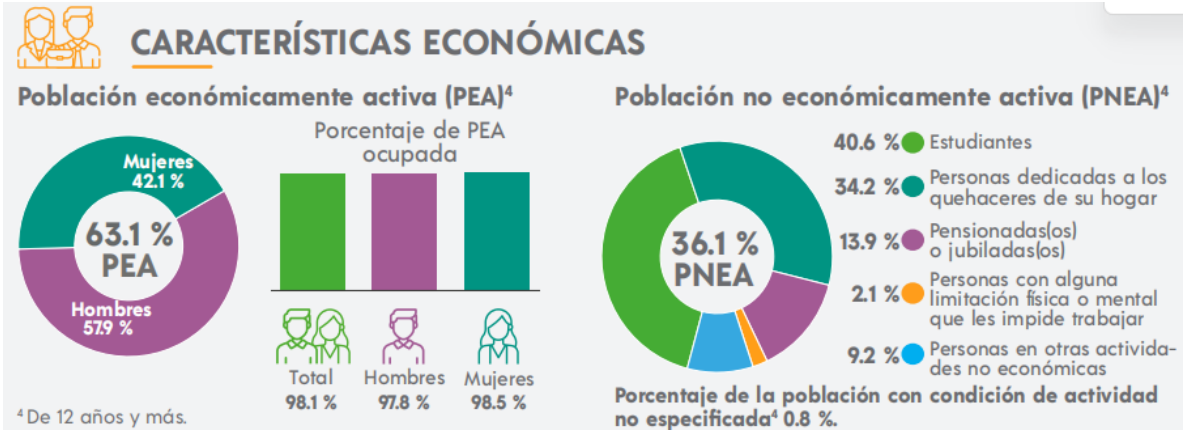
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Características económicas

La Población Económicamente Activa (**PEA**) del municipio de Hermosillo es del 63.1% (población de 12 años y más), de la cual el 42.1% son mujeres y el 57.9% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.1% se encuentra ocupada. En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 36.1%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar (**Figura III.60**).

Figura III.60. PEA y PNEA en el municipio de Hermosillo



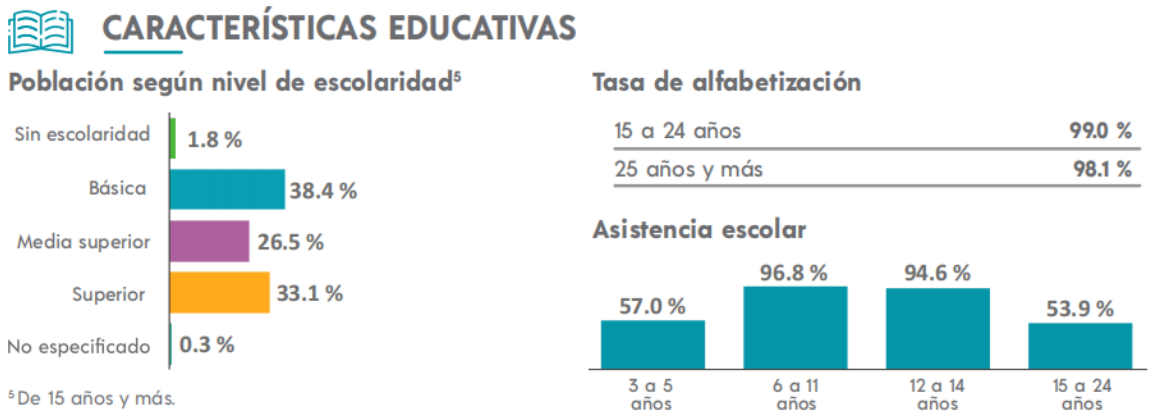
Escolaridad

El municipio de Hermosillo tiene una tasa de alfabetización del 99.0% para habitantes de 15 a 24 años y del 98.1% para habitantes de 25 años y más. La mayor parte de la población de 15 años y más (38.4%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 26.5% presenta un nivel medio superior y el 33.1% un nivel superior, mientras que, el 1.8% de la población no tiene escolaridad (

Figura III.61).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.61. Escolaridad en el municipio de Hermosillo



Servicios de salud

La mayor parte de la población del municipio de Hermosillo (81.9%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 4.4% de la población de Hermosillo presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más (**Figura III.62** y

Figura III.63).

Figura III.62. Servicios de salud en el municipio de Hermosillo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

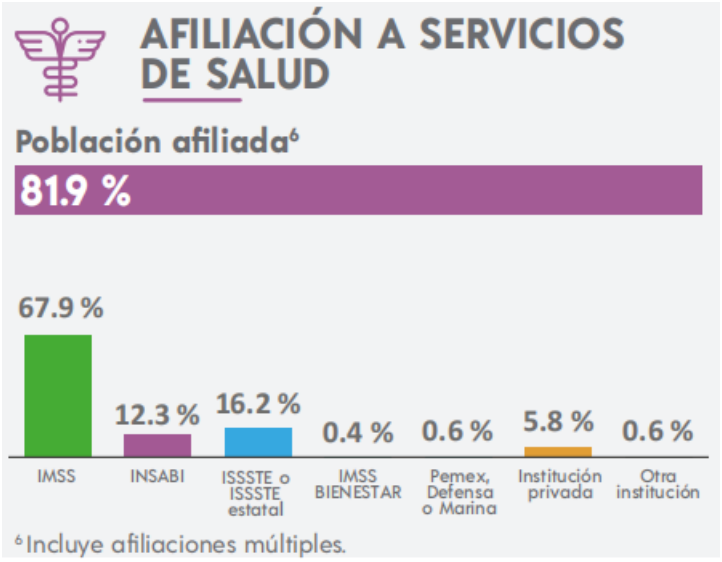
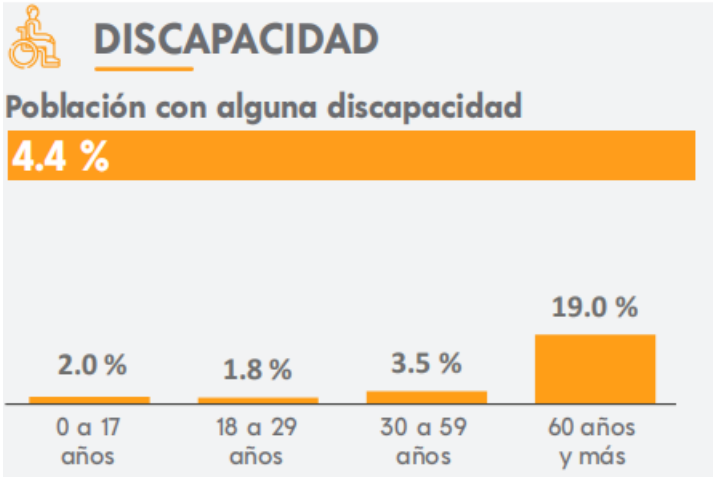


Figura III.63. Población con alguna discapacidad en el municipio de Hermosillo

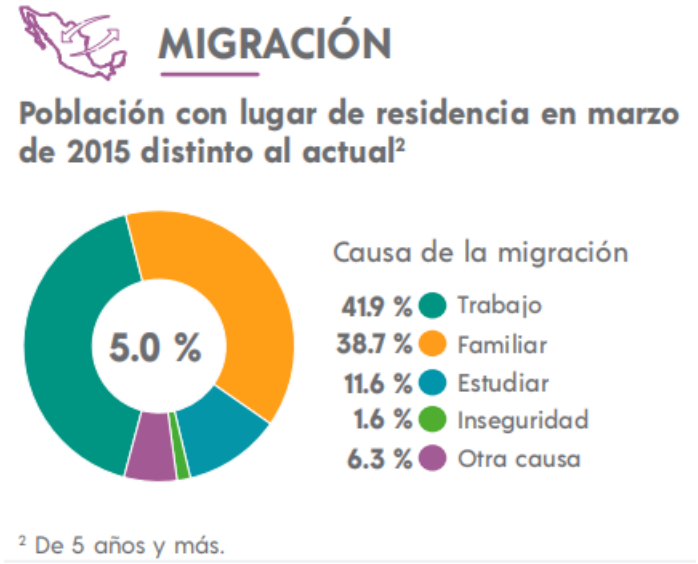


Migración

En el tema de migración se tiene que el 5% de la población de 5 años y más del municipio de Hermosillo tenían lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, la mayoría por razones de trabajo y familiar (**Figura III.64**).

Figura III.64. Migración en el municipio de Hermosillo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



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.

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[18], así como la vegetación presente. En este sentido, desde el interior del **AP**, **AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las

[18] 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

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.50. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP.

Componente	Criterios de valoración y puntuación						RE	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5	Relieve variado en tamaño. Presencia de formas erosivas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	3	3	La RE, el AI y el AP se localizan en un contexto fisiográfico caracterizado por bajadas con lomeríos, donde se presenta una transición entre elevaciones de baja altura, pendientes suaves a moderadas y superficies de menor inclinación. El relieve está condicionado por procesos de erosión, transporte y depósito de materiales asociados con escurrimientos temporales, típicos de los ambientes áridos de Hermosillo. Aunque se observan

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			
									variaciones topográficas locales y formas erosivas vinculadas al drenaje superficial, éstas no conforman elementos geomorfológicos prominentes o excepcionales dentro del paisaje.
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	El mezquital xerófilo puede presenta estratos arbóreos y arbustivos, así como variaciones locales de cobertura; sin embargo, no existe una alta variedad de tipos de vegetación dentro del AP, AI y RE.
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	Para La Loma, el componente **agua** se valora con **1** en la RE, el AI y el AP, debido a que no constituye un elemento visible, permanente ni dominante dentro del paisaje. Los escurrimientos temporales asociados a lluvias pueden intervenir en la dinámica erosiva local, pero no generan cuerpos de agua o corrientes con relevancia escénica.
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	3	3	El paisaje presenta una variedad cromática moderada derivada de la combinación de vegetación xerófila, suelos expuestos y relieve; sin embargo, predominan tonalidades naturales sobrias y poco

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			
									saturadas, por lo que el color no actúa como un elemento dominante del paisaje.
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	3	3	El paisaje circundante contribuye moderadamente a la calidad visual mediante la continuidad del relieve y la vegetación nativa, aunque sin incorporar elementos naturales sobresalientes o de alta prominencia escénica.
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	Las condiciones de vegetación y paisaje corresponden a rasgos ampliamente representados en el entorno árido de Hermosillo. El mezquital xerófilo se distribuye en regiones secas del norte de México y se presenta principalmente en llanuras, con ocurrencia también en sierras y lomeríos.
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	El paisaje conserva una condición predominantemente natural, pero presenta intervenciones puntuales que no son completamente armónicas ni aportan valor visual al conjunto.
						∑=	16	16	

Tabla III.51. 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clase	Rango de puntuación	Descripción
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 16 puntos para la **RE, AI** y **AP.** En este sentido, se cuenta con una calidad visual de clase B, es decir, 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.

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.52. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente > 55 %)	Bajo	1	3	3	El relieve corresponde principalmente a una bajada con lomerío y no se identifican pendientes inclinadas superiores a 55% como condición dominante. INEGI reconoce las topoformas de bajada y lomerío en la región, y los modelos de elevación permiten representar y analizar las variaciones de pendiente del terreno.
	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	Aunque no predominan pendientes pronunciadas ni procesos erosivos severos, la naturaleza árida del sitio, los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2			escurrimientos temporales y la posible pérdida de cobertura vegetal pueden incrementar la susceptibilidad del suelo a procesos erosivos locales.
	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	. El mezquite (*Prosopis* spp.) y otras especies propias de zonas áridas poseen adaptaciones que favorecen su establecimiento y pueden contribuir a la restauración; sin embargo, el régimen de humedad limitado y errático condiciona la velocidad y el éxito de la recuperación.
	Potencial moderado	Moderado	2			
	Potencial alto	Alto	3			
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	2	2	Aunque el mezquital xerófilo incluye especies de distintos estratos y formas de vida, el paisaje vegetal está dominado por una sola comunidad, sin la presencia de varios tipos de vegetación que aporten una diversidad alta. Los matorrales xerófilos pueden albergar una flora diversa, con representación de arbustos, cactáceas, agaves y otras especies adaptadas a la aridez.
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2			
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1			
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	2	2	Se distingue la combinación de suelos expuestos, materiales pedregosos y vegetación xerófila. Estos elementos generan variaciones visuales locales, pero no conforman contrastes geológicos o cromáticos de alta intensidad ni rasgos dominantes del paisaje.
	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	La alternancia entre vegetación xerófila y áreas con suelo expuesto, característica de los ambientes áridos, brinda
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1			contraste al paisaje, el cual es perceptible, pero se mantiene dentro de una gama cromática natural de tonos sobrios y no constituye un elemento visual de alta intensidad.

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= 30

CAV AI/AP= 30

De acuerdo con la escala de referencia, la **RE, AI**, y **AP** presentan una capacidad de absorción visual moderada, al ubicarse en el límite superior del intervalo de 15 a 30 puntos. Esto indica que el paisaje posee una aptitud intermedia para integrar visualmente modificaciones derivadas del **Proyecto**, siempre que éstas mantengan una escala, diseño, coloración y disposición congruentes con las condiciones del entorno.

Tabla III.53. 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 LA LOMA”

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

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

[redacted]

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:

Ilij = 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

[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

“SAEE LA LOMA”

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

[redacted]

ÍNDICE

IV. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 4
IV.1. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) 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 control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto 10
IV.1.8. Acciones que integran el PVA 12
IV.2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora 13
IV.3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 26
IV.4. Programa de Reforestación 46
IV.5. Programa de Manejo Integral de Residuos 52
IV.6. Programa de Capacitación y Educación Ambiental 77
IV.7. Programa de Conservación de Suelos 82
IV.8. Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto. 10
Tabla IV.2. Formato de registro de individuos rescatados 24
Tabla IV.3. Formato de registro de monitoreo de plantas rescatadas 24
Tabla IV.4. Calendario de comprobación 25
Tabla IV.5. Horarios de mayor actividad de la fauna silvestre 32
Tabla IV.6. Ejemplo de bitácora de rescate de fauna que se podría emplear para el registro de información 39
Tabla iv.7. Formato de registro de fotos (Tomado de Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012) 41
Tabla IV.8. Calendario de comprobación 44
Tabla IV.9. Calendario de comprobación para el monitoreo de la fauna 44
Tabla IV.10. Puntos de comprobación. 45
Tabla IV.11. Cronograma de actividades para la restauración y reforestación 51
Tabla IV.12. Indicadores de Eficacia 51
Tabla IV.13. Residuos generados por actividad a realizar en las etapas del Proyecto 55
Tabla IV.14. Clasificación de los RP de acuerdo con las características CRETIB. 61
Tabla IV.15. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos 62
Tabla IV.16. Medidas de mitigación consideradas 69
Tabla IV.17. Indicadores de cumplimiento 81
Tabla IV.18. Indicadores de cumplimiento 87
Tabla IV.19. Presión de las llantas 91
Tabla IV.20. Formato de guías para elaboración de mantenimiento vehicular y equipos y máquina 96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental 9
Figura IV.2. Ejemplo de trabajos en campo. 16
Figura IV.3. Ejemplos de especies encontradas en el área del Proyecto. 17
Figura IV.4. Ejemplos de metodologías en campo 30
Figura IV.5. Vara lazo para la captura de lagartos de talla pequeña y lagartijas 33
Figura IV.6. Captura y contención de culebras y víboras. 34
Figura IV.7. Trampas para la captura de mastofauna 35
Figura IV.8. Técnica para Avifauna 36
Figura IV.9. Ejemplo de métodos para captura de aves 37
Figura IV.10.Transporte de reptiles para su reubicación 38
Figura IV.11. Diseños a tres bolillos 48
Figura IV.12. Interacción de los residuos con los diferentes componentes ambientales 53
Figura IV.13. Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año. 56
Figura IV.14. Código de colores para la separación de residuos 58
Figura IV.15. Metodología aplicable para la gestión integral de RP 60
Figura IV.16. Generación y recolección de RP 63
Figura IV.17. Almacenaje y disposición final de RP. 65
Figura IV.18. Modelo general de las etiquetas, aplicables a los residuos peligrosos 67

[redacted]

IV. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar 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.

No obstante que, es importante destacar que el **PVA** en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el **Proyecto** motivo de esta **MIA-R**, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas por la autoridad a las medidas propuestas en este capítulo.

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 considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas planteados y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna silvestre con un umbral mínimo del 90%, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

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

[redacted]

prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente.

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 de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

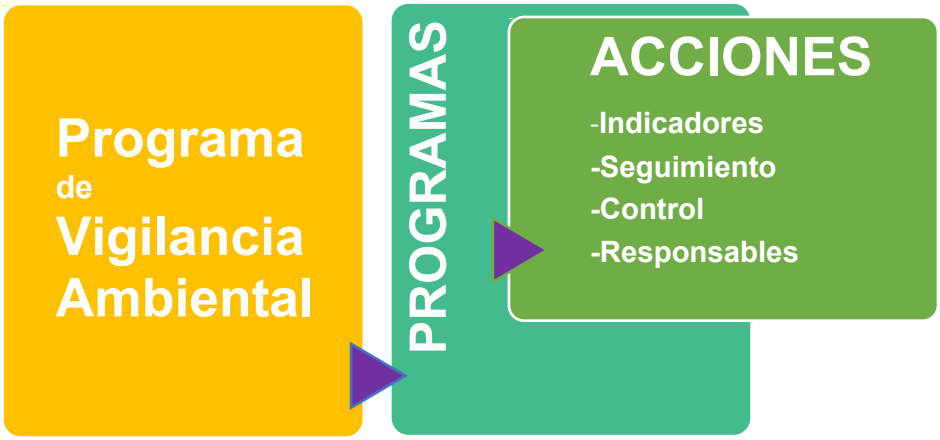
Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

[redacted]

Figura IV.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental



IV.1.6. Reportes de seguimiento

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **Autoridad**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución de la **MIA-R**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de las acciones específicas que forman parte del **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);
- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual), e
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, bitácora de rescate de individuos de fauna silvestre de lento desplazamiento, bitácora de reubicación de individuos de fauna silvestre, bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

IV.1.7. Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto

En la tabla se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en las acciones específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**. En su momento se incluirán los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

Tabla IV.1. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del **Proyecto**.

PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; CA: Cierre y Abandono.

Medida	PS y C		O & M					CA
	Años							
	1	2	1	2	3	…	40	1
Se implementarán el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**								
Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.								
Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.								
Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.								
Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra de construcción y derivadas de la maquinaria utilizada; y para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona durante las etapa de construcción.								
Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.								
Se implementará un **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL SUELO.**								
Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.								
Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo								
Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.								
Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.								

[redacted]

Medida	PS y C		O & M					CA
	Años							
	1	2	1	2	3	…	40	1
Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.								
Se implementará un **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.								
Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.								
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.								
El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina.								
El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.								
Se aplicarán un **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA**.								
Se implementarán un **PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** con especies nativas de la región, fortaleciendo con ello al **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050,** y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto.**								

Medida	PS y C		O & M					CA
	Años							
	1	2	1	2	3	…	40	1
El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.								
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.								
Se aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.								
El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.								
En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.								
Se aplicará un **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**.								
Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.								
Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.								

IV.1.8. Acciones que integran el PVA

El **PVA** se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al **AP**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad, además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con los siguientes Programas y actividades a implementar:

[redacted]

IV.2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Se presenta el Programa con la finalidad de proteger a los ejemplares de flora que pudiesen encontrarse en el área de establecimiento del **Proyecto**. La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies silvestres con el fin de asegurar su sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia para asegurar la sustentabilidad del **Proyecto**, además de ser una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local.

Con la implementación de este programa, se espera minimizar el impacto sobre la flora que pudiera ocasionar el **Proyecto** en sus distintas etapas, retirando previamente del área de afectación directa a aquellas especies de plantas que por su biología sean susceptibles a rescate.

En el presente programa se exhiben las acciones que se deberán realizar para el rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos de flora con el objetivo de garantizar por lo menos el 80% de supervivencia de los individuos rescatados.

Objetivos

Objetivo General

Disminuir la afectación a la flora silvestre presente en la superficie de establecimiento del **Proyecto**, instituyendo las técnicas adecuadas de rescate, reubicación y manejo de flora que serán desarrolladas previo a las actividades de desmonte.

Objetivos Particulares

- Establecer estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aún existente en el área del **Proyecto**.
- Otorgar las estrategias técnicas para favorecer el rescate de especies, reubicándolas dentro de las áreas propuestas, con características similares al sitio de rescate.
- Minimizar las afectaciones a las comunidades florísticas que existen en el área de establecimiento del **Proyecto**, mediante el rescate de especies susceptibles de ello.
- Ejecutar las actividades de rescate de flora, con énfasis en individuos de difícil regeneración, de lento crecimiento, de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural.
- Considerar el trasplante de las especies de flora en sitios idóneos dentro del **AI** o **SAR**, evitando en la medida de lo posible una sobrecarga en el nuevo sitio.

Metas particulares

- Rescatar el mayor número de individuos posible de flora en el área de establecimiento del **Proyecto**.
- Obtener más del 80% de sobrevivencia de los ejemplares de flora rescatados y reubicados por la ejecución del **Proyecto**.

- Establecer técnicas para la extracción, manejo, traslado y reubicación de los individuos de flora silvestre.
- Ejecutar las actividades de rescate de flora, con énfasis en individuos de difícil regeneración, de lento crecimiento, de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural.
- Establecer los criterios de selección de sitios idóneos para la reubicación de las especies de flora.

Responsables del desarrollo

La implementación del presente programa será responsabilidad del Promovente quien se encargará de verificar su cumplimiento a través de un supervisor ambiental.

El Supervisor Ambiental, contará con formación profesional en materia ambiental y experiencia en el proyecto, lo cual será demostrado mediante *curriculum vitae*.

Las acciones de rescate y reubicación serán organizadas y coordinadas por el Supervisor Ambiental, quien será el responsable del seguimiento del programa y tendrá a su disposición a los especialistas y personal capacitado en las actividades del programa, preferentemente de formación ingenieros forestales o biólogos, quienes a su vez coordinarán las brigadas de trabajadores de campo.

El personal especializado será la persona responsable de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento, indicando el cargo, la dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

Metodología

Por el desarrollo del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando así la cobertura vegetal y la abundancia de las especies que habiten en el área del **Proyecto**, particularmente se hará remoción de vegetación forestal, con dicha remoción se afectarán también los servicios ambientales que dicha vegetación brinda al ecosistema, particularmente se disminuirá la absorción de CO_2, la producción de oxígeno, se perderá la regulación del microclima, se perderá el germoplasma y su diversidad genética, se disminuirá la infiltración, la formación de suelo, su producción primaria y principalmente el mantenimiento de la biodiversidad. Asimismo, se incrementará la fragmentación del ecosistema presente, se disminuirá la conectividad y los posibles micro corredores biológicos, aunado a lo anterior, se agudizará el efecto borde que actualmente se presenta en el área derivado de las actividades agropecuarias, y se incrementará la presencia de especies exóticas.

El programa de rescate y reubicación de flora silvestre se llevará a cabo de forma previa a las actividades de retiro de la vegetación, las cuales serán controladas conforme avance la construcción del **Proyecto**.

Los lineamientos planteados son:

- Integrar una cuadrilla, con una persona a cargo para coordinar las actividades que dicho equipo realice. Esta cuadrilla será encargada de ejecutar todas las tareas, rutinas, acciones, levantamiento de registros y actividades que competen al rescate y reubicación de individuos.
- Se recomienda elaborar un catálogo ilustrado de las especies sujetas a rescate, las cuales contendrán información detallada de las características, como forma biológica, disposición de espinas, requerimientos de las especies.
- Una vez que las áreas donde se ubicará cada uno de los componentes del **Proyecto** sean establecidas y delimitadas, se hará un recorrido de prospección, durante el cual se identificarán y señalaran los individuos a reubicar.
- Se registrarán las características ecofisiológicas del sitio donde se ubiquen las especies que serán reubicadas, donde se deben considerar elementos tales como:
    - Tipo y características del suelo (composición, profundidad, pedregosidad, entre otros).
    - Tipo de iluminación y altura de la vegetación circundante.
    - Asociaciones evidentes con otras especies.
    - Otras características que puedan ser importantes.
- Todas las actividades, así como los individuos que sean rescatados, serán registrados en una bitácora, con la finalidad de llevar un seguimiento preciso de todas las actividades.

Integración de la brigada de rescate

El rescate será ejecutado por una brigada a cago de un especialista en flora que coordinará las actividades a realizar por los técnicos de apoyo; cada uno de los integrantes de la cuadrilla contará con equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para el buen manejo de los ejemplares.

El especialista tendrá como responsabilidades:

- Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo;
- Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada;
- Identificar las especies susceptibles de ser rescatadas;
- Definir la técnica de rescate, en correspondencia con la especie y las dimensiones del ejemplar;
- Coordinar el trabajo de rescate;
- Cuidar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su extracción hasta su reubicación;
- Revisar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se extrajeron los ejemplares;
- Supervisar que el trasplante se realice de forma correcta;

- Determinar la aplicación de medidas de apoyo que, en su caso, requieran los ejemplares trasplantados, a efecto de garantizar la sobrevivencia comprometida;
- Coordinar las labores de mantenimiento de las parcelas, durante el tiempo que permanezcan bajo su responsabilidad;
- Realizar las evaluaciones de sobrevivencia mensual, a efecto de corroborar que se cumple la meta establecida;
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que van a desarrollar los técnicos de apoyo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y los aperos necesarios para realizar un trabajo en forma segura y confiable;
- Realizar el marcaje y levantar los registros tanto cartográficos como fisonómicos de los ejemplares seleccionados por el coordinador;
- Realizar el rescate de los ejemplares seleccionados, con base en la técnica que el coordinador determine;
- Reubicar los ejemplares rescatados, en los sitios seleccionados;
- Dar el mantenimiento necesario a los ejemplares reubicados;
- Apoyar las acciones necesarias para cuantificar la sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.

Figura IV.2. Ejemplo de trabajos en campo.



