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 HERRADURA "

## CAPÍTULO I

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

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, 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....4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones ....4
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental....4
I.3.1. Nombre o Razón Social....4
I.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental....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....5
I.5.2. Municipio ....5
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)....17
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 ....17
I.6.3. Inversión requerida....18
I.6.4. Duración estimada del Proyecto....18
I.6.5. Resumen de las características del Proyecto....19
I.6.6. Superficies generales del Proyecto ....20
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 ....14
Tabla I.4. Superficies de los componentes del Proyecto....16
Tabla I.5. Obras temporales previstas (Área de Faenas)....17
Tabla I.6. Resumen de los costos de inversión del Proyecto....18
Tabla I.7. Duración estimada del Proyecto por etapa ....19
Tabla I.8. Resumen de características del Proyecto....19
Tabla I.9. Superficies generales del Proyecto. ....20



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización general del Proyecto .....7
Figura I.2. Vías de acceso al sitio del Proyecto .....8
Figura I.3. Arreglo general del Proyecto y distribución de componentes .....15



Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

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

## I.1. Proyecto

### I.1.1. Nombre del Proyecto

**" SAEE Herradura"**

El proyecto “SAEE HERRADURA” (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 140 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 560 MWh.

## I.2. Promovente

### I.2.1. Nombre o Razón Social

Energía Firme Beta, S.A.P.I. de C.V.

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

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

### I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

**Mauricio Buenrostro Ruíz**, Representante Legal.

El poder notarial que acredita la representación legal se presenta en el **Anexo I.1.**

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

[redacted]

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

### I.3.1. Nombre o Razón Social

ABF, Servicios Técnicos S.C.

Se testa domicilio de persona física, pues se trata de un dato personal, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### 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 testa correo electrónico de persona física, pues se trata de un dato personal, 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.

[redacted]

María José Monteverde Suárez

**Nombre y firma del responsable técnico**

Se testa firma de persona física, pues se trata de un dato personal, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

## I.5. Ubicación del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en el estado de Baja California, dentro de la Meseta Compleja. La ubicación se eligió considerando la accesibilidad por vías federales, la cercanía a la infraestructura eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**), y la compatibilidad con los usos del suelo predominantemente agropecuarios del entorno.

### I.5.1. Entidad federativa

Baja California

### I.5.2. Municipio

Tijuana, Baja California



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

El **Proyecto** se desarrolla en predios de propiedad privada ubicados en Calle sin vialidad 0, Col. El Florido (Valle Redondo), en las inmediaciones de la localidad de Santa Fe, código postal 22334 perteneciente al municipio de Tijuana, Baja California.

El sitio del **Proyecto** se localiza aproximadamente a 25 kilómetros al oeste de la cabecera municipal de Tijuana. El acceso principal al sitio se realiza a través de la Carretera Federal " Autopista Mexicali-Tijuana", conectándose con la red de caminos rurales locales que facilitan el ingreso al predio.

La delimitación geográfica del predio y la ubicación precisa de cada uno de los componentes se establece mediante la relación de vértices en coordenadas UTM presentadas en el **Anexo I.2**, incluyendo los archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV. Para pronta referencia, a continuación, se presentan las coordenadas del Área del **Proyecto**:

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

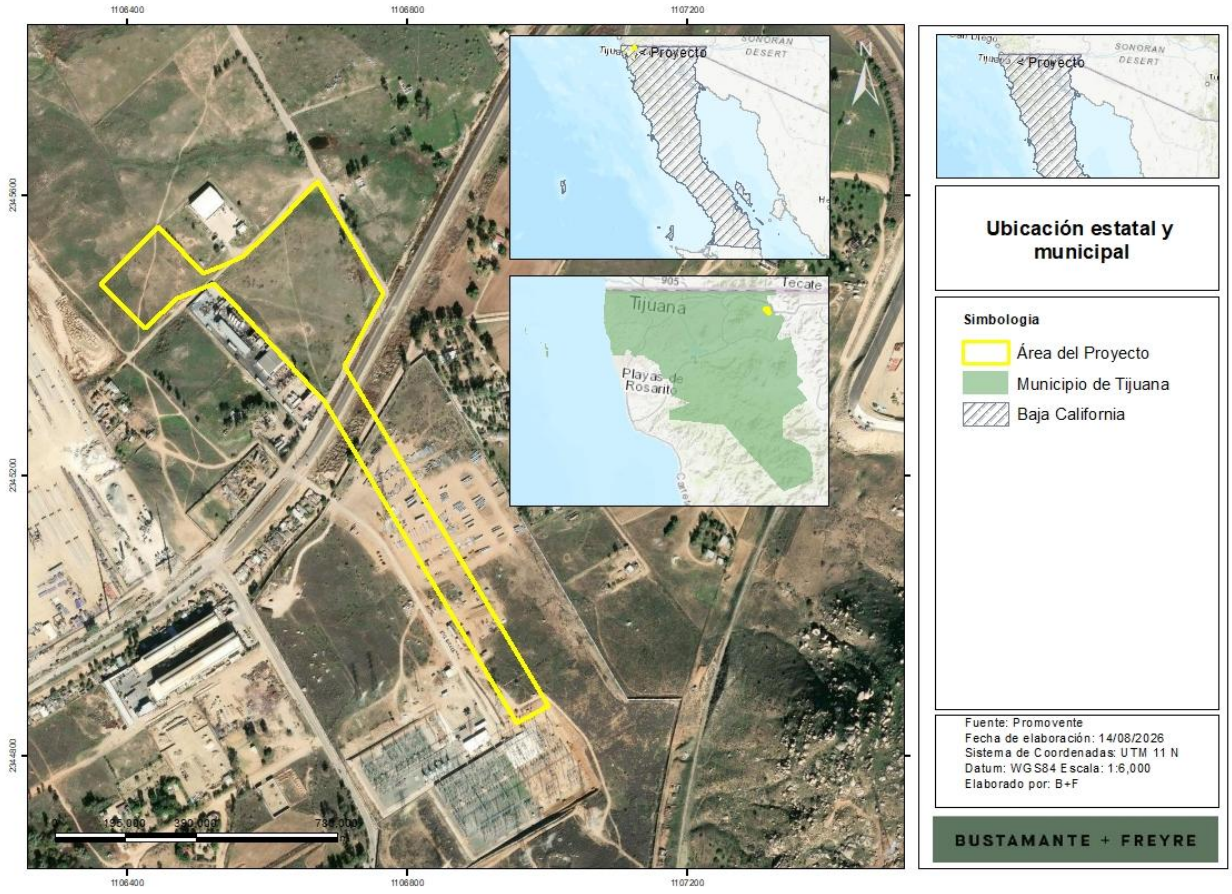
| Vértice | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 523263.339 | 3599367.22 |
| 2 | 523372.059 | 3599218.89 |
| 3 | 523370.463 | 3599214.99 |
| 4 | 523369.259 | 3599212.04 |
| 5 | 523331.585 | 3599119.91 |
| 6 | 523328.111 | 3599111.42 |
| 7 | 523667.085 | 3598662.1 |
| 8 | 523624.522 | 3598633.33 |
| 9 | 523306.059 | 3599057.49 |
| 10 | 523240.113 | 3599114.69 |
| 11 | 523132.521 | 3599208.02 |
| 12 | 523081.866 | 3599182.52 |
| 13 | 523041.299 | 3599134.51 |
| 14 | 522972.674 | 3599189.79 |
| 15 | 523046.035 | 3599279.52 |
| 16 | 523114.246 | 3599220.84 |
| 17 | 523167.984 | 3599249.55 |
| 18 | 523196.407 | 3599282.85 |
| 19 | 523200.917 | 3599288.9 |
| 20 | 523263.339 | 3599367.22 |



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**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