Especies que serán rescatadas y criterios para seleccionar a los ejemplares

Las especies objeto de rescate serán aquellas previamente registradas o de posible ocurrencia en el área del **Proyecto**. Los criterios generales de selección de las especies sujetas a rescate serán determinados por los siguientes supuestos:

- ✓ Encontrarse en alguna categoría de protección.
- ✓ Ser especies endémicas.
- ✓ Encontrarse en los sitios a ser intervenidos por afectación del **Proyecto**.
- ✓ Poseer importancia biológica en el contexto local y regional.
- ✓ Poseer importancia económica y/o comercial.
- ✓ Presentar condiciones fitosanitarias favorables.
- ✓ Poseer las dimensiones que aseguren su establecimiento y con ello su supervivencia.
- ✓ Presentar una capacidad de adaptación aceptable.
- ✓ Lento crecimiento
- ✓ Con importancia ecológica

Asimismo, se tiene que las especies a rescatar serán las que midan menos de 1.20 metros, siempre y cuando se encuentren reverdeciendo y no estén en estado invernal (estado de latencia).

Además, podrían encontrarse otras especies que cubren con los requisitos, aun cuando no fueron registradas durante el trabajo de campo o incluidas en la tabla anterior, no obstante, estas especies también serán registradas y reubicadas.

Figura IV.3. Ejemplos de especies encontradas en el área del **Proyecto**.



Delimitación de los sitios donde se implementarán las actividades de rescate, y ubicación de los sitios para reubicar o trasplantar a las especies rescatadas.

Los sitios donde se realizará, primero, la búsqueda de ejemplares que puedan ser susceptibles de rescate, serán aquellas a intervenir para la instalación de los componentes del **Proyecto**. En este sentido, una vez realizada la delimitación precisa de los polígonos autorizados en materia de impacto ambiental para la construcción del **Proyecto**, se procederá a la búsqueda de ejemplares de flora susceptibles de rescate.

La delimitación será realizada por la brigada topográfica, utilizando materiales que permitan la visualización de los límites establecidos, entre los que se pueden mencionar las estacas, cal, mojoneras, banderolas, entre otros.

La reubicación de los ejemplares se prevé se lleve a cabo en áreas que cuenten con las mismas características que los sitios de rescate, para lo cual se llevarán a cabo recorridos que permitan identificar las áreas adecuadas y que éstas cuenten con características ecológicas que permitan la sobrevivencia de los ejemplares rescatados; así como determinar cuáles son los factores adversos del ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reubicación efectiva de las plantas.

Los sitios serán seleccionados con base en las siguientes características:

- Estar fuera de los planes de crecimiento, desarrollo o ampliación del **Proyecto**.
- Encontrarse en un predio propiedad de la empresa o contar con los acuerdos necesarios.
- Que cumpla con las características ambientales necesarias para las especies por reubicar.

Técnicas de rescate de flora silvestre

El rescate estará a cargo de una cuadrilla integrada por cinco personas, un especialista de preferencia biólogo, ingeniero ambiental, ingeniero agrónomo o ingeniero forestal. Como fue mencionado, dicha cuadrilla tendrá que tener un responsable que fungirá como representante y coordinador del grupo de trabajo. Las otras cuatro personas que integrarán la cuadrilla deberán tener experiencia en campo y desarrollar actividades relacionadas con el rescate y reubicación de ejemplares, así como en otras relacionadas con el programa.

La cuadrilla deberá contar con el material necesario, para el rescate de flora, así mismo se le solicitará al superintendente de obra, apoyo en determinado momento cuando se requiera algún material para el rescate.

Se realizará un recorrido de prospección antes de iniciar las actividades de desmonte, a fin de identificar a las plantas que serán rescatadas. Es recomendable que el desmonte se programe junto con el rescate para evitar obstaculizar las actividades de la obra.

Los ejemplares que se identifiquen para rescate serán marcados, además de que se les identificará su orientación o norte magnético. Para lo cual se utilizarán marcadores y cinta flagging. Las variantes para el marcaje son:

- Flecha con plumón apuntando hacia el norte o sur;
- Pintura en aerosol indicando la posición del norte o sur.

[redacted]

Es importante realizar el marcaje de una manera eficiente ya que este aspecto influye directamente en la etapa de replante y para algunas especies es factor primordial para su adaptación y sobrevivencia.

El marcaje solo se realizará de acuerdo con aquellas especies que así lo requieran.

Es preciso que el superintendente programe una plática con los trabajadores de las obras de desmonte, para que conozcan al grupo de rescate, las actividades a desarrollar y la importancia del rescate y de los ejemplares a rescatar, asimismo pedir su cooperación para que si en determinado momento ellos identificaran algún ejemplar o ejemplares que ameriten su rescate dentro del área de la línea de ceros, será notificado a la cuadrilla de rescate.

Para las acciones de rescate y reubicación, se recomiendan las siguientes consideraciones:

- Procurar que se mantenga la mayor cantidad de sustrato posible adherido al sistema radical.
- En el caso de las cactáceas, marcar una de las espinas que apunten al norte o sur, con la finalidad de conocer la orientación original del individuo[1].
- Se aplicará fungicida, insecticida y cicatrizante, con la finalidad de evitar enfermedades y apresurar el periodo de cicatrización.
- En el caso de las cactáceas, se mantendrán en un área durante el periodo de cicatrización, antes de la disposición final.
- El periodo de cicatrización va a variar dependiendo de las especies y las condiciones climáticas.
- Durante este proceso, se usarán tratamientos post extracción, como, por ejemplo, poda de raíces dañadas, aplicación de fungicidas y cicatrizantes, entre otros.

Áreas de cicatrización

Las áreas de cicatrización deberán proveer a las plantas refugio y protección, de tal forma que no sean depredadas por algún animal o dañadas por el ganado, además de proveer a las plantas de sombra.

Identificación y registro de ejemplares por extraer

La identificación consiste en registrar cada ejemplar por extraer con la siguiente información:

- Especies
- Estado sanitario
- Altura y diámetro
- Coordenadas de extracción
- Fecha de extracción

[1] Derivado de la posición de la planta, los diversos lados se exponen de manera diferente a los rayos del sol, si la posición no se conserva, se pueden exhibir al sol directo sitios que estaban acostumbrados a recibir poca luz, lo cual puede resultar en quemaduras solares e incluso la muerte, ya sea directa o como consecuencia de infecciones por ataques de hongos o bacterias en las zonas quemadas.

Extracción de ejemplares

Este trabajo se realizará en forma manual empleando herramientas tales como picos, palas y tijeras de podar. Se procederá a picar con mucho cuidado la zona inmediata a la base del ejemplar, de manera de ir descubriendo la mayor cantidad de raíces posibles sin dañarlas.

Para prevenir la aparición de alguna enfermedad y acelerar el proceso de cicatrización, una vez extraídos los ejemplares se les aplicará fungicida, insecticida y cicatrizantes.

- ✓ **Extracción**

Consiste en sacar con suma precaución la planta de su sitio original, con la mayor cantidad de raíces posible, procurando no maltratarla, para esto se utilizarán las herramientas adecuadas. El trabajo de extracción se efectuará previo al inicio de las actividades de desmonte del **Proyecto**, y los equipos de terreno contarán siempre con la supervisión de un especialista en flora.

- ✓ **Traslado**

Utilizando costales de yute o cajas de plástico, los individuos serán trasladados al lugar donde se encuentre el vehículo o remolque, ahí será cargado y una vez que esté listo se realizará su traslado hacia la zona de reubicación, en donde el mismo equipo de transporte se encargará de colocarlo en las cepas previamente preparadas.

- ✓ **Preparación del terreno**

En el área de reubicación, se preparará de manera manual el terreno del tamaño adecuado para cada tipo de especie, la distribución de estas cepas se decidirá en el lugar y conforme a las condiciones topográficas del terreno. La preparación del terreno será realizada con la herramienta proporcionada (picos, palas y azadones). Vale la pena señalar, que el terreno debe estar preparado previamente, antes de que los individuos sean extraídos.

- ✓ **Acomodo y orientación**

Una vez que se ha realizado el transporte de los individuos estos serán colocados en el terreno, previamente preparado y orientados conforme a su ubicación original, lo que facilita el trabajo del equipo de replantación. El diseño del acomodo contemplará pasillos para el acceso de la pipa y vehículos para el riego de los mismos. Cada pasillo debe medir al menos 4 metros de ancho y respetar el espacio suficiente para las maniobras de los mismos.

- ✓ **Monitoreo**

Una vez reubicados los individuos, se observará y evaluaran las condiciones en que se encuentra las cepas, su estado fitosanitario, así como su vigor vegetativo, de tal forma que los individuos sembrados se encuentren en buenas condiciones para un crecimiento óptimo.

- ✓ **Riego inicial y de emergencia**

El primer riego se aplicará inmediatamente después de haber trasplantado el ejemplar, procurando evitar la saturación del área de plantación. Los aportes de agua solo se mantendrán durante el primer mes desde la fecha de plantación, período durante el cual la dosis y frecuencia del riego irá decreciendo paulatinamente, con el fin de favorecer la adaptación de los individuos a las características propias del área.

La información proporcionada por el monitoreo que se hará a la plantación permitirá evaluar la respuesta de los ejemplares al aporte decreciente de agua, mediante la observación de los signos de establecimiento en las plantas, esto es, cuando se aprecie turgencia en el cuerpo y recuperación de su color original.

En caso de que no se presenten lluvias durante el periodo de rescate, y el suelo no presente las condiciones adecuadas de humedad, será necesario realizar el riego preventivo a los individuos rescatados. Estos riegos se suspenderán una vez que inicie la temporada de lluvia.

Mantenimiento post reubicación

Las actividades de mantenimiento son un pilar fundamental del éxito de la reubicación de plantas reubicadas en campo. Esta abarca diversas actividades entre las que destacan: los Riegos auxiliares; la reposición de planta deteriorada o muerta; la protección individual de los organismos propensos hacer atacados por la fauna silvestre; el control de maleza; la aplicación de fertilizantes, el control de plagas y enfermedades y la gestión de basura en el área de reubicación. La aplicación oportuna y correcta de las acciones mencionadas garantizaran una alta probabilidad de sobrevivencia de las plantas reubicadas y su adaptación al nuevo hábitat.

En las siguientes secciones se presentan las principales acciones que deberán realizarse en las principales actividades del mantenimiento de plantas reubicadas.

Riegos Auxiliares

Es conveniente aplicar riegos auxiliares a las plantas como parte de un programa de mantenimiento de una plantación compuesta de ejemplares rescatados de especies nativas. Esto permite a los organismos reubicados establecerse y adaptarse a su nuevo hábitat, mientras reduce o evita que mueran. Una de las principales actividades de apoyo a la reubicación es el riego auxiliar.

Los riegos auxiliares se aplicarán muy temprano por la mañana, cuando la luz del sol aun no es muy fuerte y/o, por la tarde, cuando la temperatura ha disminuido. Su objetivo es proporcionar a la planta de agua suficiente y que esta aproveche la mayor cantidad del líquido.

Para la especies arbóreas y arbustivas se aplicarán riegos de mantenimiento tres veces por semana durante el primer mes de ser reubicados en campo. En el segundo mes se regarán una vez por semana. Por último, para los meses posteriores, los riegos serán cada quince días. La cantidad de agua suministrada para cada planta dependerá de su altura: en plantas menores a 30 cm se aplicarán de 1 a 3 litros de agua; con alturas superiores a los 30 cm de tallo la cantidad de litros variará de 3 a 10. Los riegos se dejarán de aplicar cuando se presenten las primeras lluvias de la temporada.

Para las especies de cactáceas los riegos de mantenimiento se aplicarán una vez por semana, durante el primer mes de ser reubicados en campo. En el segundo mes se aplicarán solo dos riegos y, posteriormente, se aplicarán una vez al mes. La cantidad de agua suministrada por planta dependerá de la altura: con tallos menores a 30 cm recibirán 2 litros de agua por vez; con alturas superiores a los 30 cm se aplicará un riego auxiliar con 2 a 6 litros de agua. Los riegos dejaran de aplicarse cuando se presenten las primeras lluvias de la temporada.

Dichas acciones de mantenimiento se llevarán a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares. Las actividades por realizar pueden incluir riego, deshierbe,

fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada hasta su recuperación o remplazo.

Aunado a lo anterior, se considera una sobrevivencia mínima del 80%, lo que implica que, en caso de que este porcentaje disminuya, se deberá realizar la reposición de ejemplares hasta alcanzar el valor indicado.

Reemplazo de plantas muertas

Se evaluará el estado físico de cada planta reubicada. Con base a los resultados de la inspección visual determinará cuales individuos deberán ser remplazados: Las principales características que deberán evaluarse son: Si la planta está muerta o en mal estado fitosanitario y la presencia de daños de las partes aéreas y marchitamiento en tallos y hojas.

El remplazo se podrá realizar al año siguiente del establecimiento de la reubicación de las plantas. Esta actividad será llevada a cabo con plantas producidas en vivero forestal, las cuales serán adaptadas a las condiciones naturales del área de reubicación. El remplazo de planta muerta debe de realizarse durante los periodos de lluvia con el objetivo de garantizar un alto porcentaje de sobrevivencia, mayor al 80% en el área de reubicación. Todas las actividades de reemplazo de plantas en el área de reubicación se registrarán en sus respectivos formatos.

Indicadores de realización

Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del **Proyecto** autorizado.

$$P = \frac{S_r}{S_i} x100$$

Donde:

P = Avance en el rescate de flora.

Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el recate de flora.

Si = Superficie forestal total del **Proyecto**.

Adicionalmente, un indicador cualitativo de la realización de las actividades del Programa, es el mejoramiento del paisaje en las áreas donde se llevará a cabo la reubicación de las plantas.

Indicadores de eficacia

Se utilizará como indicador de eficacia la sobrevivencia de los individuos rescatados:

Evaluación de supervivencia

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación. En dado caso que la sobrevivencia disminuya

del 80% de los individuos, la medida para mitigarlo es la plantación de nuevos individuos, los cuales tendrán el mismo mantenimiento que se les dará a los individuos anteriormente plantados.

Fórmula para calcular la estimación de la sobrevivencia:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} x100$$

Donde

Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable a o m

p = Proporción estimada de árboles vivos

ai = Número de plantas vivas en el sitio de muestreo i

mi= Número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i

Se espera un índice de sobrevivencia del 80% o más. Tener un monitoreo de la supervivencia de los individuos permitirá la toma de decisiones o de las medidas emergentes que se pudieran presentar si el número de individuos re-plantados fuera menor al 80%.

Evaluación del estado fitosanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras. Si se presentará el caso donde algunos individuos plantados, presenten plagas, como cochinillas, áfidos, virus, bacterias u hongos, etc., se realizará la valoración para darle un tratamiento adecuado que consistirá principalmente en la remoción de la parte vegetativa dañado o invadida, la aplicación de plaguicida dirigido a la plaga (bactericida, fungicida, etc.), en dado caso que el individuo presente un estado de salud muy comprometido, se retirará la planta de su sitio de plantación para que la plaga no se propague hacia las demás plantas, y se eliminará la planta enferma; posteriormente, se reemplazará el individuo que presente las condiciones fitosanitarias adecuadas para un correcto desarrollo y establecimiento en su sitio definitivo.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$pS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$

Donde

Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable *S* o a

pS = Proporción estimada de árboles sanos

Si = Número de árboles sanos en el sitio de muestreo *i*

mi = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i*

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

Como parte de las actividades del presente programa, se llevará una bitácora donde se asentarán las actividades realizadas, nombre de la especie, número de individuos rescatados, coordenadas de rescate y reubicación, así como la técnica de rescate utilizada (individuo completo, por esqueje o hijuelo). Posteriormente, la información será concentrada en una tabla de Excel, con la finalidad de poder manejar mejor los datos y realizar los análisis correspondientes.

Tabla IV.2. Formato de registro de individuos rescatados

Fecha	Especie		Número de identificación	Características		Fecha de rescate	Fecha de trasplante	Ubicación (coordenadas)	Observaciones
	Nombre común	Nombre científico		Diámetro	Altura				

Tabla IV.3. Formato de registro de monitoreo de plantas rescatadas

Registros de monitoreo de plantas rescatadas				
Hoja:	de		Fotografías:	
Fecha:		Sitio de reubicación:		
Evaluador				
UTM:	x:	Entidad y municipio:		
	y:	Tipo de vegetación:		
Observaciones: (10)				

ID.	Especie	Condición		Causa	Salud		Acciones recomendadas
		V	M		S	E	

Calendario de comprobación

La ejecución del rescate y reubicación de ejemplares se propone realizar en un lapso de 1 año, mientras que los mantenimientos, monitoreo y evaluación se realizarán durante principalmente 5 años posteriores. Si en algún momento se observa un decremento porcentual en la cantidad de individuos replantados, se procederá a implementar nuevas medidas que sirvan de correctivas a las acciones planteadas para el éxito de dichos especímenes, para con esto asegurar la supervivencia de los mismos. En la siguiente tabla se presenta el cronograma de las actividades que se implementarán.

Tabla IV.4. Calendario de comprobación

Actividad	Bimestres (1er año)						Años							
	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	….*			
Pláticas al personal de campo de la obra, para la identificación de especies susceptibles de ser rescatadas														
Identificación, selección y marcaje de individuos.														
Rescate (extracción de ejemplares)														
Reubicación de individuos seleccionados.														
Mantenimiento en sitios de acopio temporal.														
Monitoreo y evaluación.														
Seguimiento al rescate y reubicacion de flora														

*Si fuera necesario

Punto de comprobación

Esta medida permitirá mitigar los impactos generados al factor ambiental Fauna y se comprobará con las bitácoras mediante los sitios de rescate y reubicación

Medidas de urgente aplicación

Cuando la sobrevivencia de los ejemplares de flora silvestre reubicados sea menor al 80% del total de los individuos rescatados, considerando un período de seguimiento de por lo menos tres años o hasta que derivado de los resultados obtenidos se justifique que ya no es necesario continuar con el seguimiento.

El monitoreo contribuirá a mantener vigiladas a las plantas rescatadas y la ejecución de acciones inmediatas para evitar la muerte de las plantas. Sin embargo, una vez reubicadas éstas, el porcentaje de sobrevivencia calculado es del 80%, aunque este puede disminuir debido a diversos factores. Cuando esto ocurra se deberá determinar el factor que incide en la disminución de la sobrevivencia, entre los cuales existen:

- Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos. Se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque, se realizará el control de la plaga con productos orgánicos a base de chile, canela y ajo, los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente.
- Muerte esporádica. De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una reubicación de los individuos, y se deberán de tomar las precauciones pertinentes.
- Extracción inadecuada. Puede ser posible que la extracción de los individuos se haga de una forma inadecuada o incorrecta (al extraerla se dañen las raíces), y que esto cause la muerte de ellos.

- Robo. Es posible que la disminución de los valores de sobrevivencia se deba al robo de las plantas, para ello se deberá reforzar la vigilancia de las plantas.
- Inadaptabilidad. Cabe la posibilidad que el lugar donde se van a reubicar las especies no cumpla con las expectativas que ellas necesitan (clima, tipo de suelo, humedad, rayos de sol, etc.).
- Competencia. Que las especies que ya están en el lugar a reubicar tengan dominancia y esto cause la muerte de las nuevas especies o el crecimiento casi nulo.

IV.3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Este programa describe los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y el monitoreo de individuos de fauna en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección.

Si bien la fauna tiene la capacidad de desplazarse por sus propios medios, hay especies que debido a su lento desplazamiento (como los reptiles y mamíferos pequeños) son más vulnerables al tener una movilidad limitada; asimismo las especies de hábitos fosoriales, es decir, aquellas especies que se encuentran adaptadas a la excavación y a la vida subterránea, son más susceptibles a ser afectadas por las actividades del **Proyecto**; por lo que es necesario tomar medidas que se enfoquen como primera opción en el ahuyentamiento de la fauna en caso de encontrarse hacia un sitio donde puedan continuar con sus procesos biológicos.

Con base en los resultados de la caracterización de fauna presente en el área de establecimiento del **Proyecto**, en el presente Programa se exhiben la metodología de ahuyentamiento de fauna y las metodologías para el rescate de fauna que fueran susceptibles de rescatar y reubicar, teniendo en cuenta el grupo taxonómico para evitar el estrés de los ejemplares manipulados, así como el monitoreo de la fauna. Los individuos de fauna que pudieran ser rescatados serán reubicados en sitios con condiciones ecológicas similares a donde fueron localizados, aumentando con ello la probabilidad de éxito de su supervivencia en las áreas de reubicación o establecimiento definitivo.

Los esfuerzos de captura serían dirigidos con énfasis sobre especies de lento desplazamiento; mientras que las acciones de ahuyentamiento (sin la captura directa de los ejemplares) estarán enfocadas sobre cualquier ejemplar de fauna encontrado en el área de establecimiento del **Proyecto**, debido a la importancia ecológica de todas las especies dentro de una comunidad.

Objetivos

Objetivo General

Salvaguardar a los individuos de fauna silvestre que se pudieran transitar en la superficie del desarrollo del **Proyecto** durante las diferentes etapas del **Proyecto**, estableciendo las técnicas adecuadas de protección, rescate, reubicación, monitoreo y manejo de fauna para propiciar su conservación dentro de las áreas adyacentes al **Proyecto.**

Objetivos Particulares

- Ahuyentar de la superficie autorizada para la construcción del **Proyecto** a especies de aves, así como cualquier fauna terrestre que se pudiera encontrar en las inmediaciones del **Proyecto**,

con la finalidad de disminuir la densidad de fauna, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el sitio del **Proyecto**.

- Rescatar y reubicar las especies de fauna silvestre, que se pudieran encontrar y que no pudieran ahuyentarse dentro del área del **Proyecto** y que sean susceptibles de ello.
- Asegurar mediante una serie de acciones de manejo, que las obras que se pretenden realizar ocasionen el menor daño posible a la fauna.
- Otorgar estrategias para favorecer la reubicación de las diferentes especies, y reubicarlas en áreas con características físicas y biológicas similares a las del área de procedencia de los ejemplares rescatados.
- Conservar, prioritariamente a todas las especies de fauna que pudieran estar presentes en el área destinada al **Proyecto.**

Metas particulares

- Ahuyentar el mayor número de individuos de fauna presentes que se pudieran encontrar en el área de establecimiento del **Proyecto**.
- Rescatar y reubicar a los individuos de fauna del área de establecimiento del **Proyecto** que no se hallan desplazado con las actividades de ahuyentamiento, en caso de encontrar algún ejemplar.
- Minimizar el daño a las especies de fauna presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos presentes.
- Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos de fauna que fueran susceptibles de ser capturados, evitando causar estrés en ellos o manejo excesivo.
- Que el sitio de reubicación de los ejemplares que se pudieran rescatar sea el óptimo y cumpla los requerimientos de hábitat para garantizar su adaptabilidad y supervivencia en el medio.
- Crear conciencia de protección entre las personas involucradas con el **Proyecto**.

Responsables del desarrollo del Programa

La responsabilidad de la ejecución del Programa estará a cargo de los contratistas y subcontratistas, quieres serán los encargados de llevar a cabo la aplicación oportuna y efectiva del Programa. La supervisión y vigilancia del Programa a través de la aplicación del **PVA** será del supervisor ambiental de la Promovente, quien será que reporte las desviaciones e incumplimiento al mismo, para lo cual deberá de realizarse una auditoria del presente Programa.

Metodología

Las acciones previstas en el presente Programa se encuentran enfocadas a la protección y conservación de todos los vertebrados (reptiles, aves y mamíferos), siendo la única condición que se pudieran hallar dentro del área de intervención del **Proyecto** y en riesgo de ser afectado por alguna de las actividades de preparación del sitio y construcción. Se optará preferentemente por el ahuyentamiento y solo en casos particulares, así como por la posibilidad de encontrar alguna especie faunística por la captura y reubicación de individuos y su posterior monitoreo.

Criterios de selección para el rescate y reubicación

La fauna responde diferencialmente a las alteraciones en el medio ambiente, después y durante una perturbación, por lo que esta reacciona dependiendo al comportamiento propio de su especie, su grado de movilidad, el estado físico en el que se encuentre y el tipo y velocidad de la perturbación.

Para determinar las especies de fauna a rescatar se tomaron en cuenta las especies de fauna registradas en el predio de acuerdo con la caracterización de la presente manifestación, estableciendo los siguientes criterios de selección:

- Fauna de lento desplazamiento. Aquí se considera la movilidad de los individuos, entendida como la capacidad de escape natural que tienen ante los cambios en su hábitat; mientras menor sea su movilidad (por ejemplo: anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) tendrán menor probabilidad de desplazamiento ante las perturbaciones generadas por las actividades realizadas para el desarrollo del proyecto.
- Individuos que se encuentren imposibilitados para desplazarse, heridos en condiciones de recuperarse o de ser reintegrados al medio. Engloba los individuos que aún se encuentran en etapa de desarrollo y que no son capaces de desplazarse por sus propios medios, pese a ser individuos pertenecientes a especies con alta movilidad, como, por ejemplo: crías de aves o mamíferos. Asimismo, incluye individuos heridos que se considere que tienen la posibilidad de recuperarse para más tarde ser reintegrados al medio.
- Especies nativas o endémicas. Este criterio se aplica considerando el endemismo de las especies al país o al estado, como una medida de valor biológico de estas especies, en el sentido de que deberían de ser consideradas como especies prioritarias en su manejo en relación a las no endémicas.

Es importante aclarar que el rescate de fauna que se realizará únicamente dentro del área de aprovechamiento del predio del **Proyecto** y será ejecutado por un equipo de especialistas entre los que se encontrarán biólogos y/o veterinarios de fauna silvestre, pues serán ellos quienes determinarán los ejemplares factibles de rescate. Dicho rescate se llevará a cabo previo al inicio de la etapa de preparación del sitio y solo en caso de ser necesario se realizará el rescate de fauna en las etapas de construcción y de operación.

Integración de la brigada de rescate

El rescate sería ejecutado por una brigada a cargo de un técnico especialista en fauna que coordinará las actividades a realizar por los auxiliares de campo; cada uno de los integrantes de la cuadrilla contará con equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para el buen manejo de los ejemplares de fauna.

El técnico especialista en fauna tendrá como responsabilidades:

- Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo;
- Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada;
- Identificar las especies rescatadas;

- Coordinar el trabajo de rescate;
- Verificar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su captura hasta su reubicación;
- Verificar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se capturaron los ejemplares;
- Supervisar que el rescate y reubicación se realice de forma correcta;
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que desarrollarían los auxiliares de campo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y las herramientas necesarias para realizar un trabajo en forma segura y confiable;
- Realizar las actividades de ahuyentamiento fauna (ruido, movimiento de troncos, piedras, etc.).
- Realizar la búsqueda de ejemplares, removiendo objetos que pudieran servir de refugio;
- Realizar de ser el caso, la captura de ejemplares, con base en la técnica de acuerdo con el grupo faunístico;
- Georreferenciar los puntos de captura y liberación y recabar las evidencias fotográficas de las acciones realizadas.
- Llevar a cabo el monitoreo de las especies que pudieran ser rescatadas y reubicadas.

Después de haber conformado la brigada de rescate y previo al inicio de las actividades de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna se capacitará al personal que participará en las actividades mediante la impartición de pláticas y cursos de manejo adecuado de los grupos de fauna y posteriormente se procederá a monitorear la fauna que pudiera haber sido rescatada y reubicada.

Figura IV.4. Ejemplos de metodologías en campo



Sitios de rescate y reubicación

Los sitios donde se realizará el rescate y reubicación de ejemplares de fauna susceptibles de rescate y que sean hallados en el **AP**, serán dentro del área de conservación y si es necesario dentro de la **RE** del **Proyecto**, delimitadas por la brigada de topografía para la construcción del proyecto.

La localización de los individuos susceptibles de captura se realizará a través de búsquedas deliberadas que impliquen la remoción de objetos tales como piedras o troncos, hierbas o cualquier otro sitio que sirva como refugio. Para precisar los sitios de rescate, invariablemente se georreferenciarán y reunirán evidencias fotográficas que demuestren el momento de la captura y reubicación del ejemplar.

Para cada ejemplar de fauna que fuera rescatado se efectuaría una caracterización del medio donde se desarrollan naturalmente y donde de ser el caso, sean encontrados. Es importante mencionar que durante la elaboración del estudio ambiental del **Proyecto**, además de haberse realizado el muestreo de fauna en el **AP** y en la **RE**, también fue posible reconocer el tipo de ambientes naturales y modificado, así como las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, por lo que con base en el conocimiento de la fauna registrada, el conocimiento de la fauna potencial y el conocimiento de las características medioambientales de la zona se podrá identificar las áreas más adecuadas para la reubicación de los organismos faunísticos para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir.

Se deberá de seleccionar un sitio adecuado para la reubicación de los individuos de fauna, ya que dicha situación juega un papel importante para para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir, que tenían antes de ser capturados y reubicados.

Considerando que las acciones de captura representan una fuente de estrés para los individuos de fauna, posible daño físico si no se realiza su captura y manejo de forma adecuada, así como la posible transmisión de enfermedades (de una especie de fauna a otra especie de fauna), la captura, manejo y reubicación de los individuos de fauna se realizará por personal que cuente con los conocimientos y experiencia necesaria en el manejo de los diferentes grupos de fauna, evitando manipulaciones indebidas y estrés en los animales. Los animales capturados serán asegurados en recipientes o sacos especiales y transportados al lugar de reubicación, asegurando que el trayecto sea lo menos traumático para ellos. La liberación se realiza con el mismo día de su captura evitando prolongar más de lo necesario el tiempo de cautiverio de los ejemplares capturados.

Con respecto a la ubicación de los sitios destinados para la reubicación de la fauna, en caso de encontrar fauna susceptible de rescate, tanto las áreas de rescate como las de reubicación serán georreferenciadas y reportadas a la autoridad dentro de los informes de cumplimiento; proponiéndose la siguiente área para realizar la reubicación.

Técnicas de rescate de fauna silvestre

El Programa iniciará con la capacitación del personal que participará en las actividades de rescate mediante la impartición de pláticas y cursos de manejo adecuado de los grupos de fauna. Las actividades de rescate y reubicación de fauna irán acorde al avance de la limpieza del terreno.

Para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, la primera alternativa será realizar acciones de ahuyentamiento y después se realizará búsqueda activa de individuos que no se hayan desplazado por sus propios medios para proceder de ser el caso, a su rescate y reubicación conforme a la técnica más adecuada dependiendo del grupo taxonómico que se trate.

Acciones de ahuyentamiento

Las acciones de ahuyentamiento serán primordiales y consisten en incitar a los ejemplares a alejarse por sí solos del área de establecimiento del **Proyecto**. Este procedimiento será la principal herramienta para usar con la fauna debido a que este método es el que genera menos estrés al no depender de la captura de los ejemplares y tenerlos en cautiverio hasta la hora de su liberación.

Se prevé utilizar la estimulación auditiva para el ahuyentamiento de ejemplares, que consiste en la reproducción de sonidos que estimulen el desplazamiento de individuos; además de los estímulos mecánicos que consisten en movimiento de arbustos, rocas, troncos o cualquier otro sitio que pueda fungir como refugio; por lo que se requerirá de silbatos y/o instrumentos para generar sonidos tales como altavoces, silbatos o aparatos ultrasónicos. Este tipo de técnicas pueden aplicarse a los diferentes grupos taxonómicos, aunque resulta más efectivo en el caso de especies de rápido desplazamiento y amplio rango de movimiento en términos de su ámbito hogareño.

Se realizarán las acciones de ahuyentamiento con una anticipación máxima de un día previo a que comiencen los trabajos de preparación del sitio y construcción; el lapso de tiempo debe ser corto para evitar la recolonización del área liberada de la presencia de fauna. Estas labores se efectuarán conforme

avance la obra, es decir, estarán supeditadas a la calendarización de las obras del **Proyecto**. Cabe mencionar que los trabajos de preparación de sitio y construcción implicarán en sí una actividad de ahuyentamiento debido a la presencia de una mayor cantidad de personas y maquinaria, por lo que conforme se avance la obra se espera la incidencia de una menor cantidad de individuos de especies de fauna silvestre dentro del área del **Proyecto**, en caso de encontrarse.

La brigada de rescate de fauna recorrerá mediante transectos el área de establecimiento del **Proyecto** siendo implementados los estímulos, previo al ingreso de maquinaria y personal, los estímulos auditivos generados deberán ser mayores a 100 dB, con lo que se espera la huida de aves y mamíferos de talla grande cuya capacidad de desplazamiento es mayor. Los sonidos emitidos a través de dispositivos tales como altavoces o sirenas alertarán de peligro a los individuos de fauna local y deberán ser generados en lugares y momentos estratégicos y NO se activarán de forma continua, ya que el estímulo podría volverse común para la fauna y el efecto deseado no se lograría.

Para efectuar las acciones de ahuyentamiento, se tendrán en cuenta los picos de horarios con mayor actividad para cada grupo faunístico.

Tabla IV.5. Horarios de mayor actividad de la fauna silvestre

Taxón	Horario matutino	Horario vespertino
Reptiles	Entre las 6:30 y las 10:30 am	Entre las 6:00 y las 10:00 pm
Mamíferos	Entre las 7:00 y las 9:00 am	Entre las 6:00 y las 12:00 pm
Aves	Entre las 5:30 y las 9:30 am	Entre las 3:00 y las 6:00 pm

En este tenor, se especifica que el tiempo considerado para la aplicación del presente Programa será durante toda la etapa de Preparación de sitio y Construcción, pudiendo haber monitoreos posteriores a dicha etapa para asegurar que no haya algún ejemplar faunístico dentro de las áreas del **Proyecto**.

Técnicas de captura y reubicación de fauna silvestre

Cualquier tipo de manejo afecta física y emotivamente a los ejemplares de fauna, por lo que se considera un manejo adecuado, aquel que permite la obtención del objetivo deseado en forma eficiente, sin comprometer la salud del animal, ni poner en peligro la seguridad de quien lo realiza. Por lo anterior, el ejemplar se debe mantener lo más tranquilo posible, realizando un manejo suave, seguro y eficiente. El manejo adecuado favorece la adaptación, sobrevivencia y reproducción, ya que contribuye a mantener sanos a los ejemplares y permite el despliegue de las conductas naturales propias de cada especie, por lo anterior, la técnica de captura estará en función de las características de los diferentes grupos de vertebrados hacia los cuales está enfocado el presente programa, mismas que se describen en los siguientes párrafos.

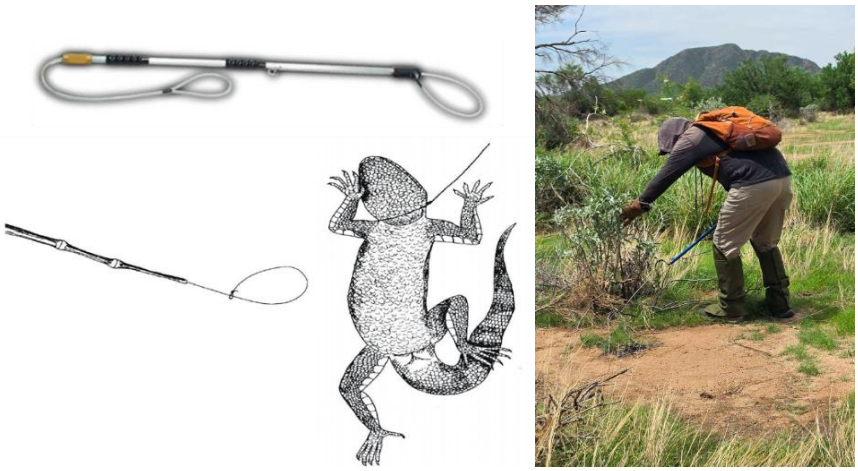
Reptiles

La búsqueda de individuos de este taxón será dirigida revisando piedras, cúmulos de material vegetal o cualquier otro elemento donde pudieran albergarse, teniendo por objetivo maximizar la eficiencia de captura. Los métodos más efectivos para la captura de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa (Mella, 2005; Donoso-Barros, 1996). Dependiendo de las características del ejemplar y el riesgo que represente su manipulación, ésta podrá ser:

Captura directa: Las lagartijas y otros pequeños reptiles podrán ser capturados atrapándolos directamente con la mano, la manera más fácil es sujetándolos rápidamente con la mano abierta, teniendo cuidado de no aplastarlos. Esta manipulación directa de individuos deberá ser mediante el uso de guantes de carnaza, sujetándolos con cuidado por la parte dorsal del cuerpo y nunca por la cola, ya que es desprendible.

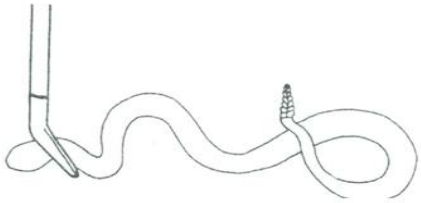
Captura indirecta: La captura indirecta también podrá ser aplicada sobre reptiles de talla pequeña utilizando una vara lazo, que consiste en un tubo ligero y hueco donde atraviesa un cordel delgado, en un extremo del tubo cuelga el cordel en forma de arillo y el otro extremo se utiliza para jalarlo. Para utilizar esta técnica, es necesario acercarse lentamente y con mucho cuidado para no perturbar o espantar al organismo y una vez que se alcanza una distancia aceptable, se coloca el arillo del cordel en la parte del cuello y/o en alguna de las patas para evitar la asfixia e inmediatamente se jala del otro extremo sin presionar demasiado ya que se puede lesionar al organismo atrapado (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

Figura IV.5. Vara lazo para la captura de lagartos de talla pequeña y lagartijas

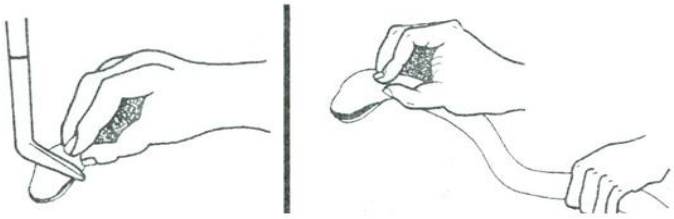


Para la captura de culebras y víboras se utilizarán ganchos o bastones herpetológicos; para utilizarlos, una persona deberá presionar ligeramente con uno de estos ganchos la cabeza del individuo contra el suelo, lo cual permitirá que una segunda persona, la que cuente con mayor experiencia en el manejo de estas especies para evitar accidentes y daño sobre las vértebras del animal (Mata-Cruz, 2012), la sujete de la cabeza rodeándola con el dedo pulgar en sentido contrario de los demás dedos, en tanto que con la otra mano sostendrá el cuerpo, en su parte media-baja, para inmovilizarla.

Figura IV.6. Captura y contención de culebras y víboras.



A) Cómo inmovilizar la cabeza de una serpiente



B) Cómo sujetar una serpiente por la cabeza C) Cómo sujetar el cuerpo de la serpiente

Las especies particularmente ágiles y peligrosas, podrán manipularse (a consideración de quien esté realizando el manejo de ejemplares) con dos ganchos herpetológicos, de forma que no se tenga contacto directo con el individuo, con uno de ellos se levantará la parte de la cabeza y con el otro la parte media del cuerpo e inmediatamente se depositarán dentro del medio de transporte.

Mamíferos

Es común que los mamíferos respondan positivamente a las acciones de ahuyentamiento alejándose por sí solos de las áreas donde se ejecutan. No obstante, las alternativas metodológicas para la captura de estos individuos se describen a continuación:

Captura directa: La captura podrá ser directa, particularmente para la mastofauna de talla pequeña, como lo son los roedores. En cuyo caso, se emplearán guantes de carnaza como protección ante mordidas, y el individuo se inmovilizará con la palma de la mano hacia abajo y los dedos rodeando su cuerpo, actuando con suavidad y firmeza.

Captura indirecta: La captura indirecta es aplicable por medio del empleo de trampas tipo Sherman y/o Tomahawk que serán colocadas en los sitios de paso donde se juzgue que podrían estar alojándose algún ejemplar de mastofauna y de ser el caso, en entrada de las madrigueras.

Este tipo de trampas tienen un sistema donde la puerta de entrada se mantiene sujeta en un doble piso, sobre el cual se coloca el cebo, al pisar el animal sobre éste, se dispara la puerta accionada por un resorte, atrapando al individuo. El “cebo” consistirá en una pequeña porción de avena mezclada con crema de cacahuate (Mills et al., 1998) y se colocará antes de activar la trampa.

Las trampas serán activadas y cebadas antes de oscurecer y revisadas en la mañana del día siguiente de su colocación (Mills et al., 1998 Op cit.), para que en su caso los individuos capturados sean reubicados lo antes posible.

Figura IV.7. Trampas para la captura de mastofauna



Trampa tipo Tomahawk para la captura de mamíferos de talla pequeña y medianos



Trampa tipo Sherman para la captura de mamíferos de talla pequeña





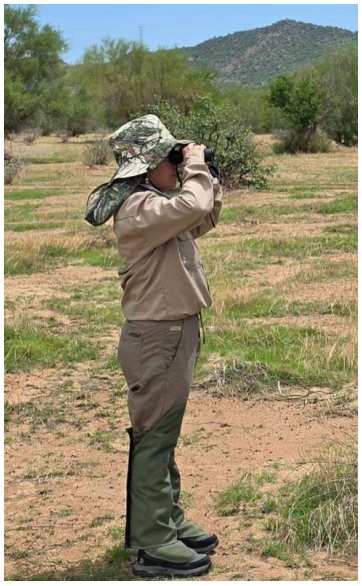
Aves

En el caso de las aves, su capacidad de desplazamiento es en cierta forma un atenuante para los casos de pérdida de organismos, realizando en primera instancia durante los recorridos el ahuyentamiento.

No obstante, a fin de propiciar la migración de individuos, será necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento (Hawthorne, 1987), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves.

Se considera menos estresante para las aves provocar perturbaciones de ruido para que se desplacen, que utilizar métodos de trampeo innecesarios que pueden estresarlas considerablemente, además de causarles algún daño físico por la captura.

Figura IV.8. Técnica para Avifauna



Son pocas las aves con mínima movilidad que requieran ser capturadas para trasladarlas a un lugar más seguro. Solo se capturarán aves que no estén en condiciones de desplazarse por sí mismas, ya sea que se encuentren heridas, o que sean crías de aves en etapas tempranas de crecimiento localizadas en nidos que no puedan esperar a ser reubicados y/o que sus padres hayan abandonado. La captura de aves, involucra el uso de trampas y redes.

- Trampas en forma de corazón: son para capturar aves que están anidando. Las precauciones son con respecto a la ubicación y dirección de la trampa.
- Trampas con una puerta que cae: son para aves que están incubando.
- Trampas con redes: Pueden ser de acción repentina, esta trampa es altamente selectiva y puede utilizarse con mal tiempo.

Figura IV.9. Ejemplo de métodos para captura de aves



Traslado y liberación

Generalidades para el transporte y liberación

Para la transportación de los ejemplares del sitio de captura al de liberación, se deberán tomar en cuenta las siguientes medidas:

- La transportación será lo más rápido y tranquilamente posible.
- Los ejemplares serán transportados por separado (aún los de especies gregarias), cada uno en una jaula. En el caso de los reptiles pueden ser transportados en bolsas de tela o costales individuales. En el caso de los anfibios, se transportarán en recipientes de plástico.
- Las jaulas de transporte deben ser cerradas (para algunas especies es recomendable que tengan una ventana hecha con malla metálica), con sistema de aireación, provistas de patas o un pie en su base, puerta con seguro (las corredizas son más seguras que las que tienen bisagras), y manijas para su traslado.
- Las medidas de las jaulas deben permitir un cómodo ingreso y permanencia a los animales que se desee trasladar, así como también su fácil manipulación.
- Cuando se transporten varias jaulas, se deberá acolchar las superficies para evitar que se golpeen.

Se deberán tomar las medidas adecuadas de transportación considerando el tipo de fauna a trasladar, ya que cada grupo de vertebrados tiene conductas propias

El sitio donde se liberen los ejemplares deberá tener las siguientes características, con la finalidad de que sea el sitio más adecuado que permita a los individuos continuar con su desarrollo:

- El área de liberación deberá de tener un grado de similitud con el sitio original de rescate, es decir, deberán ser sitios con vegetación natural y en un estado de conservación apto para asegurar su supervivencia.

- Es preferible que los sitios de reubicación se localicen en las zonas cercanas al área donde se desarrollará el proyecto, con la finalidad de que el traslado sea lo más rápido posible.
- Se deberá considerar el grado de influencia de otras actividades en el sitio de liberación.
- Grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización de los ejemplares liberados.
- Condiciones de la estructura de edades y proporción sexual de los animales liberados (p. e. para especies territoriales, si los machos se liberan en forma separada, si se liberan grupos de machos y hembras, entre otros).

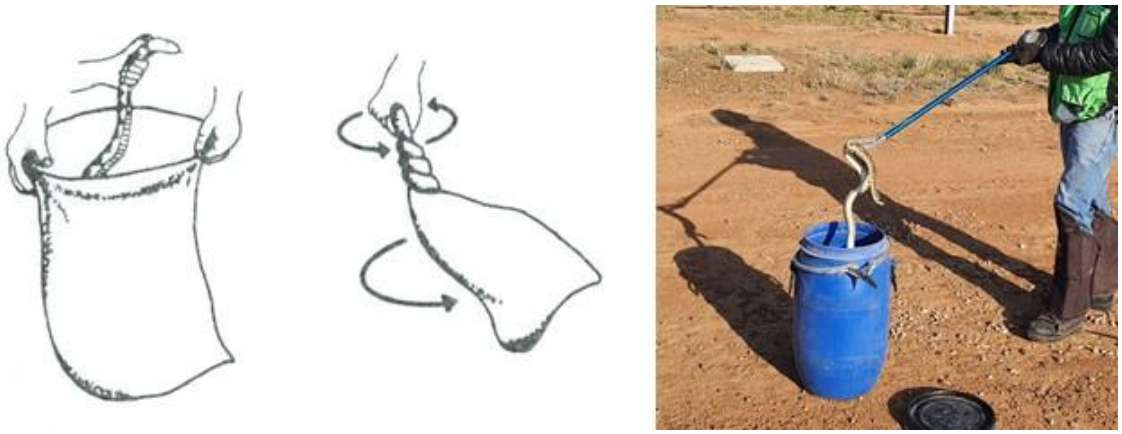
Adicional a lo anterior se buscarán que estos sitios de liberación cuenten con las mismas características del hábitat en el que se encuentran los organismos. De esta manera se evitará en la medida de lo posible que la fauna que habita en el lugar se vea afectada debido a las actividades a desarrollar en el **Proyecto**.

Reptiles

El medio de transporte consistirá en un contenedor profundo de plástico o bien, un costal de manta que una persona deberá sostener, abriéndolo lo suficiente para que una segunda (la que manipula al ejemplar), introduzca al individuo rápidamente y con cuidado para no lastimarlo, introduciendo primero la parte posterior (cola) seguido de la parte anterior (cabeza); una vez adentro el reptil, el costal deberá torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

En caso de especies venenosas, manipuladas con el uso de dos ganchos herpetológicos, el transporte de ejemplares puede realizarse mediante los contenedores antes mencionados para no tener ningún contacto con el individuo de fauna, éstos deberán contar con ventilación.

Figura IV.10. Transporte de reptiles para su reubicación



Al término de cada jornada, los animales que se hayan capturado, serán trasladados hacia los sitios de liberación, seleccionados con forme a los descrito previamente, y sin exceder en ningún caso las 24 horas de cautiverio.

Mamíferos

Una vez capturados, los individuos de este grupo se trasladarán al sitio elegido para su reubicación, dentro de las mismas trampas cubiertas con tela para reducir el estrés derivado del traslado y la presencia humana, y en el menor tiempo posible siguiendo la ruta más corta, pero a través de los caminos que estén en mejores condiciones.

Registro de datos

Todos los individuos que sean rescatados deberán de ser inspeccionados por el especialista en fauna silvestre, de modo que éste podrá determinar si los individuos se encuentran en buena condición física tras su manipulación; asimismo, llenará una hoja de registro en la que se especificará la siguiente información:

- Coordenadas UTM del sitio en el que se rescató.
- Nombre común y científico del ejemplar.
- Condición física, sexo, solo si es posible determinarlo, peso, talla y otros rasgos morfométricos.
- En caso de que el animal requiriera de tratamiento médico, se deberá especificar en qué consistió.
- Coordenadas UTM del sitio de liberación.

Posteriormente, la información será concentrada en una tabla de Excel, con la finalidad de poder manejar mejor los datos y realizar los análisis correspondientes.

Tabla IV.6. Ejemplo de bitácora de rescate de fauna que se podría emplear para el registro de información

Técnico responsable:				Fecha de captura:	Coordenadas de captura		Coordenadas de liberación		Fecha de liberación:	Condición física del ejemplar
Nombre común	Nombre científico	Estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Distribución		X	Y	X	Y		
Observaciones:										

Con el registro de los datos antes mencionados, se podrán elaborar informes de las actividades de rescate realizadas para el **Proyecto**, mismos que podrán ser presentados a las autoridades correspondientes en caso de así requerirse.

Cuidado de las especies rescatadas

El **Proyecto** contará con personal especializado para atender de manera oportuna, en el caso de que se presentara un evento de alguna especie de fauna silvestre que pudiera verse afectada por las actividades del **Proyecto**, y si por alguna situación la avifauna se vería afectada que es muy poco

probable, el personal asignado a esta actividad atenderá a los individuos lesionado y lo comunicará a la **PROFEPA**.

Monitoreo de fauna silvestre

El monitoreo de fauna silvestre implica la observación y el registro de información sobre animales en su interacción con las áreas del **Proyecto**, con el objetivo de comprender su comportamiento, distribución, abundancia y cambios en el tiempo. Hay diversas técnicas para llevar a cabo este monitoreo, que pueden ser directas o indirectas.

Monitoreo directo

- Observación visual: Identificación y conteo de animales mediante la observación directa en el área del Proyecto.
- Conteo por puntos: Se establecen puntos de observación en áreas específicas y se registra la presencia y número de individuos de interés.
- Transectos lineales: Se recorren líneas definidas y se registran los animales observados
- Captura, marcaje y recaptura: Se captura un grupo de animales, se les coloca un marcador y se liberan, para luego ser recapturados y estudiar su comportamiento y distribución.
- Cámaras trampa: Dispositivos que registran imágenes o videos de la fauna cuando detectan movimiento, ideales para especies de difícil acceso.
- Muestreo de excretas: Recolección y análisis de heces u otras excretas para determinar la presencia y abundancia de especies.
- Huellas y rastros: Se busca y analiza huellas, rastros y otras pistas dejadas por animales para inferir su presencia, actividad y tipo de especie.

Monitoreo indirecto

- Análisis de Hábitats: Estudio de las características físicas, químicas y biológicas del área del proyecto para evaluar su idoneidad como hábitat para diferentes especies.
- Análisis de datos de percepción remota: Utilización de imágenes satelitales y otros sistemas de detección remota para obtener información sobre la distribución de la fauna en el área del **Proyecto**.

Protocolo de monitoreo para mamíferos terrestres

Método de Fototrampeo.

Par ver si existe tránsito de fauna terrestre, en primera instancia dentro del Proyecto, se utilizará el método de fototrampeo, debido a que dentro del predio existe la seguridad de colocar las fototrampas sin que puedan ser extraídas por extraños.

El muestreo se llevará a cabo en todo el año, tratando de abarcar la temporada de lluvias y secas de cada año, esto con el fin de poder analizar la presencia de la fauna terrestre dentro del área del **Proyecto**, cuando se presenta abundancia y escasez de recursos (MINAM, 2015).

[redacted]

Se establecerán cuatro unidades de muestreo que cambiarán de lugar cada 20 días (Medellín et al., 2006., Tjørve, 2003), colocadas de manera aleatoria en una cuadrícula, donde la dimensión de cada cuadrante es de ~0.36 km2 donde: 1 unidad de muestreo = 2 cuadrantes. Las unidades de muestreo cuentan con una dimensión de 1.2 km por 600 m, las cuales contarán con dos estaciones de muestreo que se colocarán tomando en cuenta lugares con indicios de fauna, tales como excretas, pelo o tomas de agua (Medellín et al., 2006)

La toma de datos se realizará con equipos de fototrampeo. Las cámaras se instalarán a una distancia de 30 cm del suelo (Díaz-Pulido y Payán, 2012) y se colocarán estaciones olfativas con un tipo de cebo a 2-3 m de distancia de la cámara como atrayente. La composición del cebo se dirigirá a dos grupos de mamíferos según su tipo de alimentación: 1) herbívoros: avena, frutas, semillas. 2) carnívoros: sardinas, atún, carne de res, pollo (González- Romero, 2011).

Se mantendrá una distancia de 500 m a 1 km entre cámaras dentro de cada unidad (Díaz-Pulido y Payán, 2012), dependiendo de la accesibilidad del lugar.