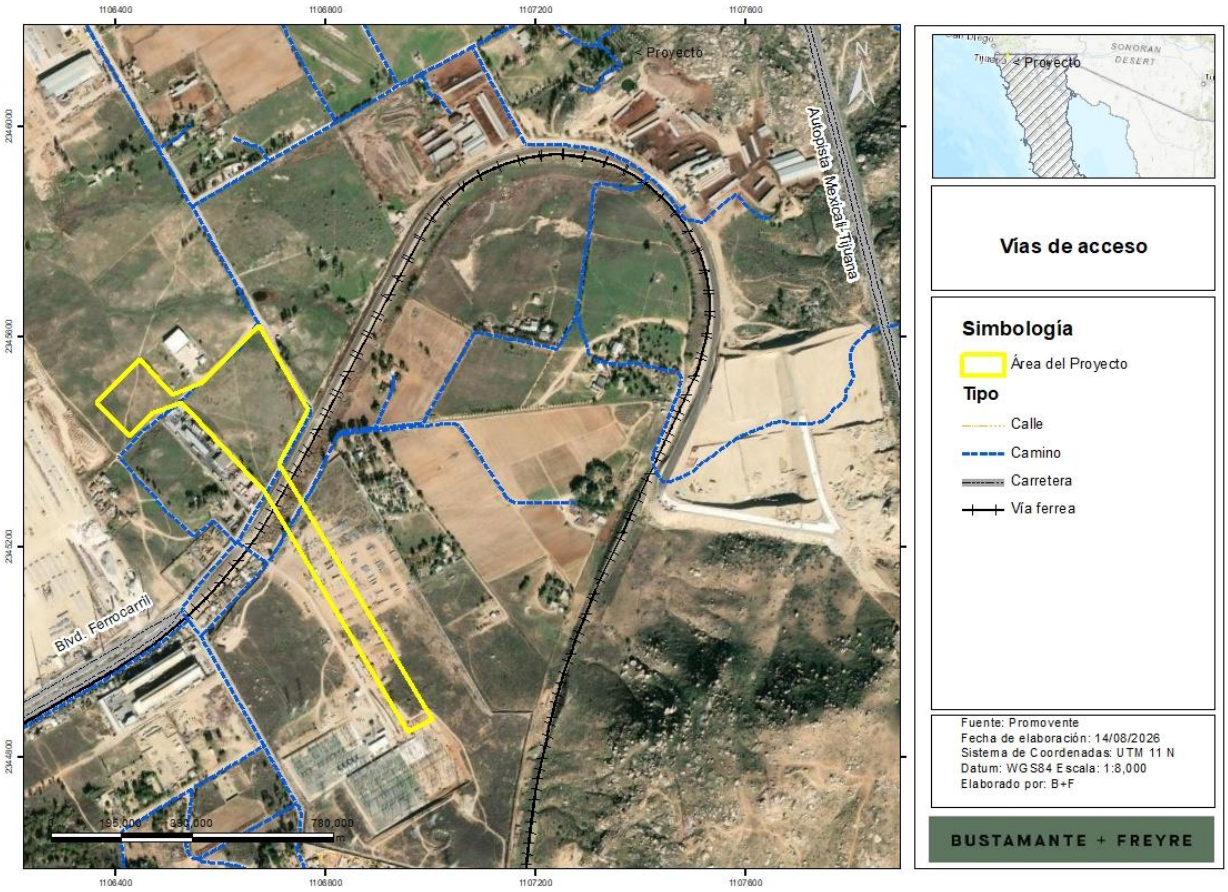



**Tabla I.2.** Información de ubicación del **Proyecto**

| Concepto | Descripción |
|---|---|
| Nombre del Proyecto | " SAEE Herradura" |
| Entidad federativa | Baja California |
| Municipio | Tijuana |
| Localidad próxima | Santa Fe, C.P. 22334 |
| Cabecera próxima | Tijuana (25 km al Oeste) |
| Vía de acceso principal | Carretera Federal Autopista Mexicali-Tijuana |
| Datum y zona UTM | WGS84, Zona 11 Norte |
| Superficie total del Proyecto | 7.6208 ha |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Concepto | Descripción |
|---|---|
| Punto de Interconexión (POI) | Subestación SE Herradura, CFE Transmisión |
| Potencia neta de retiro e inyección en el POI | Hasta 140 MW |
| Energía neta de diseño en el POI | Hasta 560 MWh. |

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

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (**"SAEE" o "BESS",** por sus siglas en inglés), con una potencia neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 140 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 560 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 745.6 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 140 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 Herradura, 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.