El circuito de las cámaras será programado para permanecer activo durante 24 horas y se configurará para la toma de tres fotografías a partir del estímulo activador con intervalo de un segundo entre cada fotografía y 30 segundos entre cada ráfaga. Para cada cámara se llenará un formato recomendado por Díaz-Pulido y Payán (2012) previo a la instalación en su sitio, donde se tomarán datos relacionados a la hora, fecha, ubicación, descripción del lugar y otros datos relacionados.

Las cámaras se revisarán cada semana para la descarga de las fotografías, evaluar su correcto funcionamiento, así como la carga de las baterías u otro problema que pueda surgir y se registrará todo en un formato.

Tabla iv.7. Formato de registro de fotos (Tomado de Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012)

No. Foto	Fecha	Estación	Cámara	Especie	Nombre común	Número de individuos	Hora	Código foto	Observaciones

Método de captura (Trampas Sherman)

Trampas Sherman de captura viva (para mamíferos pequeños): Se colocará una línea de 10 trampas Sherman por punto de muestreo, separadas 10 metros entre trampa y trampa sobre las líneas de las áreas de los componentes. Las trampas serán cebadas con avena en hojuela humedecida con vainilla, ya que este aroma funciona como atrayente y la avena proporciona alimento a los individuos capturados hasta el momento que son liberados para evitar su muerte.

Las trampas Sherman, serán colocadas al atardecer (entre 5:30 y 7:00 PM) y recogidas en la mañana (de 7:00 a 9:00 AM), a razón de que los mamíferos terrestres tienen rangos de actividad cortos de día, y la mayoría son de hábitos nocturnos y crepusculares.

El método de captura viva con trampas Sherman es no invasivo y permite obtener vivo al organismo para su correcta identificación. Su eficiencia de captura es alta para medir riquezas y abundancia de especies (dos Santos-Filho, et al., 2006). Los mamíferos capturados serán extraídos en bolsas de manta para su manipulación e identificación.

La identificación taxonómica de los ejemplares colectados se realizará in situ tomando sus medidas somáticas y con ayuda de la clave para la identificación de “Los Mamíferos de México” (Villa & Cervantes, 2003), después de ser identificadas las especies, los ejemplares serán fotografiados y liberados.

Indicadores de realización

Como indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva del programa) y de ser el caso que hubiera fauna en el **AP**, se utilizará el porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna con respecto al área autorizada para la construcción del **Proyecto**, con base en la siguiente expresión:

$$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$$

Donde:

R%av = Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna.

Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el ahuyentamiento y rescate de fauna.

St = Superficie total del proyecto.

Para este indicador el umbral permisible es el 100% de la superficie.

Indicadores de eficacia

Los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación del programa, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinó de utilidad el siguiente:

Sobrevivencia de los ejemplares de fauna al **momento de su liberación**, mediante este indicador se evaluará que las técnicas de manejo y su ejecución hayan sido adecuadas, cumpliendo con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los individuos rescatados.

$$E_{\%sv} = \frac{S_l}{S_c} x100$$

Donde:

E%sv = Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación.

S_l = Número de individuos vivos liberados.

S_C = Número de individuos capturados.

Para este indicador el umbral permisible es el 100%, pues no se admitirán pérdidas derivadas de un mal manejo.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento

de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades de colocación de chip, marcaje, captura y recaptura o alguna otra técnica que permita monitorea a los individuos reubicados; situación que sometería a la fauna de forma innecesaria a fuertes presiones de estrés o posible daño físico.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presente en la **RE**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Con base en el conocimiento y estudio de **AP** y la **RE**, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies recatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometido al estrés innecesario que representan las actividades de marcaje cualquiera que sea la técnica empleada y captura y recaptura.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad del programa en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el área de establecimiento del **Proyecto**, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

Cada supervisor ambiental del contratista o subcontratista será responsable de la ejecución de las actividades o programas específicos, presentando un informe mensual de los resultados obtenidos al supervisor ambiental de la Promovente para este integre el informe anual que deberá de presentarse ante la **SEMARNAT**.

Cabe señalar, que el informe mensual desarrollado por cada supervisor ambiental de las contratistas o subcontratistas deberá de contener la siguiente información de manera enunciativa, pero no limitativa:

- Período de aplicación de las medidas o programas específicos que se integran al presente Programa.
- Descripción de las medidas o programas específicos aplicados ligados al presente Programa con sus responsables a través de la integración de bitácoras de trabajo en los diferentes frentes, debidamente firmadas por los supervisores ambientales.
- Grado de cumplimiento de los indicadores de eficacia y realización comprometidos en los programas específicos aplicados.
- Medidas de urgente aplicación aplicadas para corregir las desviaciones identificadas en la aplicación de las medidas o programas específicos.
- Anexo con la evidencia de las acciones que ha llevado a cabo la promovente en las distintas etapas del proyecto. El anexo deberá contemplar fotografías y/o videos a color, con su

respectiva referencia geográfica (coordenadas UTM en formato .csv y/o .kml), así como la fecha y hora de captura como marca de agua en cada fotografía y/o video.

- integrar otros temas relevantes que demuestren un buen desempeño del Programa.
- Análisis, discusión y conclusión de resultados.

Calendario de comprobación

Este programa solo se ejecutará dentro de la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.

Tabla IV.8. 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									

Mientras que, para el monitoreo de la fauna, se tendrá el siguiente calendario.

Tabla IV.9. Calendario de comprobación para el monitoreo de la fauna

Actividades/años	1	2	3	4	5	…..				
Preparación del sitio										
Recorridos de ahuyentamiento de fauna previo al desmonte										
Recorridos de verificación e inspección física de la existencia de fauna terrestre de lento desplazamiento previo al desmonte										
Rescate y atención de individuos para ser notificados a la PROFEPA 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.										

[redacted]

Actividades/años	1	2	3	4	5	…..				
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										
Operación y mantenimiento										
Desarrollo de acciones de rescate y reubicación si se ubican individuos de fauna en la etapa operativa**										
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										

** Refiere únicamente a si se ubica algún individuo de fauna en la etapa operativa, se aplicarán para dicho individuo las acciones de rescate y reubicación.

Punto de comprobación

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla IV.10. Puntos de comprobación.

Punto de comprobación	Temática	Etapa del proyecto de aplicación	Evidencia documental	Componente ambiental
Área del proyecto sobre la huella o frentes de trabajo del proyecto y sus componentes.	Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna	PS y C	Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista. Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales	Fauna silvestre
	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	PS, C, O y M	Acuse de cumplimiento del informe presentado ante la SEMARNAT	Fauna silvestre

Medidas de urgente aplicación

De presentarse alguna contingencia, ejemplo, que durante el manejo resulte lesionado algún individuo, se transportará mediante por el uso de cajas de transporte (kennels), adecuados a los servicios médicos veterinarios para asegurar su salvedad, posteriormente una vez recuperado será liberado en los sitios

dispuestos para estos, o en su caso comunicará a la **PROFEPA** para que sea traslado a los Centros para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (**CIVS**) que se utilizan para recibir, conservar y recuperar ejemplares de vida silvestre que han sido rescatados.

IV.4. Programa de Reforestación

Objetivo general

Desarrollar acciones de reforestación con especies nativas, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación forestal por la implementación del **Proyecto**.

Objetivos específicos

- Realizar acciones de reforestación con el objetivo principal de incrementar las zonas de recuperación y para incrementar la conectividad de los ecosistemas presentes en la región.
- Reforestar con plantas nativas de la zona.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas durante los años de revisión del desarrollo de la reforestación.

Procesos de planeación de la restauración y reforestación ecológica

El desarrollo de la reforestación depende principalmente de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

Selección del sitio a reforestar

Las áreas donde se establecerán las acciones de reforestación serán con especies nativas de la región, provenientes de viveros.

Elección de las especies para restauración y reforestación

El éxito de la reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, ya sea que se haga la reforestación por semilla, por propagación vegetal (partes de las plantas) o con individuos completos. Para esto conviene elegir las especies provenientes de las actividades de rescate de vegetación, así como especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en

cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

En este sentido, se tiene que, del inventario de la totalidad de las especies a remover serán de acuerdo con lo señalado en el Capítulo III de la presente **MIA**, así como lo señalado en las bases de datos del mismo Capítulo.

La cantidad de los individuos para emplear en la reforestación depende de las especies, así como de los individuos por hectárea (ind/ha) registrados en los muestreos, además de considerar las densidades recomendadas por la CONAFOR para los tipos de vegetación que presenta el **Proyecto**.

Es así como, de acuerdo con el inventario, la compensación por la pérdida de la cobertura vegetal se establecerá de acuerdo con los siguientes criterios:

1. No se considerarán las especies herbáceas ni los pastos que se someterán a afectación.
2. Se compensarán los individuos que se removerán al 100% que tengan menor índice de Valor de Importancia (IVI).
3. Se compensará el 100% de los individuos que sean menores a 1.5 metros, para las especies arbustivas.

Criterios a considerar en las áreas a restaurar y reforestar

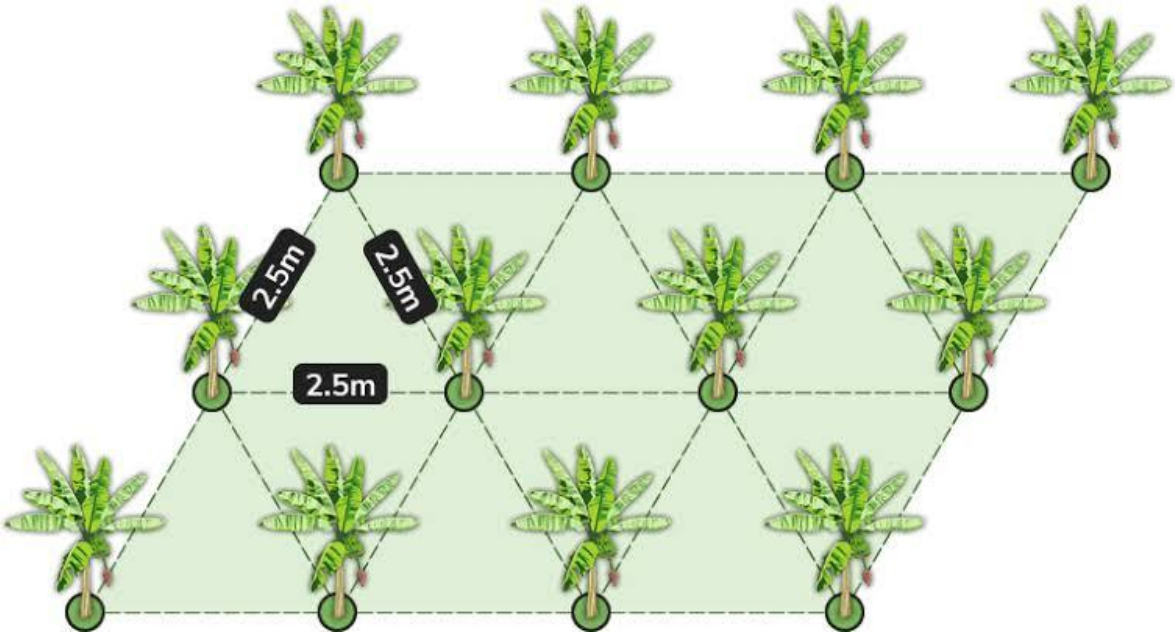
Las características ambientales mínimas que se eligen para la reforestación son las siguientes:

- Áreas donde se pueda incrementar las zonas de conectividad.
- Áreas donde se incrementará la superficie de conservación y protección para la flora y fauna silvestre.
- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo, que si se acompañara la reforestación con obras de apoyo.

Reforestación en tres bolillos

Las plantas se colocarán formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20%, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Figura IV.11. Diseños a tres bolillos



Maniobras de la restauración y reforestación

A. Embalaje y transporte

Para asegurar el éxito de la reforestación se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas, en ese sentido, si la distancia entre el vivero y la plantación es considerable, las plantas se deberán de transportar con el mayor cuidado posible utilizando un método de embalaje apropiado para la manipulación y exposición de plantas al aire libre y viento.

Al comenzar la reforestación, se iniciará conjuntamente un traslado intenso y movilización de plantas desde el vivero hacia las áreas donde se posicione la planta para las cuadrillas de plantación.

Se recomienda evitar el traslado, manipulación y movilización excesiva de plantas ya que cuando el sistema radicular de la planta se expone a la acción desecante del viento y del sol, el cual produce deshidratación dé la raíz, se provoca un bajo prendimiento de la plantación.

Para la plantación se asegurará que cada plantador use una caja de plástico chica con capacidad para 100 plantas por charola.

No se debe de manipular la planta tomándola del follaje ya que puede producir daños mecánicos como la rotura del tallo.

Además, las raíces no deben exponerse por demasiado tiempo a condiciones de altas temperaturas.

B. Selección de plantas

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado los sitios de la restauración y reforestación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la sobrevivencia

deseada. En la actualidad, la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Es necesario que la planta tenga suficientes raíces finas que son las que crecen más rápido y absorben mejor los nutrientes y el agua y el sustrato debe ser lo suficientemente firme de manera que no se disgregue al extraer la planta del contenido.

- ✓ **Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones**

Se debe desechar toda aquella planta que presente daños en el tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno.

La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que será más sensible a daños tanto físicos como de tipo fitosanitario.

- ✓ **Procedencia de las plantas**

La procedencia de la planta es muy importante para asegurar su sobrevivencia y permanencia en los sitios después de la restauración y reforestación.

Para la producción de planta en vivero lo más conveniente es que la recolección de semillas forestales provenga de la misma zona y que además cuente con las mismas características ecológicas del área a reforestar.

C. Técnica y establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la Restauración y Reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de Restauración y Reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de restitución ecológica.

El tipo de técnica aplicada será manual, para lo que se utilizarán herramientas tales como pala y un pico con el que se le da la forma de media luna.

Se recomienda regar las plantas en el vivero donde se adquieran, previo al traslado para facilitar la extracción del recipiente que la contiene, sin que se destruya el sustrato que la sostiene y asegurar el aprovisionamiento de agua para los primeros días después de la plantación.

D. Durante la plantación

Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.

Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).

Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieran hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.

Para el caso de restauración y reforestación con material vegetativo, se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso.

E. Temporada de la restauración y reforestación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

F. Seguimiento de la restauración y reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la restitución ecológica, para asegurar su permanencia. Para el presente trabajo de restauración y reforestación se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Control de maleza - El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.

Fertilización - Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de plantas muertas - Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20% de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades - Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Cronogramas de actividades - Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante la restauración y reforestación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades. La restauración y reforestación se ejecutará durante la etapa de operación del **Proyecto**.

Tabla IV.11. Cronograma de actividades para la restauración y reforestación

Actividad	Meses													Año				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5
Revisión de las áreas para reforestación																		
Determinación de cantidad y especies requeridas																		
Obtención de planta de vivero																		
Recolección de planta de material vegetativo																		
Preparación del terreno																		
Transporte de planta																		
Plantación																		
Fertilización de la plantación																		
Seguimiento (5 años)																		
Mantenimiento de áreas reforestadas (1 año)																		
Mantenimiento de otras obras (5 años)																		
Recorridos de monitoreo																		

Maniobras de restauración y reubicación.

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

Tabla IV.12. Indicadores de Eficacia

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Evaluación general de la reforestación, y obras de conservación de suelo	Porcentaje de superficie forestal atendida con acciones de recuperación forestal	(Superficie acumulada atendida con acciones de reforestación y restauración de suelos / Superficie programada con acciones de reforestación y restauración de suelos *100	Porcentaje	Anual	100
Sobrevivencia de la restauración y reforestación	Porcentaje de sobrevivencia en campo de la restauración y reforestación	((plantas vivas) / (plantas vivas + plantas muertas)) * 100	Porcentaje	Anual	80

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Superficie con acciones de restauración y reforestación ejecutados	Porcentaje de avance en las acciones de restauración y reforestación.	(Superficie con acciones de reforestación) / (Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	100
Cobertura de la restauración y reforestación	Porcentaje de cobertura de la meta programada de restauración reforestación.	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación/Superficie programada para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	80
Obras de conservación de suelo	Porcentaje de cobertura de la meta programada de las obras de conservación de suelo	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones las obras de conservación/Superficie programada para la ejecución de acciones de las obras de conservación de suelo) * 100	Porcentaje	Trimestral	100

IV.5. Programa de Manejo Integral de Residuos

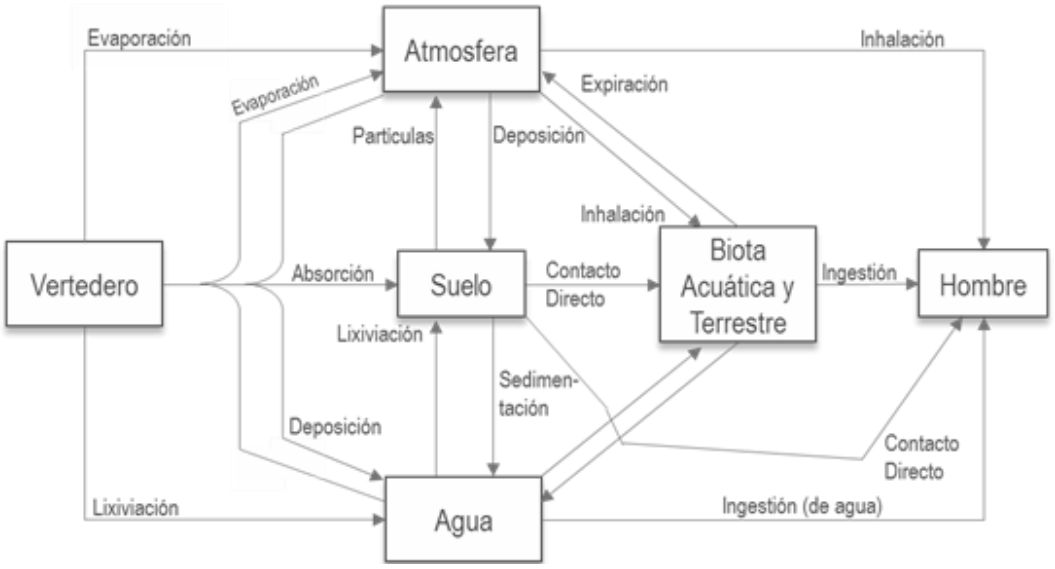
Introducción

Se consideran como elementos clave de la política ambiental nacional la protección del ambiente y la conservación de la biodiversidad, siendo que la correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y peligrosos, es un tema primordial en la problemática ambiental del país.

Debido a la generación de residuos, el agotamiento de los recursos naturales que sirven como insumo para la producción de bienes de consumo se encuentra implícito, siendo su disposición final en los basureros sin un manejo adecuado de reciclaje. La problemática ambiental más importante en la generación y disposición inadecuada de los residuos sólidos municipales y peligrosos, entre los que se encuentran:

- Los suelos son degradados, con lo cual disminuye su fertilidad y capacidad de retener y filtrar el agua;
- Los cuerpos de agua subterráneos y superficiales sufren deterioro, haciéndolos inconvenientes para el consumo humano;
- Los drenajes y el movimiento en los cauces del agua son bloqueados, provocando inundaciones durante la época de lluvias; e
- Incremento en el riesgo de incendios forestales, contaminación atmosférica y se agravan los problemas ambientales a nivel regional y global (efecto invernadero, lluvia ácida y deterioro de la capa de ozono), derivado de la emisión de gases, partículas y sustancias volátiles que se originan en los basureros.

Figura IV.12. Interacción de los residuos con los diferentes componentes ambientales



Si bien es cierto que la generación de residuos sólidos urbanos (**RSU**) representa un problema a escala nacional al verse incrementada la población y el crecimiento de las ciudades, agravando la situación con respecto a dicha problemática, el problema no es exclusivo de los centros urbanos, los residuos sólidos urbanos son generados en cualquier lugar donde existan actividades antrópicas, dado el caso del **Proyecto** en cuestión, considerando tener un número importante de empleados, principalmente durante la etapa de preparación de sitio y construcción, razón por la cual se prevé que se generará una cantidad considerable de **RSU**, que requerirá un adecuado manejo.

En el caso de los residuos de manejo especial (**RME**) serán generados durante la etapa de preparación de sitio y construcción y, se prevé sean clasificados correctamente y dispuestos de la misma manera de acuerdo con lo estipulado en la legislación aplicable en la materia.

Finalmente, para los residuos peligrosos (**RP**), será necesario implementar una línea de acción en el que se tenga planeada una correcta gestión de estos, permitiendo así primeramente la reducción en su producción, un manejo integral durante el desarrollo del **Proyecto**, la generación de un reusó una vez originado el residuo, y una disposición final adecuada; cumpliendo con los esquemas establecidos en las disposiciones legales.

El Promovente tiene como compromiso principal la protección a su personal laboral, así como del medio ambiente que caracteriza el entorno en el cual se sitúa y de los asentamientos humanos cercanos a sus instalaciones, conforme al desarrollo de políticas de seguridad, salud y protección ambiental.

Siguiendo el mismo orden de ideas, se presentan los lineamientos del Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual será desarrollado y ejecutado a lo largo del desarrollo del **Proyecto**, tomando en consideración como eje rector las Leyes, Reglamentos y Normativas en materia ambiental y de residuos aplicables y vigentes.

Objetivos

General

Plantear los lineamientos a seguir para determinar las acciones encaminadas a un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del **Proyecto** en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

Particulares

- Establecer los lineamientos para el manejo de residuos, considerando los instrumentos jurídicos vigentes y aplicables en la materia;
- Caracterizar por tipo, los residuos generados en cada una de las etapas;
- Priorizar la reducción de la generación de residuos mediante iniciativas como las buenas prácticas durante la preparación y construcción (3 R’s);
- Determinar las medidas y procedimientos que se llevaran a cabo durante el acopio, almacenaje y disposición final, considerando la naturaleza de cada residuo; y
- Establecer los lineamientos básicos a seguir en caso de contingencias por derrame de hidrocarburos.

Metas

El presente programa tendrá la finalidad de reducir la cantidad de residuos producidos y que los generados tengan en su totalidad un control, manejo y disposición adecuada por medio de procedimientos establecidos al interior de la operación del **Proyecto** en todas sus etapas.

Metodología

En las diferentes etapas que involucra la implementación del **Proyecto**, se prevé la generación de residuos; los cuales, de carecer de un manejo adecuado podrían ocasionar afectaciones e impactos al ambiente, alteraciones a la calidad de aire, agua, suelo, paisaje; así como afectaciones a la vegetación y a la fauna.

A fin de evitar o minimizar las potenciales afectaciones, se prevé la aplicación de medidas que prevengan o minimicen los impactos, mediante el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los residuos peligrosos.

A continuación, se detallan los residuos que podrían generarse durante el desarrollo del **Proyecto**, así como la metodología propuesta de manejo.

Generación de residuos

Considerando las actividades asociadas a cada etapa del proceso de desarrollo de los **Proyecto**s, los residuos a generar difieren; sin embargo, las cantidades precisas deberán ser registradas por la empresa que realice las actividades inherentes a cada etapa. En el presente apartado, únicamente se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse en cada etapa del **Proyecto** con el propósito de elaborar un programa sobre la base del tipo de generador que podría llegar a ser, atendiendo a los volúmenes producidos.

[redacted]

Tabla IV.13. Residuos generados por actividad a realizar en las etapas del Proyecto

Residuos no peligrosos	Disposición final
Urbanos	Disposición final
Madera	Reciclable
Metal (fierro dulce)	Reciclable
Cartón	Reciclable
Aluminio	Reciclable
Cobre (cable)	Reciclable
Vidrio	Reciclable
Plásticos (PET) y otros	Reciclable
Residuos peligrosos	
Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros)	
Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores)	
Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes	
Aceites gastados (lubricante e hidráulico)	
Silicón y resinas	
Envases de aerosol	
Envases de electrolitos (envases y baterías)	
Pinturas / Solventes (estado líquido)	
Residuos de soldadura (escorias)	
Residuos de soldadura cadweld	
Residuos de acido	
Agua con aceite	
Residuo de asfalto	
Lámparas fluorescentes y pilas	

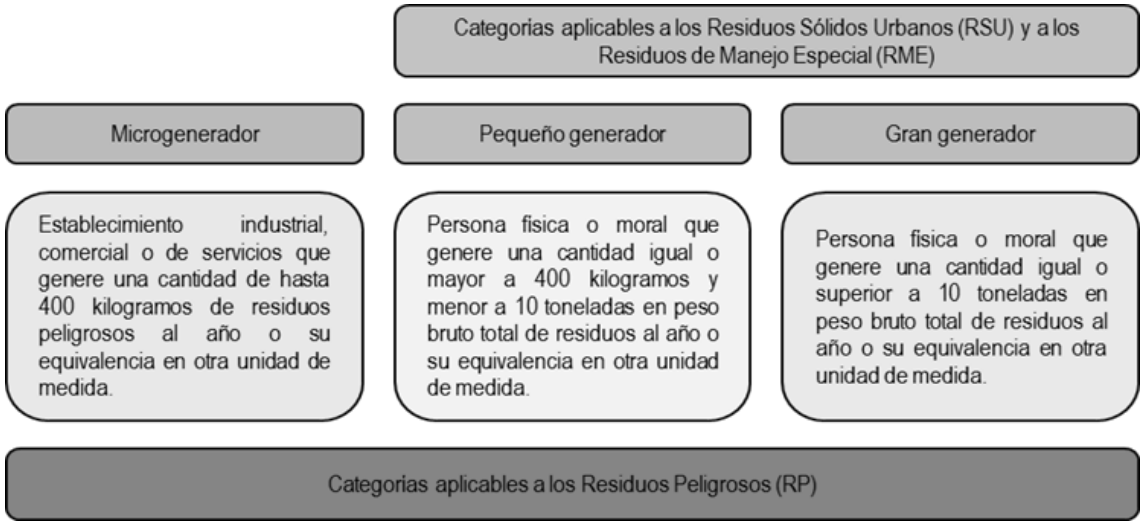
Al partir de la consideración de que cada **Proyecto** es único y que, si bien se pueden considerar impactos tipo dependiendo de la naturaleza de los **Proyecto**s, en la realidad es que existen variables tan específicas como el sitio mismo y, éstas interfieren con los resultados previstos. En este sentido, si bien es posible determinar, en términos generales, los tipos de residuos que se obtendrán, las cantidades que se incluyen solo son de referencia y fueron reportadas en un **Proyecto** de la misma naturaleza.

Ahora bien, la regulación de los residuos está dada de acuerdo con las atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias de los tres órdenes de gobierno prevista en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Para la correcta gestión de los residuos generados también es importante conocer el tipo de generador al que pertenece el **Proyecto**, de acuerdo con la clasificación propuesta por la LGPGIR en sus artículos 5 (fracción XII, XIX y XX) y 44.

[redacted]

Figura IV.13. Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año.



Residuos sólidos urbanos (RSU)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en su artículo 5°, fracción XXXIII, define los residuos sólidos urbanos como:

> *"Los generados en las casas habitación, que resulten de la eliminación de materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole."*

En este sentido, se prevé la generación de **RSU** durante todas las etapas del **Proyecto**, aunque en diferentes volúmenes. La recolección, traslado, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del municipio donde se ubica el **Proyecto**, atendiendo a las atribuciones de la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos.

Siguiendo el mismo orden de ideas, y atendiendo a las atribuciones que la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos, corresponde al municipio< la regulación de los residuos sólidos urbanos, para lo cual, en su artículo 10 señala tres funciones aplicables al programa que se presenta:

> *III. Controlar los residuos sólidos urbanos;*
>
> *IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos;*

[redacted]

V. *Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos.*

Al referirse a las actividades comprendidas en la prestación de servicios de manejo integral, la LGPGIR considera la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.

En su artículo 18, el ordenamiento citado señala que este tipo de residuos podrá subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria. Dicha clasificación corresponde a:

- Residuos orgánicos: son restos de alimentos, residuos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.
- Residuos inorgánicos: son los desechos no biológicos derivados de procesos antropogénicos. Por su naturaleza, son residuos no biodegradables o degradables a largo plazo. Se subclasifican en: papel, cartón, vidrio, plásticos, metal, electrodomésticos y desechos sanitarios.

Residuos de manejo especial (RME)

La misma **LGPGIR** define a los RME en el artículo 5°, fracción XXX, como:

> *“Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.”*

Y, en el mismo instrumento, se clasifica a los **RME** en ocho categorías de acuerdo al origen que tengan (artículo 19), de los cuales solo algunas de éstas aplican al **Proyecto**:

I. *Residuos de rocas o los productos de su descomposición que solo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados.*

III. *Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*

VII. *Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

VIII. *Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;*

IX. *Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.*

Cabe mencionar que, algunos residuos que usualmente son clasificados como **RSU**, derivado del volumen generado, principalmente durante la fase de construcción, se reclasifican como **RME**; tal es el caso del cartón, plásticos, madera, PET y los productos de la poda y desbroce de vegetación.

Segregación y almacenaje de RSU y RME

[redacted]

Al considerar el volumen que se prevé sea generado durante algunas etapas del **Proyecto**, algunos residuos usualmente clasificados como **RSU** tendrán un manejo de **RME**; tal es el caso del plástico, madera, cartón, principalmente; por lo que se abre un apartado específico para abordar las acciones a seguir para el manejo de estos residuos.

Se prevé que en cada frente de trabajo se instalen contenedores debidamente rotulados y con tapa, que permitan la correcta segregación de residuos. Para aquellos residuos que, por su volumen, no puedan concentrarse en contenedores, se destinarán áreas específicas donde se puedan almacenar de forma temporal, las cuales estarán debidamente delimitadas y rotuladas. Asimismo, se propone el uso de una gama de color, tal como se indica a continuación:

- Residuos orgánicos: cáscaras de frutas y vegetales, granos de café, cáscaras de huevo, hojas y restos de plantas. Estos residuos serán depositados en contenedores de color verde.
- Papel y cartón: periódico, cartón, revistas, folletos. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color amarillo.
- Madera: Encofrados, embalajes de piezas, pallets, tarimas. serán depositados en contenedores de color café.
- Plásticos: PET, envases no retornables, bolsas plásticas, desechables, lonas y material de embalaje. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul oscuro.
- Metales: Latas de bebidas, de atún o sardina, latas de vegetales, papel aluminio sin comida, restos de varillas y perfiles metálicos. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul claro.
- Residuos inorgánicos: Son residuos que no entren en alguna otra categoría; dentro de esta clasificación entra el vidrio, tetra pack, unicel. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color gris**.**

Figura IV.14. Código de colores para la separación de residuos



La separación de los residuos inorgánicos permitirá su promoción a reutilizar o reciclar; tanto dentro de actividades inherentes del **Proyecto**, como beneficiando a terceros. Por otro lado, los residuos orgánicos (restos de alimentos, residuos de jardinería y otros biodegradables), pueden ser destinados a elaboración de composta.

Al finalizar la jornada laboral, el personal encargado deberá verificar y recolectar aquellos residuos que hayan sido dispersados por acción del viento y deberán ser trasladados a contenedores de mayor tamaño (6 o 14 m^3), donde serán almacenados de forma temporal en el **AP**. Su traslado y disposición final será de acuerdo con lo estipulado por las autoridades municipales, a través de la autorización que esta autoridad proporcione. Para el acopio temporal de los **RME** en el sitio del **Proyecto**, se delimitarán y rotularán áreas específicas, donde no se afecte la vegetación circundante.

De forma adicional se consideran las siguientes actividades:

- Se establecerán puntos limpios para evitar el vertido de concreto o material de construcción en cualquier área durante el lavado de ollas.
- Periódicamente, los residuos serán vaciados a contenedores concentradores y se registrará el volumen generado.
- La cantidad y tipo de residuo generado será asentado en la bitácora correspondiente, donde, además se registrará la fecha de generación y de entrega para su disposición final, tipo de residuo y volumen generado.

Para la disposición final de los **RSU**, éstos podrán ser entregados a camiones recolectores o transportarlos directamente al sitio de disposición final. Es importante mencionar que corresponde a cada municipio la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los **RSU**, de conformidad con el artículo 10.

En este sentido, de forma previa al inicio de los trabajos de preparación del sitio y construcción, se deberá llevar a cabo el acercamiento con las autoridades municipales, con la finalidad de determinar los sitios de disposición final disponibles más cercanos al **AP**.

Ahora bien, en lo que respecta a los **RME**, una vez realizada la separación, serán almacenados de forma temporal en el área del **Proyecto**, en zonas predeterminadas y perfectamente delimitadas; se determinará el volumen de **RME** que serán canalizados a reciclaje y se identificará la empresa a la que serán remitidos éstos. Se llevará el control y registro en bitácora del volumen generado, para la disposición final, la promovente o contratista determinará a conveniencia de disponer directamente de los **RME**, o bien, de contratar los servicios de una empresa especializada y debidamente acreditada.

Si la promovente optara por disponer directamente los **RME**, gestionará ante la autoridad estatal las autorizaciones correspondientes para el acopio, transporte y disposición de residuos; conservará los manifiestos de entrega-recepción correspondientes; y mantendrá actualizada la bitácora que refleje las entradas y salidas de residuos.

En caso de optar por la contratación de una empresa gestora, la promovente seleccionará del padrón estatal de prestadores de servicios a una empresa que se responsabilice del acopio, transporte y disposición final de los **RME** generados en el **Proyecto**.

La integración del informe de cumplimiento de términos y condicionantes que derivan de la autorización ambiental del **Proyecto**, la Promovente presentará copia del contrato suscrito con una empresa prestadora de servicios, incluyendo los documentos que corroboren que ésta se encuentra inscrita en el padrón estatal y que cuenta con las autorizaciones necesarias para realizar la gestión de los **RSU** y **RME**.

Para cerrar el círculo de la responsabilidad compartida, la empresa gestora deberá entregar copia de los manifiestos donde conste que dispuso correctamente de los **RSU** y **RME** que le fueron entregados.

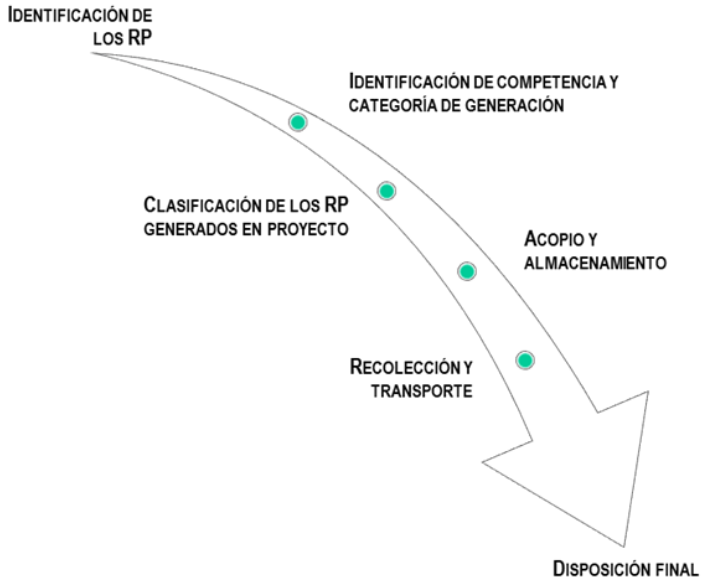
Es importante hacer del conocimiento del personal de obra que está estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo o el depósito de éstos en áreas no autorizadas para tal fin. Asimismo, todos aquellos residuos susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas cuyo giro sea el reúso o reciclaje. Se llevará registro de la entrega de cada material a recicladores, tarea que estará a cargo del supervisor ambiental.

Aunado a lo anterior, será necesario considerar la normatividad estatal, derivado de los volúmenes previstos que se podrán generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de determinar si será necesario la presentación de un Plan de Manejo.

Residuos peligrosos

La gestión de los residuos peligrosos constará de seis etapas:

Figura IV.15. Metodología aplicable para la gestión integral de RP



Identificación de RP

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5°, fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), por residuos peligrosos, habremos de entender:

Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la Ley.

Por sus características, los residuos peligrosos se clasifican de acuerdo con sus características CRETIB, las cuales son estipuladas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, tal como se indica a continuación:

Tabla IV.14. Clasificación de los RP de acuerdo con las características CRETIB.

Característica	Definición
Corrosivo (C):	Capacidad de un compuesto de disolver a otro. Se indica por el pH y se identifica como una característica dentro.
Reactivo (R):	Cuando presenta las siguientes propiedades: Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar; Reaccionar violentamente con agua; Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua; Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente; Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
Explosivo (E):	Cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonarte o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.
Tóxico (T):	Capacidad de una sustancia para producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o en casos extremos la muerte, cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.
Inflamable (I):	Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades, Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60.5°C, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen; No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente; Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad; Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.
Biológico-Infeccioso (B):	Son aquellos que contienen sangre o componente de ésta, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados); cultivos o cepas de agentes biológico infecciosos; cultivos generados en procedimientos de diagnóstico e investigación; utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes

[redacted]

Característica	Definición
	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.15. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infeccioso	B

Identificación del orden de competencia y categoría de acuerdo con la generación anual de RP

La regulación de los **RP** es de competencia federal, por conducto de la SEMARNAT, para lo cual, la LGPGIR en su artículo 7 señala dos funciones al programa que se presenta:

VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas.

VIII. Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de residuos peligrosos.

Para determinar la categoría en la cual se encuentra la promovente, se considera lo establecido en el artículo 42 del Reglamento de la **LGPGIR**, que indica:

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

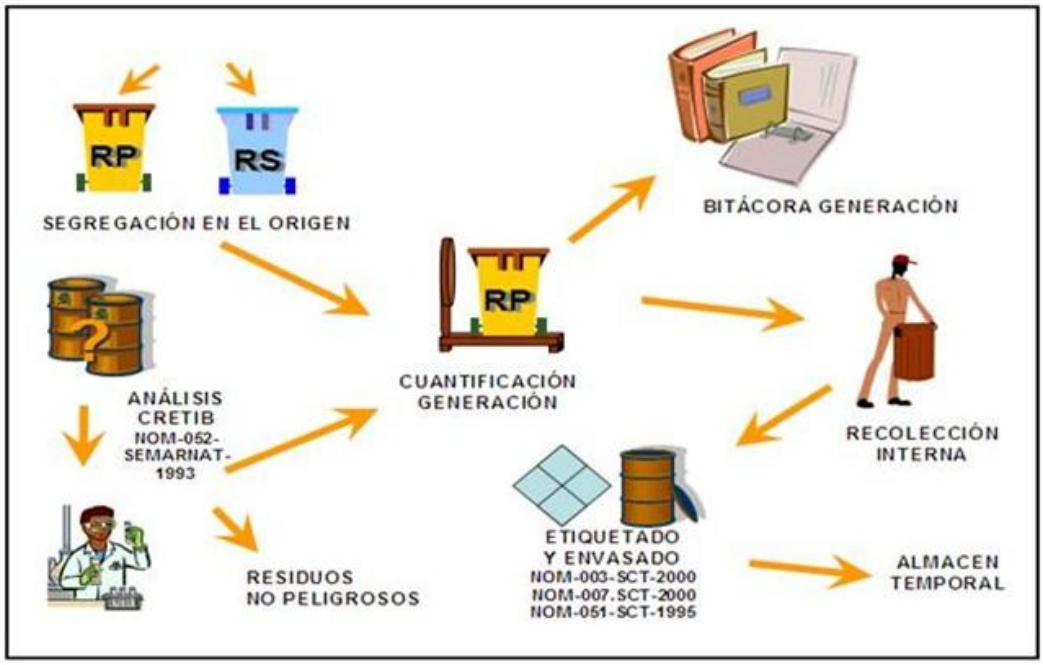
II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Clasificación de los RP en el Proyecto

Se prevé llevar a cabo capacitaciones a los empleados, con la finalidad de proveer de información sobre la importancia de los residuos peligrosos, de la lectura de los pictogramas de seguridad, las medidas que se deben seguir para evitar derrames potenciales y los pasos a seguir en caso de un incidente de esta naturaleza; el uso de kit anti-derrames que se entregará a los choferes de maquinaria y vehículos, de las formas de realizar el mantenimiento preventivo en sitio y la importancia de llevar a cabo estas acciones. En la siguiente figura se muestra un esquema general con las actividades a considerar para el manejo de **RP.**

Figura IV.16. Generación y recolección de RP



Derivado de que, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se van a emplear sustancias como gasolina o diésel para la maquinaria que será utilizada en la construcción de los componentes del **Proyecto**, aceites y combustible diésel para la maquinaria que será utilizada para las actividades de construcción, así como solventes y pinturas para los acabados, existe la posibilidad de contaminación del estrato edáfico por derrames accidentales, por lo que **los RP serán almacenados en contenedores rotulados de color rojo**, de forma tal que se puedan diferenciar del resto de los depósitos que sean habilitados en el área del **Proyecto**.

Adicional a lo anterior, para evitar los derrames o vertimientos accidentales que se puedan producir al suelo, se deben aplicar medidas preventivas, como el uso de kit anti-derrames, colocación de materiales impermeables durante la recarga de hidrocarburos, o cuando la maquinaria se encuentre estacionada, mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria; todo esto con la finalidad de que éste se encuentre

en óptimas condiciones y no tenga fugas. Ahora bien, en caso de detectar un derrame, se recomienda seguir las siguientes acciones[2]:

- Identificar la fuente,
- Aislar el lugar,
- Recuperar el producto que se encuentre sobre el suelo,
- Retirar el material contaminado,
- Realizar el tratamiento o disposición final del mismo en un lugar determinado que reúna las condiciones necesarias sin afectar al medio ambiente.

Una vez recolectado el suelo contaminado, éste será trasladado al almacén de residuos peligrosos que será habilitado; para la disposición final o remediación del material edáfico, se hará a través de una empresa certificada.

Aunado a lo anterior, se deberá identificar el tipo de derrame, siendo el derrame simple el que comúnmente se presenta, cuyas características son:

- No se esparce rápidamente.
- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Involucra un solo envase de menos de 200 litros.

Se deberá asegurar el área:

- Notificar incidente al área correspondiente.
- Alertar a toda persona cercana al área del derrame.
- Apagar toda fuente de ignición.
- Señalizar y acordonar (barreras, cintas rodeando la zona contaminada)
- El área del derrame debe aislarse.
- Se debe usar el adecuado equipo de protección personal (guante, lentes, etc.)
- Localizar el origen del derrame.
- Identificar la categoría del residuo (etiqueta del envase).

Cabe mencionar que, debido a la naturaleza del **Proyecto**, los posibles derrames que se prevén no son de grandes cantidades y podrán ser de diésel o aceites.

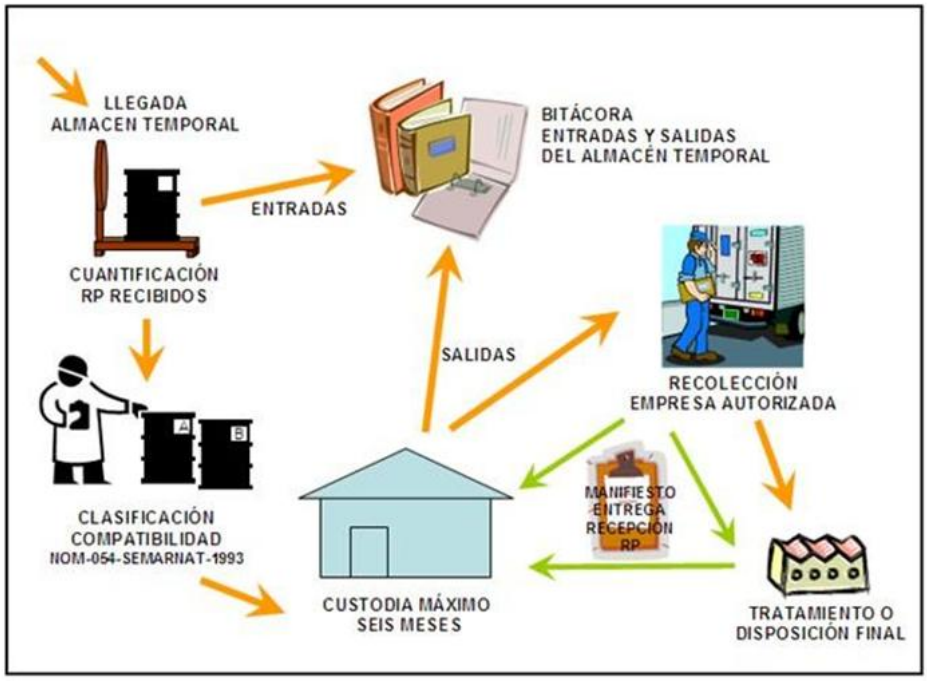
[2] S/N. (2016, septiembre). Derrame de hidrocarburos: técnicas para su control y contención. Seguridad Minera, p. 28 - 31. Obtenido de: https://drive.google.com/file/d/0B-EFWHwBvMWfNGhXa1ZDazFXVVk/view

Acopio y almacenamiento de los RP

El acopio es la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, mientras que el almacenamiento es la acción de retener temporalmente los **RP** en áreas que cumplan con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para: su aprovechamiento, aplicación de un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos. Estas definiciones están asociadas a las actividades de los generadores de **RP**; en el caso de prestadores de servicio, se asocia con sus áreas de almacenamiento.

El principal objetivo del acopio y almacenamiento seguro es, manejar adecuadamente los **RP** y minimizar su liberación, con objeto de evitar el ocasionar daños al ambiente o a la salud de la población. Así, previo al traslado de los **RP** a los sitios de disposición final, será necesario considerar algunas actividades; además del llenado de un formato específico y la bitácora respectiva.

Figura IV.17. Almacenaje y disposición final de RP.



De acuerdo al artículo 56 de la LGPGIR, **se prohíbe el almacenamiento de los RP por un periodo mayor a seis meses a partir de su generación**, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente; dicho periodo puede ser prorrogable una sola vez, por otro periodo igual, lo que hace que el tiempo máximo en total sea de un año; la prórroga puede ser solicitada por el generador, poseedor o el prestador de servicios ante la Autoridad con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado. En el **Proyecto**, quedará prohibido el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis meses, a fin de evitar la acumulación y posible contaminación del sitio.

El almacén de confinamiento temporal de residuos peligrosos se ajustará a las disposiciones de la normatividad vigente, con contenedores especialmente diseñados para facilitar su manejo durante las operaciones de entrega a la empresa especializada. Las características y diseño constructivo del

[redacted]

almacén se ajustarán a las disposiciones del artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, de conformidad con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento y las condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, las cuales disponen lo siguiente:

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las condiciones básicas de almacenamiento:

- Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.
- En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

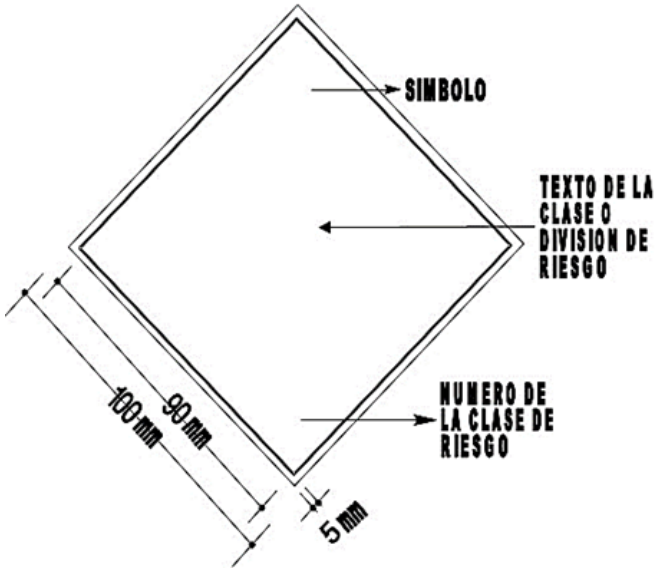
Para el etiquetado de los envases destinados a **RP**, se recomienda aplicar las especificaciones contenidas en la **NOM-003-SCT/2008**; dicha norma establece las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar los envases y embalajes, que identifican la clase de riesgo que representan durante su transportación y manejo de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

En ese sentido, todos los envases y embalajes destinados a transportar materiales o residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad no exceda de 400 kg o 450 litros, deben portar una etiqueta o etiquetas adheribles, impresas o rotuladas que permita identificar fácilmente, mediante apreciación visual, los riesgos asociados con su contenido; a excepción de los envases y embalajes que transporten “cantidades limitadas” o “cantidades exentas”. Los principales objetivos del etiquetado de los envases y embalajes son:

- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos.
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial del material o residuo peligroso mediante símbolos.
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo y estibado de las substancias, materiales o residuos peligrosos.

En ese orden de ideas, el modelo general de las etiquetas se presenta en la siguiente figura;

Figura IV.18. Modelo general de las etiquetas, aplicables a los residuos peligrosos



Para garantizar la seguridad del personal que tratará directamente con los RP, se recomienda revisar la NOM-017-STPS-2008[3], referente al Equipo de Protección Personal (EPP) para los centros de trabajo. Entiéndase por EPP al conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger

[3] NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ultima reforma publicada en el DOF el 09 de diciembre de 2008. México

al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias.

Con base en lo anterior, es obligación de la promovente y contratistas:

- Identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada puesto de trabajo y área del centro laboral.
- Determinar el equipo de protección personal, que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos por las actividades que desarrollan o por las áreas en donde se encuentran.

Recolección y transporte de los RP

- La operación de trasvase de los contenedores del almacén temporal al vehículo de la empresa que se contrate se realizará con auxilio de un montacargas, cuando sea necesario.
- El transporte de residuos peligrosos, requiere autorización de la SEMARNAT según el artículo 50, fracción VI de la LGPGIR, por lo que la promovente optará por la contratación de un tercero que preste este servicio. Para ello, del formato SEMARNAT-07-025 seleccionará una empresa que se encuentre debidamente registrada ante la SEMARNAT y cuente con las autorizaciones vigentes.
- En apego a la normatividad, la promovente requisitará el manifiesto correspondiente y lo entregará al prestador de servicios. Por cada embarque, el generador tendrá que entregar al transportista un manifiesto en original, firmarlo con dos copias del mismo al momento de entrega de los residuos.
- El transportista conservará una de las copias que le entregará el generador para su archivo, y firmará el original del manifiesto.
- El transportista entregará al destinatario el original y una copia del manifiesto en el momento de entregar los residuos para tratamiento o disposición final.
- El destinatario conservará copia del manifiesto que le entregará el transportista, para su archivo, y firmará el original que deberá de remitir de inmediato al generador.
- El generador recibirá el manifiesto original en un plazo no mayor a sesenta días a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo recibió los residuos para su transporte, de lo contrario el generador deberá avisar inmediatamente a la SEMARNAT.

Disposición final

Todos los **RP** generados, serán entregados a una empresa registrada ante la SEMARNAT, que cuente con las autorizaciones necesarias para acopiar, transportar y disponer de éstos, debiendo entregar a la promovente los manifiestos de entrega-recepción correspondientes. Por lo que, la disposición final de los mismos será responsabilidad de la empresa contratada por la promovente.

Residuos líquidos

Los residuos líquidos que se prevé generar durante el desarrollo del **Proyecto** consisten en el agua residual proveniente de los sanitarios que serán colocados en cada frente de trabajo, en una proporción de 1:25, es decir, un sanitario por cada 25 trabajadores. El agua residual requerirá de un manejo adecuado, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo por derrame o infiltración de este tipo de residuos.

En este sentido, se establecerán contratos con una empresa que preste el servicio de renta de los sanitarios portátiles, quien, además, proporcionará el mantenimiento periódico. Potencialmente, esta misma empresa podrá realizar el retiro y disposición final de las aguas residuales.

La generación de este tipo de residuos será asentada en una bitácora, además de que la empresa contratada proporcionará los permisos de transporte y disposición de aguas residuales, así como del mantenimiento que proporcioné a cada uno de ellos.

El servicio de limpieza deberá incluir el acondicionamiento del tanque del W.C. con productos aromatizantes y desinfectantes, dotación de papel sanitario, lavado de caseta por dentro y por fuera y la tarjeta de control de servicios realizados. La recolección de residuos se realizará en promedio cada tercer día, dependiendo de la programación y el volumen de uso, esto de acuerdo con los resultados de la supervisión continua.

Como parte del control de estos residuos, se llevará la bitácora para su registro, donde se asentará la fecha de salida del agua residual, número de manifiesto entregado por la empresa autorizada, nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios, además del volumen.

Medida(s) específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Las medidas fueron propuestas para garantizar el manejo integral de los residuos inician desde la capacitación que se brinde a los trabajadores, la cual deberá estar encaminada a disminuir la producción de residuos, el manejo adecuado de éstos, la correcta segregación y la importancia de la separación permitirán minimizar los impactos relacionados con este tema durante las diferentes fases del **Proyecto**. Las medidas propuestas en la **MIA-R** para garantizar minimizar, reducir y evitar los impactos relacionados con la generación de residuos a través de la gestión integral de éstos; pero si a pesar de ello, se detectaran impactos relacionados con un mal manejo de residuos, se implementarán medidas correctivas que subsanen las deficiencias identificadas.

Tabla IV.16. Medidas de mitigación consideradas

Id	Medidas de mitigación
1	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.
2	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos
3	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último

Id	Medidas de mitigación
	se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.
4	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit anti-derrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.
5	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente
6	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente
7	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
8	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, entre los cuales deberá considerarse el manejo integral de residuos
9	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del **Proyecto**

Es importante considerar que cada una de las etapas del **Proyecto** generarán diferentes cantidades y tipos de residuos, por lo que los impactos podrán variar; razón por la cual, es preciso atender de forma puntual cada una de las etapas. De forma adicional, es recomendable reforzar la concientización del personal a través de la instalación de señalética que incite a la gestión integral de los residuos, así como de la importancia del manejo adecuado, la correcta segregación y la disposición final que minimice los impactos, no solo en el área del **Proyecto**, sino en las áreas adyacentes.

Ahora bien, administrativamente, el Promovente cumplirá con las siguientes obligaciones:

- Registrarse ante la SEMARNAT mediante el formato SEMARNAT-07-017, así como consultar y los requisitos complementarios al trámite[4].
- Llevar una bitácora de residuos peligrosos, que es un documento que conservan los generadores y prestadores de servicios durante un periodo de 5 años, en el cual se registran los residuos peligrosos y cantidad generada, proceso que los generó, ingreso y salida de almacén, actividades de manejo, entre otros.
- Llenar el manifiesto de registro de actividades de manejo: Un manifiesto es un documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y 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.

[4] http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos

- Lo anterior permite tener un control de las distintas actividades de manejo de los residuos peligrosos y los sujetos que participan en dichas actividades, y permite definir la responsabilidad de cada sujeto que participa en caso de un mal manejo.

Indicadores de realización

Para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas, se consideran los siguientes indicadores de realización:

- Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa

$$\%\ Pláticas\ de\ concientización = \left(\frac{N°\ de\ pláticas\ realizadas}{N°\ de\ pláticas\ propuestas}\right) * 100$$

- Porcentaje de participación en las pláticas de concientización

$$\%\ Participación = \left(\frac{N°\ de\ personas\ que\ asistieron}{N°\ de\ personas\ que\ laboraron}\right) * 100$$

Donde:

No. de personas que asistieron. Se puede determinar mediante un registro de asistencia a la plática de concientización.

No. de personas que laboraron. Se puede determinar mediante el chequeo de entrada y salida del personal por jornada laboral y únicamente se contabilizará de acuerdo al día en que se lleven a cabo las pláticas.

- Porcentaje de contenedores con etiquetado adecuado y en buenas condiciones

$$\%\ Contenedores = \left(\frac{N°\ de\ contenedores\ con\ tapa\ y\ etiqueta}{N°\ total\ de\ contendores\ colocados}\right) * 100$$

- Además de lo anterior, existen otros indicadores que permitirán evaluar la efectividad de las medidas y de la aplicación del programa, los cuales son:
    - Segregación de residuos de acuerdo a su tipo;
    - Saturación de los contenedores generales;
    - Reportes de residuos dispersos en los frentes de trabajo;
    - Reportes de falta de contenedores o que estos no cuenten con tapa o señalética;
    - Volumen de residuos destinados a reciclaje.

Indicadores de eficacia

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

- Porcentaje de residuos entregados para su disposición final. Este indicador puede ser empleado tanto para los RSU dispuestos en el relleno sanitario autorizado o para los RME entregados a empresas recicladoras y RP entregados a empresas certificadas ante la SEMARNAT para la disposición de los mismos.

$$\%\ Residuos\ entregados = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ entregados}{Cantidad\ de\ residuos\ generados}\right) * 100$$

- Porcentaje de residuos reutilizados o reciclados. Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.

$$\%\ Residuos\ reutilizados = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ reutilizados}{Cantidad\ de\ residuos\ generados\ que\ pueden\ ser\ reutilizados}\right) * 100$$

En el caso de que los RP sean destinados para diferentes empresas de disposición final de acuerdo con su valor económico, también se determinará el porcentaje de RP que la Promovente está otorgando para su reciclaje o reutilización en nuevas actividades productivas, de aquellos que solo serán confinados.

Anexo único. Modelos de etiquetas y especificaciones para residuos peligrosos de las clases 1 a 9

Clase 1. Explosivos

Clase	Categoría de peligro
1.1	Explosivo, división 1.1 Peligro de explosión en masa
1.2	Explosivo, división 1.2 Peligro de proyección
1.3	Explosivo, división 1.3 Peligro de incendio o ligero peligro de proyección
1.4	Explosivo, división 1.4 Ningún peligro significativo
1.5	Explosivo, división 1.5 Materias muy poco sensibles que presentan un peligro de explosión en masa
1.6	Explosivo, división 1.6 Objetos extremadamente poco sensibles que no supongan riesgo de explosión en masa








División: 1.1, 1.2 y 1.3	División: 1.4	División: 1.5	División: 1.6
Símbolo: bomba explotando color negro. **Fondo**: anaranjado cifra "1" en el ángulo inferior. **Leyenda opcional**: Explosivo	**Fondo:** anaranjado **Cifras:** negro **Números**: 30 mm de altura por 5 mm de ancho en etiquetas de 100x100 mm, cifra "1" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Explosivo		

Clase 2. Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión

			
División 2.1. Gases inflamables **Símbolo:** Flama negra o blanca **Fondo:** Rojo, cifra "2" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Gas inflamable		**División 2.2. Gases no inflamables, no tóxicos** **Símbolo:** Bombona negra o blanca **Fondo**: Verde, cifra "2" en el ángulo inferior **Leyenda opcional**: Gas no inflamable	
	**División 2.3. Gases tóxicos** **Símbolo:** Calavera y tibias cruzadas color negro **Fondo:** Blanco, cifra "2" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Gas tóxico		

Clase 3. Líquidos inflamables

		**Símbolo:** Flama color negro o blanco **Fondo:** Rojo, cifra "3" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Líquido inflamable

Clase 4. Sólidos inflamables

			
División 4.1. Sólidos inflamables **Símbolo:** Flama negra **Fondo:** Blanco con siete franjas rojas verticales, cifra "4" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Sólido inflamable	**División 4.2.** Substancias que presentan riesgo de combustión espontanea **Símbolo:** Flama negra **Fondo:** Blanco en la mitad superior y rojo en la mitad inferior, cifra "4" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Combustión espontanea	**División 4.3.** Substancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables **Símbolo:** Flama negra o blanca **Fondo:** Azul, cifra "4" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Reacciona con agua	

Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos

		
División 5.1. Substancias oxidantes **Símbolo:** Flama sobre un círculo de color negro **Fondo:** Amarillo, cifra "5.1" en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Oxidante	**División 5.2.** Peróxidos orgánicos **Símbolo:** Flama negra o blanca **Fondo:** Mitad superior roja y mitad inferior amarilla, cifra "5.2" en el ángulo inferior **Leyenda opcional**: Peróxido orgánico	

Clase 6. Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos

	
División 6.1. Substancias tóxicas o venenosas **Símbolo**: Calavera y tibias cruzadas de color negro **Fondo:** Blanco, cifra “6” en el ángulo inferior **Leyenda opcional:** Tóxico (veneno)	**División 6.2**. Substancias infecciosas **Símbolo:** Tres medias lunas sobre un círculo de color negro **Fondo:** Blanco, cifra “6” en el ángulo inferior **Leyenda opcional**: En la mitad inferir de la etiqueta: “Substancia infecciosa” y “En caso de daño, derrame o fuga, avísese inmediatamente a las autoridades sanitarias”.

Clase 7. Radiactivos

		
Categoría I – Blanca	Categoría II – Amarilla	Categoría III – Amarilla
Símbolo: Trébol esquematizado de color negro Fondo: Blanco **Texto obligatorio** en negro, en la mitad inferior: “Radiactivo I”, “Contenido…”, “Actividad…” Cifra “7” en el ángulo inferior	**Símbolo**: Trébol esquematizado de color negro **Fondo:** Mitad superior amarilla con borde blanco y mitad inferior blanca **Texto obligatorio** en negro, en la mitad inferior: “Radioactivo II o III” según sea el caso, “Contenido…”, “Actividad…” **En un recuadro de líneas negras:** “Índice de transporte” Cifra “7” en el ángulo inferior	



Material fisionable

Fondo: Blanco
Texto obligatorio en negro en la mitad superior: “Fisionable”
En un recuadro de líneas negras, en la mitad inferior: “Índice de seguridad con respecto a la criticidad” Cifra “7” en el ángulo inferior

Clase 8. Corrosivos



Símbolo: Líquidos goteando de dos tubos de ensayo, sobre una mano y un metal de color negro
Fondo: Blanco en la mitad superior y negro con borde blanco en la mitad inferior, cifra “8” en blanco, en el ángulo inferior
Leyenda opcional: Corrosivo

Clase 9. Varios



Símbolo: Siete franjas verticales negras en la mitad superior
Fondo: Blanco, cifra “9” subrayada, en el ángulo inferior
Leyenda opcional: Varios

IV.6. Programa de Capacitación y Educación Ambiental

Introducción

El concepto general clave para el logro de un desarrollo sostenible durante la construcción de un **Proyecto** es el mejoramiento en la calidad de vida y el desarrollo económico, sin que ello implique un deterioro ambiental.

Está por demás decir que las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan recursos renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; algunas propician emisiones de CO y llegan a verter al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes y sus componentes bióticos y abióticos.

Si bien el **Proyecto** por sus características propias no causará afectaciones importantes al ambiente, se presentan los siguientes lineamientos, con la finalidad de minimizar los impactos ocasionados por la presencia del personal de obra.

Objetivo

Plantear los lineamientos que permitan el desarrollo de un programa de capacitación dirigido al personal de obra, subcontratistas y visitantes, con la finalidad de minimizar las posibles afectaciones generadas por su presencia mediante las mejores prácticas durante la construcción, operación, mantenimiento y abandono del **Proyecto**, así como cumplir con aspectos ambientales.

Metas

- Sensibilizar al personal de obra sobre la importancia del cuidado del ambiente, específicamente a individuos de flora y fauna.
- Concientizar al personal de obra sobre las buenas prácticas ambientales durante la preparación del sitio, construcción y abandono principalmente.
- Brindar las herramientas base para un buen cuidado del ambiente.
- Hacer del conocimiento del personal de obra de conocimientos básicos de la legislación ambiental vigente, su importancia y cumplimiento.

Alcance

Los lineamientos que se presentan en este documento servirán de base para que cada contratista pueda elaborar un programa de capacitación una vez que el **Proyecto** sea aprobado en materia de impacto ambiental. Asimismo, el programa pretende crear conciencia en los trabajadores involucrados de tal manera que no se causen afectaciones al ambiente y tendrá una impartición puntual de acuerdo a cada etapa de desarrollo.

Desarrollo del programa

Durante la construcción de un **Proyecto**, las buenas prácticas ambientales buscan:

- Promover el uso racional de los recursos naturales a utilizar;
- Diseñar procedimientos que aseguren la eficiencia y el ahorro energético;

- Identificar los residuos generados, clasificarlos en su fuente de generación, verificar la manipulación interna de los mismos y gestionar una adecuada disposición final;
- Promover la reutilización en origen de materiales y productos;
- Tener en cuenta a la población circundante evitando ocasionar impactos al entorno y ruidos molestos innecesarios;
- Tender a la implementación de buenas prácticas de construcción.

Metodología

Durante el desarrollo del **Proyecto** se contemplan cuatro etapas, las cuales son: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono; mientras que el programa contempla tres temas principales a desarrollar:

- Implementación de buenas prácticas ambientales;
- Ambiente físico; y
- Gestión sostenible de residuos.

Cabe hacer mención que cada contratista o subcontratista será responsable de la impartición de los temas, considerando cada una de las etapas de desarrollo del **Proyecto**. Se prevé que el personal de obra, al integrarse al trabajo, reciba una capacitación, la cual será retomada cada seis meses; además de que, mediante charlas diarias se refuerce el conocimiento.

Durante la operación, todo el personal que labore en el **Proyecto**, deberá recibir al inicio información y capacitación ambiental, la cual será retomada de forma semestral.

Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética para reforzar los temas, normas y prohibiciones. A continuación, se indican de manera enunciativa más no limitativa, lo tópicos a desarrollar por cada uno de los temas.

Implementación de buenas prácticas

Con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo causado por las actividades cotidianas ligadas a las diferentes etapas de desarrollo del **Proyecto**, se plantea el uso de buenas prácticas. Los tópicos que se propone desarrollar son:

- Manejo de materiales;
- Almacenamiento;
- Manejo de sustancias;
- Manejo de herramientas, maquinaria y equipo.

Ambiente físico

Mediante el fomento de una cultura ecológica con base en conocimientos, actitudes, aptitudes y valores enfocados a la interrelación entre el ser humano y la naturaleza, se busca proteger al ambiente, para lo cual se recomienda abordar los siguientes temas:

1) Buenas prácticas con respecto al cuidado del factor edáfico:

- Importancia de mantener en óptimas condiciones el parque vehicular, maquinaria y equipo mediante el mantenimiento periódico;
- Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.

2) Buenas prácticas para reducir las emisiones a la atmósfera:
   - Señalización de pasos peatonales y límites de velocidad;
   - Planeación del tráfico dentro del área del **Proyecto**, considerando la operación de maquinaria;
   - Importancia de la implementación de buenas prácticas de manejo a fin de evitar accidentes y disminuir el consumo de combustible mediante la regulación de aceleración;
   - Importancia de que el parque vehicular cuente con la verificación correspondiente, tramite mediante el cual se podrá dar cumplimiento a:
     - NOM-041-SEMARNAT-2015 respecto a la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
     - NOM-044-SEMARNAT-2017 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que se refiere a emisión de gases de vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.
3) Preservación del agua, considerando:
   - Importancia del cuidado del agua;
   - Importancia del uso de kit antiderrames;
   - Uso de letrinas portátiles;
   - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
4) Ahorro de energía:
   - En la medida de lo posible, uso de focos y/o lámparas ahorradoras;
   - Apagado de luz cuando no se ocupe (en estaciones).
5) Protección de flora y fauna silvestre:
   - Importancia del cuidado y protección;
   - No introducir especies domésticas, exóticas o invasoras.
6) Delimitación correcta y precisa del área de ocupación del **Proyecto** (autorizada).

Gestión sostenible de residuos: ciclo de vida, clasificación, tratamiento y disposición final

Una deficiente gestión de residuos se convierte en un problema ambiental, debido a que se crea un impacto negativo por el manejo inadecuado, amenazando la sustentabilidad ambiental; por lo que es necesario vigilar el manejo que se da a los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto**, haciendo énfasis en los siguientes temas:

- Gestión sostenible de residuos;
- Caracterización y clasificación de residuos;
- Establecimiento de medidas preventivas durante la recarga de combustibles (gasolina y diésel), aceites y lubricantes que sean requeridos por vehículos, maquinaria y equipo como el uso de una malla geotextil impermeable; y
- Buenas prácticas ambientales para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos.

Aspectos para llevar a cabo las buenas prácticas ambientales

- Reduce, reutiliza y recicla;
- Los residuos deben ser separados y depositados en contenedores adecuados;
- Consume la energía necesaria;
- Cuando un vehículo no se utilice, no se deberá dejar en marcha;
- No usar los desagües para el desecho de desperdicios;
- El ruido genera contaminación, por lo que se deberán tomar medidas que permita atenuarlo;
- Poner en práctica diariamente el ahorro de agua;
- Evitar el uso de agentes agresivos con el ambiente; y
- Al ser manipulados los residuos peligrosos se deberá usar equipo de protección personal y tratados por una empresa certificada.

Acciones complementarias

- Con la finalidad de corroborar la impartición de capacitación al personal, se usarán formatos y/o bitácoras;
- La capacitación que sea dirigida al personal involucrado en las actividades de desmonte, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como de la conservación de suelos, deberá ser clara, precisa y contar con material didáctico de apoyo;
- Durante la capacitación será necesario promover la participación y reflexión;
- Mediante el registro de asistencia quedará asentada la participación del personal, el cual deberá contar con el nombre, firma y cargo de cada participante;
- Instalación de señalética que ayude a reforzar la información impartida.

Resultados esperados

Cada contratista o subcontratista será responsable de que su personal sea capacitado en los temas planteados en el presente documento, lo cual se verá reflejado en la aplicación de las buenas prácticas, evitando al mínimo los incidentes que puedan afectar el entorno natural, social, de bienestar y de salud.

Mediante la aplicación de la capacitación se prevé facilitar la aplicación de las medidas de mitigación, además de reducir algunos de los impactos ambientales residuales del **Proyecto**, permitiendo también medir los resultados de capacitación y concientización mediante el éxito de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, manejo de residuos y, de forma general, a partir de la disminución de los impactos secundarios.

Evaluación del programa

Para poder conocer el alcance del programa, será necesario plantear la metodología que permita su evaluación a partir de un sistema de indicadores que proporcionen la efectividad de la capacitación, pudiendo ser consideradas las siguientes disposiciones:

Tabla IV.17. Indicadores de cumplimiento

Indicador	Forma de medir el cumplimiento
Diseños finales de la señalización para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, vegetación y fauna en el marco del proyecto.	El éxito de esta sección del programa será medida mediante la relación de señalizaciones colocadas en los sitios destinados. Se considerará que esta sección del programa sea totalmente exitosa mediante la colocación del 100% de las señalizaciones previstas y necesarias conforme a lo visto en campo, y que ellas se mantengan en su lugar durante el lapso de tiempo que el proyecto lo amerite.
Talleres o presentaciones elaboradas y presentadas al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya observado las presentaciones o medios audiovisuales, lo cual quedará comprobado mediante listas de asistencia.
Trípticos elaborados o información entregada para el cuidado de los ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya recibido los trípticos o información mediante otros medios, lo cual se controlará mediante evidencia fotográfica.
Numero de reportes de daños o eventos no considerados de contaminación al ambiente.	Los responsables del programa llevarán un registro de cualquier daño o contaminación ocasionada al medio ambiente, con la finalidad de dar nuevos cursos o plantear nuevas estrategias de capacitación que eviten nuevos incidentes. Es así, como este punto del programa se considerará realizado cuando los cursos o talleres de capacitación se vuelvan a impartir de forma posterior a los incidentes ambientales, lo cual se prevé que contribuirá a disminuir dichos hechos y mismos que para su comprobación deberán ser evidenciados con fotografías

Además, se puede hacer uso de evaluaciones por observación, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos, considerando los siguientes puntos:

- Incremento de conservación *in situ*;
- Conciencia de respeto hacia la flora y fauna silvestre;

- Cambio positivo de valores, comportamientos y prácticas respecto al ambiente;
- Respeto de los límites de velocidad y circulación exclusiva en los caminos;
- Uso correcto del equipo de protección personal;
- Implementación de buenas prácticas ambientales.

La capacitación ambiental deberá ser impartida a todo el personal que tenga relación con el **Proyecto** en cualquiera de sus etapas, si bien durante las etapas de preparación del sitio y construcción la capacitación deberá ser constante, también durante la operación el personal involucrado con el **Proyecto** deberá recibir capacitación, mínimo una vez antes de iniciar actividades en el **Proyecto**.

IV.7. Programa de Conservación de Suelos

Introducción

Mediante el presente Programa se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, así como el manejo del recurso edáfico.

El área destinada para aplicar estas acciones corresponde a la superficie donde será establecido el **Proyecto**; sin embargo, de encontrarse áreas que requieran de la aplicación de las técnicas para evitar un mayor deterioro que pueda comprometer alguno de los componentes del **Proyecto**, se evaluará la aplicación de técnicas de manejo.

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, la limpieza y despalme de vegetación no forestal de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras.

Objetivos

General

Determinar las acciones de conservación de suelos para evitar en la medida de lo posible el incremento de la erosión del suelo en el área el **Proyecto**. Las acciones ejecutadas durante el inicio de obra y la etapa de construcción para la mitigación de impactos negativos al medioambiente, así como las medidas de conservación de suelos son implantadas para mantener los indicadores dentro de los límites requeridos para la instalación del **Proyecto.**

Particulares

- Establecer acciones que permitan remover, transportar y conservar el horizonte orgánico del suelo en las zonas afectadas por las obras.

- Reutilizar el suelo orgánico rescatado para incentivar la restauración, mediante dejar la regeneración de herbáceas, dentro de las zonas de afectación del **Proyecto** y zonas degradadas.

Alcances

Siendo el suelo un recurso de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, su correcto manejo permitirá disminuir los cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, permitiendo así aprovecharlo íntegramente la revegetación natural.

Las acciones planteadas en este programa tienen como finalidad rescatar, conservar y restaurar el suelo orgánico producto del despalme de las zonas donde se construirá el **Proyecto**.

Las acciones planteadas en este Programa tienen como finalidad rescatar, conservar y restaurar el suelo orgánico producto del despalme de las zonas donde se construirá el **Proyecto** y en el cuál se encuentran depositados las semillas de especies vegetales nativas y microorganismos.

Una vez terminado el proyecto este suelo rescatado será utilizado en la restauración de las zonas afectadas por la obra y que queden libres de infraestructura, estas deberán ser rehabilitadas y dejar la regeneración natural de vegetación.

Acciones

Acción 1. Rescate de suelos

A continuación, se presentan las acciones de manejo y conservación de suelos las cuales serán ejecutadas durante la etapa de preparación de sitio y construcción del **Proyecto**:

- Ocupación de terreno estrictamente en las áreas autorizadas en materia de impacto ambiental para la ejecución de obras y actividades relacionadas con el **Proyecto.**
- Aprovechamiento máximo de los caminos, accesos e infraestructuras existentes respetando áreas delimitadas. Evitar la circulación y el estacionamiento de vehículos fuera de áreas autorizadas durante las actividades de construcción.
- Cercado, balizado y señalización adecuada en las distintas áreas de obra autorizadas para determinar adecuadamente la superficie de ocupación.
- Las hierbas y pastos durante las actividades de limpieza y deshierbe del terreno, serán esparcido y se homogenizará con la capa superficial del suelo natural, siendo dispuesto en la misma superficie del suelo despalmado. Esta actividad favorece la conservación de suelo, mejorando las condiciones del mismo para su revegetación natural, evitando así, la perdida de suelo por acción de la erosión.
- El personal destinado a las labores de despalme y movimiento del suelo orgánico recibirá capacitaciones previas sobre las acciones de conservación de suelo. Asimismo, personal operario de vehículos ligeros y maquinaria será capacitado en temas de control de erosión, contaminación y cuidado de la biodiversidad.
- Personal de supervisión ambiental realizará recorridos con el fin de identificar incidencias en frentes de trabajo, procurando que el material orgánico no sea contaminado con residuos.

Acción 2. Regeneración de herbáceas

Dentro de las áreas donde sea susceptible, se dejará la regeneración de vegetación natural principalmente de herbáceas del **AP**.

Desarrollo del programa

Durante la construcción de un **Proyecto**, las buenas prácticas ambientales buscan:

- Promover el uso racional de los recursos naturales a utilizar;
- Diseñar procedimientos que aseguren la eficiencia y el ahorro energético;
- Identificar los residuos generados, clasificarlos en su fuente de generación, verificar la manipulación interna de los mismos y gestionar una adecuada disposición final;
- Promover la reutilización en origen de materiales y productos;
- Tener en cuenta a la población circundante evitando ocasionar impactos al entorno y ruidos molestos innecesarios;
- Tender a la implementación de buenas prácticas de construcción.

Metodología

Durante el desarrollo del **Proyecto** se contemplan cuatro etapas, las cuales son: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono; mientras que el programa contempla tres temas principales a desarrollar:

- Implementación de buenas prácticas ambientales;
- Ambiente físico; y
- Gestión sostenible de residuos.

Cabe hacer mención que cada contratista o subcontratista será responsable de la impartición de los temas, considerando cada una de las etapas de desarrollo del **Proyecto**. Se prevé que el personal de obra, al integrarse al trabajo, reciba una capacitación, la cual será retomada cada seis meses; además de que, mediante charlas diarias se refuerce el conocimiento.

Durante la operación, todo el personal que labore en el **Proyecto**, deberá recibir al inicio información y capacitación ambiental, la cual será retomada de forma semestral.

Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética para reforzar los temas, normas y prohibiciones. A continuación, se indican de manera enunciativa más no limitativa, lo tópicos a desarrollar por cada uno de los temas.

Implementación de buenas prácticas

Con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo causado por las actividades cotidianas ligadas a las diferentes etapas de desarrollo del **Proyecto**, se plantea el uso de buenas prácticas. Los tópicos que se propone desarrollar son:

- Manejo de materiales;
- Almacenamiento;
- Manejo de sustancias;
- Manejo de herramientas, maquinaria y equipo.

Ambiente físico

Mediante el fomento de una cultura ecológica con base en conocimientos, actitudes, aptitudes y valores enfocados a la interrelación entre el ser humano y la naturaleza, se busca proteger al ambiente, para lo cual se recomienda abordar los siguientes temas:

7) Buenas prácticas con respecto al cuidado del factor edáfico:
   - Importancia de mantener en óptimas condiciones el parque vehicular, maquinaria y equipo mediante el mantenimiento periódico;
   - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
8) Buenas prácticas para reducir las emisiones a la atmósfera:
   - Señalización de pasos peatonales y límites de velocidad;
   - Planeación del tráfico dentro del área del **Proyecto**, considerando la operación de maquinaria;
   - Importancia de la implementación de buenas prácticas de manejo a fin de evitar accidentes y disminuir el consumo de combustible mediante la regulación de aceleración;
   - Importancia de que el parque vehicular cuente con la verificación correspondiente, tramite mediante el cual se podrá dar cumplimiento a:
     - NOM-041-SEMARNAT-2015 respecto a la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
     - NOM-044-SEMARNAT-2017 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que se refiere a emisión de gases de vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.
9) Preservación del agua, considerando:
   - Importancia del cuidado del agua;
   - Importancia del uso de kit antiderrames;
   - Uso de letrinas portátiles;
   - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
10) Ahorro de energía:
   - En la medida de lo posible, uso de focos y/o lámparas ahorradoras;
   - Apagado de luz cuando no se ocupe (en estaciones).
11) Delimitación correcta y precisa del área de ocupación del **Proyecto** (autorizada).

Gestión sostenible de residuos: ciclo de vida, clasificación, tratamiento y disposición final

Una deficiente gestión de residuos se convierte en un problema ambiental, debido a que se crea un impacto negativo por el manejo inadecuado, amenazando la sustentabilidad ambiental; por lo que es necesario vigilar el manejo que se da a los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto**, haciendo énfasis en los siguientes temas:

- Gestión sostenible de residuos;
- Caracterización y clasificación de residuos;
- Establecimiento de medidas preventivas durante la recarga de combustibles (gasolina y diésel), aceites y lubricantes que sean requeridos por vehículos, maquinaria y equipo como el uso de una malla geotextil impermeable; y
- Buenas prácticas ambientales para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos.

Aspectos para llevar a cabo las buenas prácticas ambientales

- Reduce, reutiliza y recicla;
- Los residuos deben ser separados y depositados en contenedores adecuados;
- Consume la energía necesaria;
- Cuando un vehículo no se utilice, no se deberá dejar en marcha;
- No usar los desagües para el desecho de desperdicios;
- El ruido genera contaminación, por lo que se deberán tomar medidas que permita atenuarlo;
- Poner en práctica diariamente el ahorro de agua;
- Evitar el uso de agentes agresivos con el ambiente; y
- Al ser manipulados los residuos peligrosos se deberá usar equipo de protección personal y tratados por una empresa certificada.

Acciones complementarias

- Con la finalidad de corroborar la impartición de capacitación al personal, se usarán formatos y/o bitácoras;
- La capacitación que sea dirigida al personal involucrado en las actividades de desmonte, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como de la conservación de suelos, deberá ser clara, precisa y contar con material didáctico de apoyo;
- Durante la capacitación será necesario promover la participación y reflexión;
- Mediante el registro de asistencia quedará asentada la participación del personal, el cual deberá contar con el nombre, firma y cargo de cada participante;
- Instalación de señalética que ayude a reforzar la información impartida.

Resultados esperados

Cada contratista o subcontratista será responsable de que su personal sea capacitado en los temas planteados en el presente documento, lo cual se verá reflejado en la aplicación de las buenas prácticas, evitando al mínimo los incidentes que puedan afectar el entorno natural, social, de bienestar y de salud.

Mediante la aplicación de la capacitación se prevé facilitar la aplicación de las medidas de mitigación, además de reducir algunos de los impactos ambientales residuales del **Proyecto**, permitiendo también medir los resultados de la aplicación de los otros Programas requeridos por la autoridad, esto es de forma general, a partir de la disminución de los impactos secundarios.

Evaluación del programa

Para poder conocer el alcance del programa, será necesario plantear la metodología que permita su evaluación a partir de un sistema de indicadores que proporcionen la efectividad de la capacitación, pudiendo ser consideradas las siguientes disposiciones

Tabla IV.18. Indicadores de cumplimiento

Indicador	Forma de medir el cumplimiento
Diseños finales de la señalización para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, vegetación y fauna en el marco del proyecto.	El éxito de esta sección del programa será medida mediante la relación de señalizaciones colocadas en los sitios destinados. Se considerará que esta sección del programa sea totalmente exitosa mediante la colocación del 100% de las señalizaciones previstas y necesarias conforme a lo visto en campo, y que ellas se mantengan en su lugar durante el lapso de tiempo que el proyecto lo amerite.
Talleres o presentaciones elaboradas y presentadas al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya observado las presentaciones o medios audiovisuales, lo cual quedará comprobado mediante listas de asistencia.
Trípticos elaborados para el cuidado de los ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya recibido los trípticos, lo cual se controlará mediante una lista de entrega y evidencia fotográfica.
Numero de reportes de daños o eventos no considerados de contaminación al ambiente.	Los responsables del programa llevarán un registro de cualquier daño o contaminación ocasionada al medio ambiente, con la finalidad de dar nuevos cursos o plantear nuevas estrategias de capacitación que eviten nuevos incidentes.
	Es así, como este punto del programa se considerará realizado cuando los cursos o talleres de capacitación se vuelvan a impartir de forma posterior a los incidentes ambientales, lo cual se prevé que contribuirá a disminuir dichos hechos y mismos que para su comprobación deberán ser evidenciados con fotografías.

Además, se puede hacer uso de evaluaciones por observación, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos, considerando los siguientes puntos:

- Incremento de conservación *in situ*;
- Conciencia de respeto hacia la biodiversidad;
- Cambio positivo de valores, comportamientos y prácticas respecto al ambiente;

- Respeto de los límites de velocidad y circulación exclusiva en los caminos;
- Uso correcto del equipo de protección personal;
- Implementación de buenas prácticas ambientales.

La capacitación ambiental deberá ser impartida a todo el personal que tenga relación con el **Proyecto** en cualquiera de sus etapas, si bien durante las etapas de preparación del sitio y construcción la capacitación deberá ser constante, también durante la operación el personal involucrado con el **Proyecto** deberá recibir capacitación, mínimo una vez antes de iniciar actividades en el **Proyecto**.

IV.8. Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo

Introducción

Por medio del presente Programa, se pretende obtener la reducción de fallas que pueden ocasionar retrasos en las actividades del **Proyecto**, además se maximiza el aprovechamiento de la maquinaria, su disponibilidad y mantenibilidad. Se deberán tener en cuenta, no solo los aspectos técnicos, sino también los relacionados con la gestión y la organización, considerando factores, económicos, de seguridad y medio ambiente.

La necesidad del mantenimiento preventivo se basa en que cualquier maquina o equipo sufre degradaciones a lo largo de su vida útil, que si no se evitan o eliminan no alcanzan el objetivo para el que fueron creados, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce.

El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo brinda mayor seguridad a los operadores de maquinaria, es uno de los principales objetivos reduciendo los índices de accidentabilidad de la empresa.

Objetivos

General

Para el desarrollo del **Proyecto**, la promovente se ha comprometido para lograr el correcto funcionamiento de los diversos equipos y vehículos que formarán parte del proyecto, mediante el presente “**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**”, por ellos se han establecido las medidas de supervisión, gestión y control de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

Por lo anterior, el presente Programa está integrado por objetivos, una descripción detallada de las actividades que se realizarán, un cronograma y diversos formatos en los que se asentarán los resultados obtenidos.

El Programa es una guía detallada de las actividades que deben desarrollarse para mantener en óptimas condiciones los quipos como maquinaria y equipos, además de representar un ahorro de tiempo para la detección de fallas de los mismos.

Asimismo, se busca cumplir con las normas establecidas en cuanto a nomenclaturas de nombres de quipo, nombres de usuario y direcciones de red. Por lo cual, se han desarrollado procedimientos que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada en el desarrollo del **Proyecto**, mismos que se dividen en:

- **Mantenimiento Preventivo.-** Es la actividad que permite prevenir daños mayores a los equipos, de forma que se ahorre tiempo y dinero.
- **Mantenimiento Correctivo.**- Cuando un equipo deje de funcionar, es necesario diagnosticarlo y llevar a cabo su reparación.

Específicos

Los objetivos específicos de este Programa son:

a) **Mantenimiento preventivo:** detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc.

b) **Mantenimiento correctivo:** Reparar diferentes partes de los equipos y vehículos en el momento en que dejan de funcionar o fallar.

c) **Mantenimiento vehicular:** Conservar en óptimas condiciones de uso los vehículos y equipos; gestionar las necesidades para el mantenimiento preventivo correspondiente.

Metas

1. Conservar la maquinaria en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos, consiguiendo así que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.
2. Cumplir con lo esperado en las medidas establecidas para la mitigación de los impactos a los factores aire y suelo.

Metodología

En el presente Programa se establecerán los tiempos en los cuales se retirarán las máquinas para ser llevadas a talleres autorizados (fuera del área del **Proyecto**), para su reparación, con lo cual se evitará que el equipo emita contaminantes a la atmósfera fuera de los niveles permitidos o presente derrames de aceite y/o combustible. Posteriormente a los mantenimientos y, en caso de que durante una inspección visual se detecten emisiones no controladas, los vehículos tendrán que ser remitidos nuevamente al taller para repetir el procedimiento de reparación.

En caso de que existan empresas contratistas trabajando en el área del **Proyecto**, estas deberán ajustarse a los mantenimientos periódicos empleando el programa interno de mantenimiento preventivo o elaborando uno propio, en cualquier supuesto deberán elaborar reportes e indicadores necesarios para los informes de desempeño ante la Autoridad.

Es importante mencionar que el mantenimiento constante también servirá para mitigar la cantidad de ruido y contaminación generada, al mejorar el desempeño de los vehículos y maquinaria, acercándolos a su diseño original.

Acciones

Acciones específicas

Las medidas que se realizarán dentro de este Programa son:

Acción 1. Mantenimiento de maquinaria

El cual mitigará los efectos negativos que se pueden causar a la calidad del aire por dispersión de ruido y contaminantes, así como la afectación que pueda ocurrir al suelo por derrame de aceites u otros químicos automotrices o hidrocarburos por algún desperfecto en la maquinaria.

Acción 2. Diagnósticos y supervisión

Dentro del Programa de prevé la formación de un equipo de trabajo que de manera periódica realice revisiones a los componentes que se monitorean de los vehículos, equipos y maquinaria sujeta a mantenimiento.

Dicho equipo de trabajo ejecutará dos funciones principales: diagnósticos con respecto a la operación de los equipos y sus componentes y supervisiones conforme a los procedimientos y lineamientos establecidos por la promovente.

En ambos casos, la correcta detección de anomalías o desviaciones ayudará a prevenir el mal funcionamiento de los equipos evitando así afectaciones al entorno, principalmente al componente ambiental de hidrología.

Acción 3. Análisis de fallas

Este concepto incluye la predicción y probables fallas que puedan ocurrir. Este análisis es realizado por un grupo de expertos y toma en cuenta todos los datos registrados por los usuarios del programa. De esta manera es posible determinar cuál es la probabilidad de ocurrencia de una falla específica por falta de mantenimiento, tales como el desgaste en las bandas de un motor o la oxidación de una pieza de metal.

Acción 4. Procedimiento de mantenimiento vehicular

Cada marca y tipo de vehículo tiene características individuales que determinan el procedimiento de rutina necesario. Por lo anterior, es necesario seguir de forma fiel el procedimiento de mantenimiento recomendado por el fabricante en sus cuadros y manuales de servicio.

Es importante establecer un programa definido y efectivo, registrar cada labor de mantenimiento o reparación para asegurar un funcionamiento regular y continuo. A continuación se presentan algunos aspectos relacionados con el mantenimiento de los vehículos:

Lubricantes:

Dentro del programa de mantenimiento preventivo, se debe poner especial cuidado a la selección del aceite que debe usarse, así como al periodo del cambio del mismo. Lo anterior depende de diversos factores, tales como el tipo de vehículo, el tipo de combustible, la calidad y clase del aceite.

Los lubricantes desempeñan seis funciones principales en los motores de combustión interna, y estos son:

a) Lubricación: Cuando se lubrican superficies sujetas a movimientos relativos, se está disminuyendo la fricción entre ellas y con ello evitan el desgaste, el recalentamiento y la pérdida de potencia del motor. Esta es la principal función del lubricante.

b) Refrigeración: El aceite lubricante a la circular absorbe parte del calor que se genera dentro del motor y lo disipa al exterior a través del cárter del motor.

c) Sellador: Lubricar, el aceite forma una película que impide que se filtre al cárter, la mezcla de aire combustible.

d) Limpiador: El aceite posee ciertas propiedades que se encargan de mantener en suspensión las partículas contaminantes, evitando que éstas se depositen en la superficie del motor y por lo tanto se mantiene limpio interiormente.

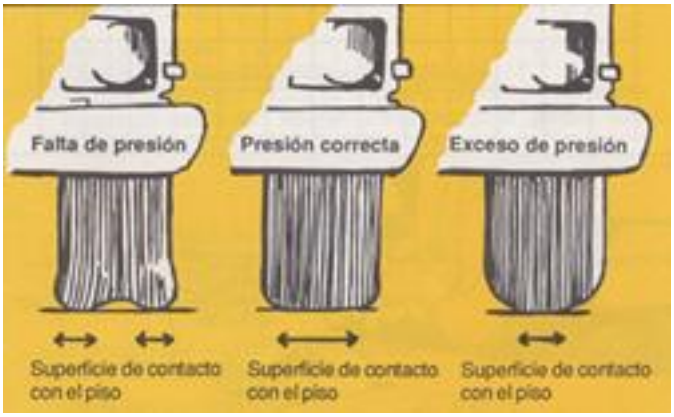
e) Protección contra la corrosión: El aceite contiene ciertos neutralizantes contra los producíos formados de la combustión, protegiendo el motor contra la corrosión.

f) Protección contra el desgaste: En determinados descansos (cojinete), como por ejemplo en la biela, la película de aceite sufre periódicamente grandes aumentos de presión. Las propiedades de resistencia de películas del aceite deberán ser capaz de soportar estos aumentos de presión, de modo que impidan el contacto metálico directo entre eje y descanso.

Acción 5. Llantas (neumáticos)

El tipo de neumático, la adecuada presión y el alineamiento correcto, son factores importantes para la economía de combustible, y también para alargar la vida útil de los mismos, obtener una mayor seguridad en el viaje y una mayor estabilidad del vehículo.

Tabla IV.19. Presión de las llantas



-Presión adecuada del neumático

Cada neumático tiene sus elementos constitutivos que están calculados y coordinados para que resistan los esfuerzos ejercidos por la presión de inflado prevista. Cuando ésta es más baja o más alta que la recomendada, el equilibrio de las fuerzas se modifica, provocando una destrucción prematura del neumático a consecuencia de los esfuerzos anormales que sufre.

Una presión más baja provoca una mayor oposición al rodado, por otro lado, una presión más alta produce una pérdida de agarre. En ambos casos se está dando una pérdida de energía, con la consecuencia de un mayor consumo de combustible. Para no romper ese equilibrio de fuerza es indispensable.

-Alineamiento

El correcto alineamiento de los neumáticos, le permitirá tener una mejor estabilidad de su vehículo, por lo tanto, una mayor seguridad en el viaje.

Por el contrario, un mal alineamiento produce una serie de defectos entre los que se puede enumerar.

- Un desgaste prematuro de las bandas de rodamiento.
- Se debe invertir parte de la energía producida por el motor para vencer la fuerza adicional que se produce por el desalineamiento.
- El rápido desgaste producido por el desalineamiento del tren puede afectar adversamente la estabilidad, debido a las fuerzas adicionales que se producen.

-Afinación del motor.

El motor de los vehículos funcionará de manera más suave y económica cuando esté correctamente afinado. Normalmente el afinamiento del motor consiste en realizar lo que se llama un tune-up y que incluye las siguientes actividades, las cuales varían según el tipo de combustible del vehículo.

-Diésel

- Calibrar bomba de inyección
- Cambio de filtros de aire, aceite y combustible
- Cambio de puntas de inyección
- Revisión de candelas de precalentamiento.

Las ventajas que resultan de un adecuado afinamiento se pueden resumir de la siguiente forma:

(Para diésel y gasolina)

- Mejora la combustión, implica ahorro de combustible.
- Alarga la vida útil del motor, evitando desgastes prematuros.
- Mayor seguridad a la reducción de la posibilidad de una falla mecánica.
- Mayor economía, ahorro de combustible, ahorro de un mantenimiento correctivo.
- Disminuye la contaminación ambiental.

-Justificación

a) Al realizar el tune-up se afina el motor por lo que éste mejora las condiciones aptas dentro del motor para que se realice una mejor combustión y por lo tanto un mejor aprovechamiento de la energía.

b) Al darse una combustión mejor, el motor sufre menor desgaste por lo que la vida del mismo se puede ver alargada. Al realizarse una buena combustión, se evitan esfuerzos innecesarios en el motor.

Revisión de rutina del vehículo

1. ACEITE DE MOTOR: Medir y rellenar si hay faltante con el mismo tipo de aceite que le puso cuando hizo el cambio.

2. AGUA: Revisar y rellenar.

3. BATERIA: Revisar, corregir la falta de líquido o suciedad en los bornes.

4. LÍQUIDO DE FRENOS: Revisar en bomba de frenos y embrague, rellenar si es necesario.

5. LLANTAS: Revisarla presión, las ranas, (no olvide la llanta de repuesto)

6. Revisión de las mangueras del radiador y la faja del abanico.

Supervisión ambiental del Proyecto

El cumplimiento oportuno y eficaz de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas, se logrará mediante la aplicación de Acciones de vigilancia ambiental. Se pretende dar seguimiento a las actividades del **Proyecto** para evaluar su desempeño ambiental a los vehículos, equipos y maquinaria de los contratistas y personal operativo de la empresa.

Las Acciones de vigilancia ambiental se realizarán diariamente durante la ejecución de las diferentes etapas del **Proyecto**, a lo largo de la vida útil del mismo.

Indicadores de realización

Se realizará el mantenimiento constante de los vehículos y maquinaria, con la finalidad de evitar ruido o emisión de contaminantes permitidos.

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas:

- El número de vehículos que reciben mantenimiento.
- El tipo de mantenimiento realizado.

A su vez, se obtendrán otros indicadores encaminados a aspectos, como: residuos peligrosos generados y retirados (grasas, aceites, combustibles, material impregnado), etc.

Junto al programa de mantenimiento y con el fin de cumplir con las medidas de mitigación del aire es obligatoria la humectación diaria de caminos. Las actividades deben especificar el tipo de riego, tiempos y rutas más eficientes para mantener el gasto de combustible y la generación de emisiones al mínimo. Los indicadores a obtener serán el volumen de agua empleado, la eficiencia de rutas y vehículos empleados.

Indicadores de eficacia

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas que reflejen el cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible
NOM-042-SEMARNAT-2003.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
NOM-044-SEMARNAT-2006.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.
NOM-045-SEMARNAT-2006.	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

De acuerdo con lo anterior, los indicadores de realización y de eficiencia son los siguientes:

Norma	Descripción de la medida	Indicador de realización	Indicador de eficacia
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-042-SEMARNAT-2003.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-044-SEMARNAT-2006.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-045-SEMARNAT-2006.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se

Norma	Descripción de la medida	Indicador de realización	Indicador de eficacia
			encuentran en servicio del proyecto.

Análisis de datos

Se analizarán los resultados obtenidos de los reportes de incidentes y las bitácoras de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los objetivos y las metas del presente Programa, de conformidad a las siguientes actividades:

Medida ejecutada	Unidad de Medida	Resultado de campo	Valor esperado	Aceptable / No aceptable
Programas de mantenimiento correctivo anual,	Número de reparaciones correctivas realizadas.		Medición de 365 días	
Programa de mantenimiento preventivo anual	Número de equipos y maquinaria con mantenimiento oportuno en tiempo y forma		Determinación de 4 trimestres al año	
Programas de verificación vehicular	Número de vehículos en cumplimiento de las NOM respectiva		De ser aplicable en el municipio, Cada seis meses	

Calendario de comprobación

Esta medida se comprobará cada vez que una maquinaria sea enviada a mantenimiento preventivo o correctivo en su defecto, de conformidad a los tiempos establecidos para su realización y reporte.

Medida	Periodicidad de ejecución	Plazo de reporte
Mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria	Trimestral	Dentro de los primeros 5 días después del corte.
Mantenimiento correctivo de maquinaria y equipo	Al momento de las reparaciones mayores	Dentro de los primeros 5 días después del corte.
Mantenimiento y verificación vehicular	Semestral	Dentro de los primeros 5 días después del corte.

Punto de comprobación

Esta medida se corroborará con las bitácoras que revelen un funcionamiento óptimo de la maquinaria, y con la evidencia fotográfica que se capture en el área de **Proyecto** que ayude a evidenciar que no se están presentando derrames de químicos o hidrocarburos al suelo por algún mal funcionamiento en la maquinaria.

Medidas de urgente aplicación

De observarse en campo un desperfecto en la maquinaria que implique un incremento en el ruido normal de la maquinaria o un aumento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, se enviará inmediatamente esa maquinaria a los talleres autorizados y mencionar en la bitácora de salida la causa de la misma.

De presentarse algún derrame de químicos o hidrocarburos al suelo, este será retirado y clasificado como residuos peligrosos, donde se envasará en un contenedor adecuado con tapa y etiquetado con el CRETIB que le corresponda (de haber sido contaminado con algún hidrocarburo y por tanto, considerarse un residuo peligroso), posteriormente será retirado del área de proyecto por la empresa autorizada que se contrate para el transporte, manejo y disposición final de este tipo de residuos, misma que entregará un manifiesto del manejo.

Tabla IV.20. Formato de guías para elaboración de mantenimiento vehicular y equipos y máquina

	VEHÍCULO	PLACAS	FECHA DE MANTENIMIENTO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

“SAEE LA LOMA”

ANEXO IV.6

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROMOVENTE:

ENERGÍA FIRME DELTA, S.A.P.I. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

2026

ÍNDICE

IV. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3
IV.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3
IV.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 5
IV.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 8
I.4. Pronóstico ambiental 12
I.5. Evaluación de alternativas 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto 3
Tabla IV.2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación 5
Tabla IV.3. Escenarios con Proyecto y con medidas de mitigación 9
Tabla IV.4. Resumen de escenarios sin proyecto, escenario con proyecto sin medidas y escenario con proyecto con medidas 12

IV. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se realiza el análisis prospectivo de las condiciones ambientales de la Región Ecológica (**RE**) bajo tres escenarios: sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto considerando las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Capítulo IV. Los escenarios se construyen sobre la línea base descrita en el Capítulo III, los impactos identificados y valorados en el Capítulo IV, y las estrategias de manejo ambiental del mismo Capítulo IV.

Un escenario se entiende como la descripción coherente y plausible de un futuro posible, que permite comparar la evolución probable de la **RE** en ausencia del **Proyecto** frente a las condiciones que resultarían de su implementación. El pronóstico se basa en la diferencia entre la tendencia natural del sistema, escenario sin proyecto, y las modificaciones inducidas por las actividades del **Proyecto**, considerando tanto los impactos adversos como los efectos positivos derivados de las medidas de mitigación.

Los componentes ambientales analizados corresponden a aquellos identificados como relevantes en los Capítulos III y IV: suelo, aire, hidrología superficial y subterránea, flora, fauna, paisaje y componente socioeconómico.

IV.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Con apoyo de la información cartográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**) y de los trabajos de campo realizados, se revisaron las condiciones ambientales que guarda la región donde se ubica el **Proyecto** y su entorno. Se resaltan las siguientes características:

Uso de suelo y vegetación de la RE, el AI y el AP: Corresponde en su totalidad a mezquital xerófilo, de acuerdo con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI** y conforme a lo corroborado en campo. Esta comunidad vegetal constituye la cobertura predominante y exclusiva del área de análisis.

Rasgos fisiográficos: La **RE**, el **AI** y el **AP** se insertan en un paisaje de bajadas con lomeríos, zonas de transición de piedemonte y superficies de menor pendiente, característico de la zona árida del municipio de Hermosillo, Sonora.

Hidrología superficial: La **RE**, el **AI** y el **AP** presentan una red de escurrimientos intermitentes de primer a tercer orden. No se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes. Dentro del **AP** se registra una longitud aproximada de 0.368 kilómetros de escurrimientos intermitentes.

A continuación se retoman las tendencias del diagnóstico ambiental señaladas en el Capítulo III de la presente **MIA-R**, las cuales imperan en la zona de estudio del **Proyecto**.

Tabla IV.1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
Suelo	Predominio de suelos asociados a mezquital xerófilo en la **RE**, el **AI** y el **AP**. Se observan modificaciones localizadas por caminos, brechas y tránsito vehicular que generan	Continuará la presión por el uso de caminos y brechas existentes, el tránsito vehicular y las actividades asociadas a la infraestructura energética presente, con incremento

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
	compactación y exposición de la superficie.	gradual de la compactación y de la erosión en zonas de mayor circulación.
Aire	Los niveles de ruido y las emisiones de contaminantes se asocian principalmente al tránsito vehicular en el Boulevard José Alberto Healy Noriega y a las actividades de la subestación eléctrica de la **CFE** ubicada en el entorno inmediato.	Derivado del crecimiento urbano y del incremento del parque vehicular en la zona limítrofe de Hermosillo, es probable que los niveles de ruido y las emisiones de contaminantes criterio aumenten de manera gradual.
Hidrología superficial	La **RE**, el **AI** y el **AP** se localizan en una zona de escurrimientos intermitentes. No existen cuerpos de agua permanentes. El balance hídrico está dominado por la evapotranspiración propia de un ambiente árido.	La modificación de patrones de escurrimiento podrá continuar por el sellamiento de suelos derivado de la expansión de caminos, brechas y áreas urbanizadas en el entorno, con reducción de la infiltración en zonas intervenidas.
Hidrología subterránea	No se identifican afectaciones relevantes a la calidad del agua subterránea derivadas de actividades intensivas dentro de la **RE**. El nivel freático y la dinámica de recarga se encuentran condicionados por las características de aridez de la región.	Por el crecimiento urbano y la presencia de infraestructura en el entorno, es posible que se presente un deterioro gradual de la calidad del agua subterránea por filtraciones asociadas a malos manejos de residuos o a sistemas de saneamiento deficientes en zonas aledañas.
Flora	En campo se registraron 39 taxa de flora repartidos en 15 familias. Se identificaron especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. La cobertura de mezquital xerófilo mantiene continuidad espacial en gran parte de la **RE**.	Dada la dinámica de la región, es probable que continúe la alteración de áreas con vegetación por la apertura de brechas, el pastoreo y la expansión de infraestructura, lo que conlleva la modificación de la composición, la disminución de la diversidad y la pérdida gradual de cobertura forestal.
Fauna	Se obtuvieron 260 registros correspondientes a 45 especies. Se identificaron dos especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. La matriz de mezquital xerófilo aún conserva funciones de refugio, alimentación y desplazamiento.	Como consecuencia de las actividades antrópicas existentes, se reducirá de manera gradual la superficie de hábitat disponible. La fauna será desplazada hacia zonas menos intervenidas y se incrementará el riesgo de atropellamientos y de fragmentación de corredores.
Paisaje	La calidad visual resultó de clase B, es decir de calidad media. La capacidad de absorción visual es moderada. La mayoría de la superficie mantiene una matriz de vegetación natural con alteraciones puntuales.	Continuará la modificación y homogenización del paisaje por el retiro de vegetación, la expansión de caminos y la presencia de infraestructura energética y vial en el entorno.
Socioeconómico	El municipio de Hermosillo presenta un grado de marginación muy bajo. La	Los datos estadísticos muestran una tendencia de crecimiento poblacional y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
	mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica.	de ampliación de la mancha urbana, lo que incrementará la demanda de servicios y de infraestructura en la zona limítrofe donde se ubica el **Proyecto**.

IV.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

El **Proyecto** consiste en la construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y cierre de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías, con una potencia máxima neta de retiro e inyección de hasta 160 MW y una energía neta máxima de diseño de hasta 640 MWh en el punto de interconexión. Se localiza en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora, y entregará la energía al Sistema Eléctrico Nacional a través de una subestación elevadora y una línea de interconexión de aproximadamente 236 metros hacia la Subestación SE La Loma de la Comisión Federal de Electricidad.

Derivado del desarrollo del **Proyecto** se prevé la generación de impactos ambientales descritos en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**. En dicho capítulo se identificaron los componentes ambientales que mantienen mayor número de interacciones con las actividades a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**. Resultan ser los componentes de suelo, aire, hidrología superficial, hidrología subterránea, flora, fauna, paisaje y socioeconómico. A continuación, se describen los escenarios considerando el **Proyecto** sin medidas de mitigación.

Tabla IV.2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas del suelo por la posible contaminación derivada del uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como por la eventual disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos. Se alterarán las propiedades físicas de textura, estructura y porosidad, con la consecuente reducción de la permeabilidad, como resultado de las excavaciones, el trazo, la nivelación, las cimentaciones y el sellamiento parcial de la superficie asociado al desplante de la infraestructura.	**Tendencia Negativa.** Las actividades de excavación, nivelación y cimentación, junto con el sellamiento de superficies para el desplante de contenedores, estaciones de transformación, subestación y caminos, alteran de manera directa la estructura del suelo y reducen su capacidad de infiltración en un ecosistema de mezquital xerófilo con suelos frágiles.
	Procesos erosivos y pérdida de suelo	Incremento de la erosión y pérdida de suelo ocasionado por las actividades de preparación del sitio que requieren desmonte, despalme	**Tendencia Negativa.** La eliminación de la cobertura vegetal de mezquital xerófilo en la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
		y nivelación del terreno. Estas acciones modifican el relieve y exponen la capa superficial a la acción del agua de lluvia, el viento y la gravedad.	superficie de intervención incrementa de manera significativa la susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica en un ambiente árido, con pérdida de la capa superficial rica en nutrientes.
Aire	Calidad del aire	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero asociados al uso de vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la emisión de material particulado derivado de las actividades de movimiento de tierras y del tránsito sobre caminos sin pavimentar.	**Tendencia Negativa.** Durante las fases de preparación del sitio y construcción el uso intensivo de maquinaria y vehículos genera emisiones temporales pero significativas de gases y polvos que afectan la calidad del aire local.
	Nivel de ruido	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento.	**Tendencia Negativa.** El ruido generado por la maquinaria y el equipo puede alterar los patrones de comportamiento, reproducción y comunicación de la fauna local.
Hidrología superficial	Características fisicoquímicas del agua superficial	Afectación de las características fisicoquímicas del agua superficial por el posible manejo inadecuado de residuos líquidos y sustancias contaminantes, así como por el arrastre de sedimentos derivado de los procesos erosivos del suelo.	**Tendencia Negativa.** Un manejo inadecuado de residuos y el incremento de la erosión pueden contaminar los escurrimientos intermitentes presentes en el **AP** y en el **AI**.
	Modificación de escurrimientos superficiales	Modificación temporal de la dinámica de los escurrimientos intermitentes de primer y segundo orden identificados dentro del **AP**, derivada de las excavaciones, movimientos de tierra y del cruce de la línea de interconexión.	**Tendencia Negativa.** La instalación de infraestructura y los movimientos de tierra pueden alterar los patrones naturales de escurrimiento, concentrando o desviando el flujo de agua durante los eventos de precipitación.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por la posible infiltración de residuos líquidos y sustancias contaminantes	**Tendencia Negativa.** La generación y el manejo inadecuado de residuos líquidos representan un

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
		durante todas las etapas del **Proyecto**.	riesgo de contaminación del acuífero en una zona árida donde el agua subterránea constituye un recurso vital.
	Infiltración	Disminución de la infiltración de agua al subsuelo por las áreas de sellamiento y compactación asociadas al desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	**Tendencia Negativa.** El sellamiento parcial de la superficie reduce la capacidad natural del suelo para infiltrar el agua de lluvia y disminuye la recarga del acuífero.
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre derivada de las actividades de desmonte y despalme, con la remoción directa de la cobertura vegetal de mezquital xerófilo en la superficie de intervención del **AP**.	**Tendencia Negativa.** La remoción de la vegetación forestal en 9.4113 hectáreas genera la pérdida directa de especies y de la cobertura que provee servicios ambientales de captura de dióxido de carbono, retención de suelo, refugio y alimento para la fauna.
	Cobertura vegetal y servicios ambientales	Disminución de la cobertura vegetal forestal por la remoción directa de mezquital xerófilo, con la consecuente pérdida de servicios ambientales, incremento de la fragmentación del ecosistema, agudización del efecto de borde y liberación del carbono almacenado en la biomasa.	**Tendencia Negativa.** La pérdida de cobertura forestal reduce la resiliencia del ecosistema de mezquital xerófilo y favorece la posible proliferación de especies exóticas.
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Afectación a la abundancia y riqueza de fauna silvestre por las limitaciones al desplazamiento derivadas de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por el daño o muerte accidental y por la pérdida de hábitat asociada a la remoción de vegetación.	**Tendencia Negativa.** La presencia de infraestructura y el tránsito de vehículos generan barreras al desplazamiento, riesgo de atropellamiento y pérdida de conectividad para mamíferos, reptiles y aves.
	Hábitat	Afectación al hábitat de las especies de fauna por la remoción de la vegetación forestal de mezquital xerófilo, que ocasiona la pérdida de sitios de alimentación, refugio y descanso, así como la reducción de la conectividad entre áreas de desplazamiento.	**Tendencia Negativa.** La ocupación de 9.4113 hectáreas de hábitat de mezquital xerófilo genera escasez de recursos y fragmentación de las poblaciones de fauna nativa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
Paisaje	Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y el **AI** por la generación de polvos, la presencia de maquinaria durante la construcción y la introducción permanente de la infraestructura del **Proyecto** en un entorno de calidad visual media.	**Tendencia Negativa.** La instalación de contenedores, subestación, edificios y caminos altera de manera significativa la configuración escénica natural del mezquital xerófilo.
Socioeconómico	Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales y permanentes.	Se mantendrá una tendencia positiva limitada, ya que la mayor parte de los empleos serán temporales durante la preparación del sitio y la construcción. Durante la operación se requerirá un número reducido de trabajadores permanentes.

El **Proyecto** sin medidas de mitigación muestra una tendencia negativa en la mayoría de los factores bióticos y abióticos. Esto se debe principalmente a la remoción de la cobertura de mezquital xerófilo en la superficie total de 9.4113 hectáreas, a la nivelación del terreno, al sellamiento parcial del suelo y a la alteración de los patrones naturales de escurrimiento e infiltración. Estos cambios impactan de manera directa en la pérdida de biodiversidad, de servicios ambientales y en la calidad del paisaje.

Se observa que todos los impactos ambientales son acumulativos, dado que se identifican actividades ya presentes en la **RE** y en el **AI**, tales como la subestación eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, el Boulevard José Alberto Healy Noriega y una ranchería, que sumadas a las del **Proyecto** afectan los mismos factores ambientales. De conformidad con lo establecido en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**, se identificaron 16 impactos ambientales, de los cuales 15 son negativos y solo uno es positivo, relacionado con la generación de empleos.

IV.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Derivado del desarrollo del Proyecto se prevé la generación de impactos ambientales descritos en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**, por lo que se implementará una serie de medidas de prevención y mitigación incorporadas en diferentes programas. En el Capítulo IV se describe detalladamente el análisis de las medidas de mitigación consideradas. A continuación, se señalan los escenarios derivados del **Proyecto** implementando dichas medidas.

Tabla IV.3. Escenarios con Proyecto y con medidas de mitigación

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación	Tendencia
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas utilizadas para obras de apoyo mediante escarificación y revegetación con especies nativas. Se realizarán acciones inmediatas de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos que contempla el almacenamiento temporal adecuado y la disposición final a través de prestadores autorizados.	**Tendencia Estable.** La rehabilitación activa de suelos y el manejo integral de residuos previenen la contaminación química y mitigan la compactación, manteniendo las condiciones del suelo en un estado de equilibrio.
	Procesos erosivos y pérdida de suelo	El desmonte y despalme se llevará a cabo de manera preferentemente manual y paulatina. Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos hasta su relleno y compactación. El material vegetal producto del desmonte será triturado y esparcido como mulch para proteger la superficie.	**Tendencia Estable.** El uso de métodos manuales, la cobertura del suelo extraído y el mulching minimizan la exposición del suelo desnudo y reducen de manera efectiva los procesos erosivos en el ambiente árido del sitio.
Aire	Calidad del aire	Se realizarán inspecciones físico-mecánicas constantes de la maquinaria y el equipo para solicitar la sustitución de unidades con emisiones excesivas. Se humedecerá el área con riego antes de las actividades de movimiento de tierras para controlar la generación de partículas. Se mantendrá cubierto el suelo extraído.	**Tendencia Estable.** Las inspecciones de maquinaria, el riego preventivo y la cobertura del suelo controlan de manera eficaz las emisiones de gases y polvos, manteniendo la calidad del aire local dentro de los límites permisibles.
	Nivel de ruido	Se establecerán límites estrictos en los horarios de las actividades que generan	**Tendencia Estable.** El control de horarios y el cumplimiento de la normatividad

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación	Tendencia
		ruido. Se cumplirá con los límites máximos permisibles establecidos en la **NOM-080-SEMARNAT-1994**.	acústica garantizan que el impacto sonoro no altere de manera permanente el entorno de la región.
Hidrología superficial	Características fisicoquímicas del agua superficial	Se capacitará a todo el personal en la clasificación y el manejo de residuos. Se usarán sanitarios portátiles con manejo por terceros autorizados. Se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos y se realizarán acciones de atención inmediata a derrames.	**Tendencia Estable.** El uso de sanitarios portátiles, la capacitación del personal y el programa de manejo de residuos previenen la contaminación de los escurrimientos intermitentes.
	Modificación de escurrimientos superficiales	Se operará la rehabilitación de suelos en áreas temporales y se realizará reforestación con especies nativas. Se delimitarán y señalizarán los cauces intermitentes para restringir el tránsito y evitar la disposición de materiales dentro de ellos.	**Tendencia Estable.** La reforestación, la rehabilitación de áreas temporales y la protección de los cauces ayudan a mantener los patrones naturales de drenaje.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	Se realizarán acciones de atención a derrames y se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos para eliminar las vías de infiltración de contaminantes.	**Tendencia Estable.** Las medidas preventivas contra derrames y el manejo adecuado de residuos líquidos eliminan el riesgo de afectación a la calidad del agua subterránea.
	Infiltración	El diseño del **Proyecto** evita el sellamiento total de la superficie. Se permitirá la regeneración natural en las áreas no ocupadas de manera permanente. Se implementará un Programa de Conservación del Suelo y de reforestación con especies nativas.	**Tendencia Estable.** La ausencia de sellamiento total y la preparación del suelo tras el desmonte permiten que la mayor parte de la superficie conserve su capacidad de infiltración, vital en el clima árido del sitio.
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de flora silvestre. Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio o daño a cualquier especie. El desmonte se ejecutará de forma manual y paulatina. Se	**Tendencia Positiva.** El rescate, la reubicación y la reforestación con especies nativas aseguran la preservación de la diversidad biológica y buscan fortalecer el ecosistema de mezquital

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental		Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación	Tendencia
		aplicará un Programa de Reforestación con especies nativas.	xerófilo más allá de la simple mitigación.
	Cobertura vegetal y servicios ambientales	Se permitirá la regeneración natural en zonas no ocupadas de manera permanente. Se protegerán los parches de vegetación en buen estado de conservación dentro del **AP**. El material vegetal triturado se utilizará para proteger el suelo.	**Tendencia Positiva.** La revegetación y la protección de áreas remanentes garantizan que funciones críticas como la captura de dióxido de carbono y la retención de suelo se mantengan y, eventualmente, mejoren.
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre. Se establecerá un límite máximo de velocidad de 30 kilómetros por hora en las vías internas. Se capacitará al personal en temas de protección de fauna.	**Tendencia Estable.** Los programas de ahuyentamiento y rescate, junto con el límite de velocidad, aseguran que la mortalidad directa sea mínima y protegen a las especies de lento desplazamiento y a la fauna voladora.
	Hábitat	Se protegerán los parches de vegetación forestal bien conservada dentro del **AP**. Se implementará el Programa de Conservación del Suelo con revegetación de especies nativas que induzcan el regreso de la fauna.	**Tendencia Estable.** La protección de parches de vegetación y la revegetación mantienen refugios y corredores biológicos necesarios para la fauna nativa.
Paisaje		Las actividades se realizarán exclusivamente en las áreas autorizadas. Se implementará el manejo integral de residuos para evitar la acumulación de materiales. Al concluir cada etapa se realizará la limpieza del **AP** y se retirará la infraestructura temporal.	**Tendencia Estable.** La limpieza final de los sitios, el retiro de infraestructura temporal y la revegetación de áreas afectadas restauran la armonía visual del paisaje.

Los factores ambientales como el suelo, el paisaje, la flora y la fauna presentarán cambios por el **Proyecto**. Es importante hacer notar que aún sin la implementación del **Proyecto** ocurren dichos cambios debido a las presiones existentes por caminos, brechas, tránsito vehicular e infraestructura energética en la **RE**.

Se implementarán actividades para prevenir, mitigar o compensar los impactos, entre las que destacan el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, el Programa de Conservación del Suelo, el Programa de Manejo Integral

de Residuos, el Programa de Reforestación y el Programa de Capacitación y Educación Ambiental. Mediante estos programas cada impacto será mitigado o compensado.

I.4. Pronóstico ambiental

A continuación, se presenta a manera de resumen y de forma descriptiva los escenarios analizados anteriormente.

Tabla IV.4. Resumen de escenarios sin proyecto, escenario con proyecto sin medidas y escenario con proyecto con medidas

Componente ambiental		Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	El uso de suelo seguirá sufriendo presiones antrópicas por el crecimiento de la región, la apertura de caminos y brechas, y la presencia de infraestructura energética. La compactación por tránsito vehicular y ganado se mantendrá como principal factor de degradación.	**Tendencia Negativa.** Las excavaciones, nivelaciones, cimentaciones y el sellamiento parcial del suelo alteran su estructura, textura y porosidad. Existe riesgo de contaminación por aceites, combustibles y residuos.	**Tendencia Estable.** La rehabilitación de suelos en áreas de apoyo, la atención inmediata a derrames y el Programa de Manejo Integral de Residuos previenen la contaminación y mitigan la compactación.
	Procesos erosivos y pérdida de suelo	Continuará la erosión gradual asociada a caminos, brechas y pérdida localizada de cobertura vegetal.	**Tendencia Negativa.** El desmonte y la nivelación del terreno exponen el suelo a la acción del viento y el agua, incrementando de manera significativa los procesos erosivos en un ambiente árido.	**Tendencia Estable.** El desmonte manual y paulatino, la cobertura del suelo extraído y el esparcimiento de material vegetal triturado reducen de forma efectiva la erosión.
Aire	Calidad del aire	Es posible que los contaminantes criterio se incrementen por el crecimiento de la mancha urbana y el aumento del parque vehicular en la zona limítrofe de Hermosillo.	**Tendencia Negativa.** El uso intensivo de maquinaria y vehículos durante la construcción genera emisiones de gases y polvos que afectan la calidad del aire local.	**Tendencia Estable.** Las inspecciones de maquinaria, el riego preventivo y la cobertura del suelo controlan las emisiones y mantienen la calidad del aire dentro de los límites permisibles.
	Nivel de ruido	Derivado del crecimiento urbano y del incremento del tránsito, el nivel de	**Tendencia Negativa.** El empleo de maquinaria y equipo produce un incremento considerable de los	**Tendencia Estable.** El establecimiento de horarios estrictos y el cumplimiento de la **NOM-080-SEMARNAT-**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental		Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación
		ruido aumentará de manera gradual.	niveles de ruido que puede alterar el comportamiento de la fauna.	**1994**garantizan que el impacto acústico no altere de manera permanente el entorno.
Hidrología superficial	Características fisicoquímicas del agua superficial	Por cambios asociados al crecimiento urbano y a obras viales, los escurrimientos intermitentes podrán sufrir alteraciones en su calidad por arrastre de sedimentos y contaminantes.	**Tendencia Negativa.** El manejo inadecuado de residuos y el incremento de la erosión pueden contaminar los escurrimientos intermitentes presentes en el **AP** y el **AI**.	**Tendencia Estable.** El uso de sanitarios portátiles, la capacitación del personal y el Programa de Manejo Integral de Residuos previenen la contaminación de los cauces.
	Modificación de escurrimientos superficiales	La modificación de patrones de escurrimiento continuará por el sellamiento de suelos derivado de la expansión de caminos y áreas urbanizadas.	**Tendencia Negativa.** Las excavaciones, movimientos de tierra y el cruce de la línea de interconexión pueden alterar los patrones naturales de escurrimiento.	**Tendencia Estable.** La reforestación, la rehabilitación de áreas temporales y la delimitación de cauces ayudan a mantener los flujos naturales de agua.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	Por el crecimiento urbano y la posible filtración de residuales en el entorno, es posible un deterioro gradual de la calidad del agua subterránea.	**Tendencia Negativa.** La generación y el manejo inadecuado de residuos líquidos representan un riesgo de infiltración de contaminantes hacia el acuífero.	**Tendencia Estable.** Las medidas preventivas contra derrames y el manejo adecuado de residuos líquidos eliminan las vías de infiltración de contaminantes.
	Infiltración	La infiltración se verá reducida de manera gradual por el sellamiento de suelos asociado a la expansión urbana y vial.	**Tendencia Negativa.** El sellamiento parcial de la superficie reduce la capacidad natural del suelo para infiltrar el agua de lluvia.	**Tendencia Estable.** El diseño del **Proyecto** evita el sellamiento total y permite que la mayor parte de la superficie conserve su capacidad de infiltración.
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Es altamente probable que continúe la alteración de áreas con vegetación por la apertura de brechas, el pastoreo y la expansión de infraestructura, con disminución de la diversidad.	**Tendencia Negativa.** El desmonte y despalme de 9.4113 hectáreas de mezquital xerófilo generan la remoción directa de la vegetación y la pérdida de especies.	**Tendencia Positiva.** El Programa de Rescate y Reubicación de flora, la prohibición de extracción y el Programa de Reforestación con especies nativas buscan preservar y fortalecer la diversidad biológica.

Componente ambiental		Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Escenario con Proyecto, con medidas de mitigación
	Cobertura vegetal y servicios ambientales	Continuará la pérdida gradual de cobertura forestal y de los servicios ambientales asociados.	**Tendencia Negativa.** La remoción de la cobertura de mezquital xerófilo implica la pérdida de captura de dióxido de carbono, retención de suelo, refugio para fauna y conectividad ecológica.	**Tendencia Positiva.** La revegetación y la protección de parches de vegetación en buen estado de conservación permiten mantener y mejorar las funciones ecológicas del ecosistema.
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies	Se reducirá de manera gradual la superficie de hábitat disponible. La fauna será desplazada y se incrementará el riesgo de atropellamientos y fragmentación de poblaciones.	**Tendencia Negativa.** La presencia de maquinaria, vehículos y personal, junto con la pérdida de hábitat, genera limitaciones al desplazamiento, riesgo de mortalidad y pérdida de conectividad.	**Tendencia Estable.** Los programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación, el límite de velocidad de 30 kilómetros por hora y la capacitación del personal minimizan la mortalidad directa y protegen a las especies.
	Hábitat	La matriz de mezquital xerófilo conservará funciones de refugio y desplazamiento, aunque con presiones crecientes por fragmentación.	**Tendencia Negativa.** La ocupación de 9.4113 hectáreas genera pérdida de sitios de alimentación, refugio y descanso, así como reducción de la conectividad.	**Tendencia Estable.** La protección de parches de vegetación forestal y la revegetación con especies nativas mantienen refugios y corredores biológicos para la fauna nativa.
Paisaje		El paisaje será modificado de manera gradual por el retiro de vegetación, la expansión de caminos y la presencia de infraestructura energética y vial.	**Tendencia Negativa.** La instalación de infraestructura de almacenamiento, subestación y caminos altera de manera significativa la calidad visual del paisaje de mezquital xerófilo.	**Tendencia Estable.** La limpieza final de los sitios, el retiro de infraestructura temporal y la revegetación de áreas afectadas restauran la armonía visual del paisaje.

El análisis de los componentes ambientales revela un enfoque integral y proactivo en la gestión de los impactos. La implementación de un conjunto robusto de medidas de prevención, mitigación y compensación busca asegurar que la mayoría de los factores ambientales clave mantengan una tendencia estable o incluso positiva a lo largo de las fases de construcción y operación del **Proyecto**.

A partir del análisis de los tres escenarios, el escenario que presenta un balance más positivo entre la degradación del medio físico y el desarrollo socioeconómico es el escenario con la realización del **Proyecto** e implementación de las medidas propuestas en la presente **MIA-R**.

Se estima que el **Proyecto** generaría una degradación que se vería prevenida, atenuada y compensada por la correcta aplicación de las medidas descritas en el Capítulo IV, lo que hace de este **Proyecto** una opción viable en términos ambientales para la región.

Las actividades específicas para lograr el desarrollo del **Proyecto** corresponden a la prevención y mitigación para la protección de los componentes ambientales de aire, suelo, agua, flora, fauna y paisaje. Estas estrategias permitirán tener un control de la zona de influencia del **Proyecto** y disminuir la intensidad o extensión de los impactos identificados.

Se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar los posibles impactos mediante programas y acciones específicas. La ejecución de estas medidas asegura su eficacia porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y la supervisión ambiental.

Con base en lo anterior se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a ningún nivel, ya sea en el **AP**, en el **AI** o en la **RE**, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo para la salud y el bienestar humano. Por tanto, **se considera al Proyecto como ambientalmente viable**.

I.5. Evaluación de alternativas

El **Proyecto** consiste en la construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y cierre de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías. Se ubicará en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora. Tendrá una potencia máxima neta de retiro e inyección de hasta 160 MW y una energía neta máxima de diseño de hasta 640 MWh en el punto de interconexión. Entregará la energía al Sistema Eléctrico Nacional a través de una subestación elevadora y una línea de interconexión de aproximadamente 236 metros hacia la Subestación SE La Loma de la Comisión Federal de Electricidad.

En conjunto, el **Proyecto** constituye una infraestructura estratégica que permitirá incrementar la capacidad de almacenamiento de energía en la región, mejorar la confiabilidad, eficiencia y estabilidad del suministro eléctrico y contribuir al cumplimiento de las metas nacionales de transición energética y reducción de emisiones, mediante una tecnología limpia y de bajo impacto durante su operación.

El desarrollo del **Proyecto** se llevará a cabo dentro de un polígono de 9.4113 hectáreas, de las cuales una porción se destinará a la instalación de contenedores de baterías, estaciones de transformación, subestación elevadora, edificio de operaciones y mantenimiento, caminos internos, red de media tensión y línea de interconexión. La infraestructura definitiva se complementa con áreas de trabajo temporales requeridas durante la etapa de construcción. La intervención se realizará de manera gradual en dos fases, la primera de 5.7638 hectáreas y la segunda de 3.6475 hectáreas correspondientes al área libre para futuras adecuaciones.

Durante el proceso de planeación del **Proyecto**, la selección del sitio consideró criterios ambientales orientados a minimizar el impacto sobre zonas de alta sensibilidad ecológica. Se privilegió un predio con disponibilidad de superficie, accesibilidad por caminos existentes y cercanía a la infraestructura eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, lo que evita la construcción de líneas de transmisión de gran longitud y reduce la afectación territorial.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En relación con los aspectos ambientales, la ejecución del **Proyecto** se justifica porque, al tratarse de un sistema de almacenamiento de energía, se asegura una afectación acotada a los servicios ecosistémicos e hídricos de la región. Fue definido con base en criterios técnicos, sociales y ambientales, priorizando la prevención de impactos sobre las comunidades y los recursos naturales.

De esta manera, la ejecución del **Proyecto** se considera técnica, social y ambientalmente viable, al minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales y las comunidades, y contribuir de manera directa al cumplimiento de los compromisos nacionales de mitigación del cambio climático y de fortalecimiento de la red eléctrica. Las áreas sujetas a remoción de vegetación comprenden una superficie total de 9.4113 hectáreas de mezquital xerófilo, cuya intervención se realizará de forma controlada y conforme a la normatividad aplicable. Estas acciones estarán acompañadas de medidas de rescate, reubicación, restauración y compensación ambiental, lo que permitirá mantener una baja incidencia ambiental global y asegurar la compatibilidad del **Proyecto** con los objetivos de conservación y uso sustentable del territorio.

Las estrategias propuestas no sólo se centran en minimizar los impactos negativos inherentes a un proyecto de esta naturaleza, sino que también buscan generar un beneficio ambiental neto en áreas críticas como la flora y el suelo. La protección específica del ecosistema de mezquital xerófilo y la implementación de programas de reforestación y rehabilitación son indicativos de una visión a largo plazo que trasciende la mera mitigación.

En resumen, las medidas detalladas para cada componente ambiental, desde la gestión de residuos y la calidad del aire hasta la protección de la biodiversidad y la hidrología, sugieren que **el Proyecto está diseñado para operar en armonía con el entorno natural, contribuyendo a la generación y almacenamiento de energía limpia sin comprometer la integridad ecológica de la región**.