  El **Proyecto** considera aproximadamente 108 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.

- **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 108 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 3.0, 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **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 27 estaciones de transformación. Se toma como referencia el equipo Sungrow MVS7400-LS (PowerTitan 3.0) o similar; para la instalación final podrá considerarse este equipo u otro equivalente.
- **Sistemas de control y monitoreo,** 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.
- **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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

similar), coordinado con el **BMS**, un control de explosiones mediante ventilación de deflagración o sistemas de prevención (conforme a NFPA 68/69), la separación y distancias de seguridad entre contenedores y respecto a otras instalaciones, conforme a NFPA 855, y la integración de alarmas con el **SCADA** y, en su caso, coordinación con cuerpos de emergencia locales.

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

- **Sistema de puesta a tierra y protecciones eléctricas.** Está destinada a garantizar la seguridad de las personas y de los equipos ante la aparición de potenciales peligrosos y a asegurar un camino de retorno para las corrientes de falla. Se diseñará como una malla equipotencial integrada que vincule el **SAEE**, la subestación, el edificio de control, las cercas, las estructuras de línea y las pantallas de los cables de media tensión. Estará conformada, de manera enunciativa, 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.

- **Subestación Elevadora.** 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 el cumplimiento de estándares internacionales. Cerca de la subestación se construirá un edificio de control que albergará la sala de control y la sala de equipos eléctricos y celdas de protección.

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

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

- **Edificio de Control.** Es una edificación diseñada y construida para albergar los tableros de control y protección, los servicios auxiliares y los equipos de comunicaciones de la subestación. Estas estructuras son diseñadas para resistir condiciones ambientales y proporcionar acceso seguro para el mantenimiento de la subestación.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **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 Herradura. La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV y estará dimensionada para una potencia de proyecto de 140 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 0.600 km.

  La infraestructura de interconexión estará integrada por una subestación elevadora de 34.5 kV/230 kV y una línea aérea particular de interconexión de aproximadamente 600.58 m de longitud. Esta línea conectará la subestación elevadora del **SAEE** con la subestación de **CFE** mediante estructuras aéreas de soporte, deflexión y/o remate, marcos de remate en las subestaciones, conductores aéreos, cable de guarda/OPGW, herrajes, aisladores, cimentaciones, sistemas de puesta a tierra y equipos de protección asociados.

Asimismo, se tienen las siguientes áreas:

- **Área libre (futuras adecuaciones).** Ocupa una superficie de 1.1356 ha del polígono y se considera que podrá ser utilizada para futuras adecuaciones del **Proyecto**, tales como el aumento de la capacidad instalada (ya sea para mantener la capacidad comprometida o, en su caso, incrementar la capacidad del sistema), la instalación de equipos o sistemas complementarios, áreas adicionales de maniobra, almacenamiento o servicios y, en general, otras mejoras que pudieran requerirse durante su operación. Cuando dichas adecuaciones impliquen modificaciones a las características, capacidades, superficie o impactos considerados en la presente evaluación, se realizarán los trámites o modificaciones a las autorizaciones y permisos que resulten aplicables.
- **Caminos internos y de acceso.** Se considera una red de 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
- **Obras complementarias.** Cerco perimetral, sistema de drenaje pluvial, iluminación perimetral y sistema de videovigilancia (**CCTV**).
- **Obras provisionales.** Corresponden a:
  - **Áreas 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **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. 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**

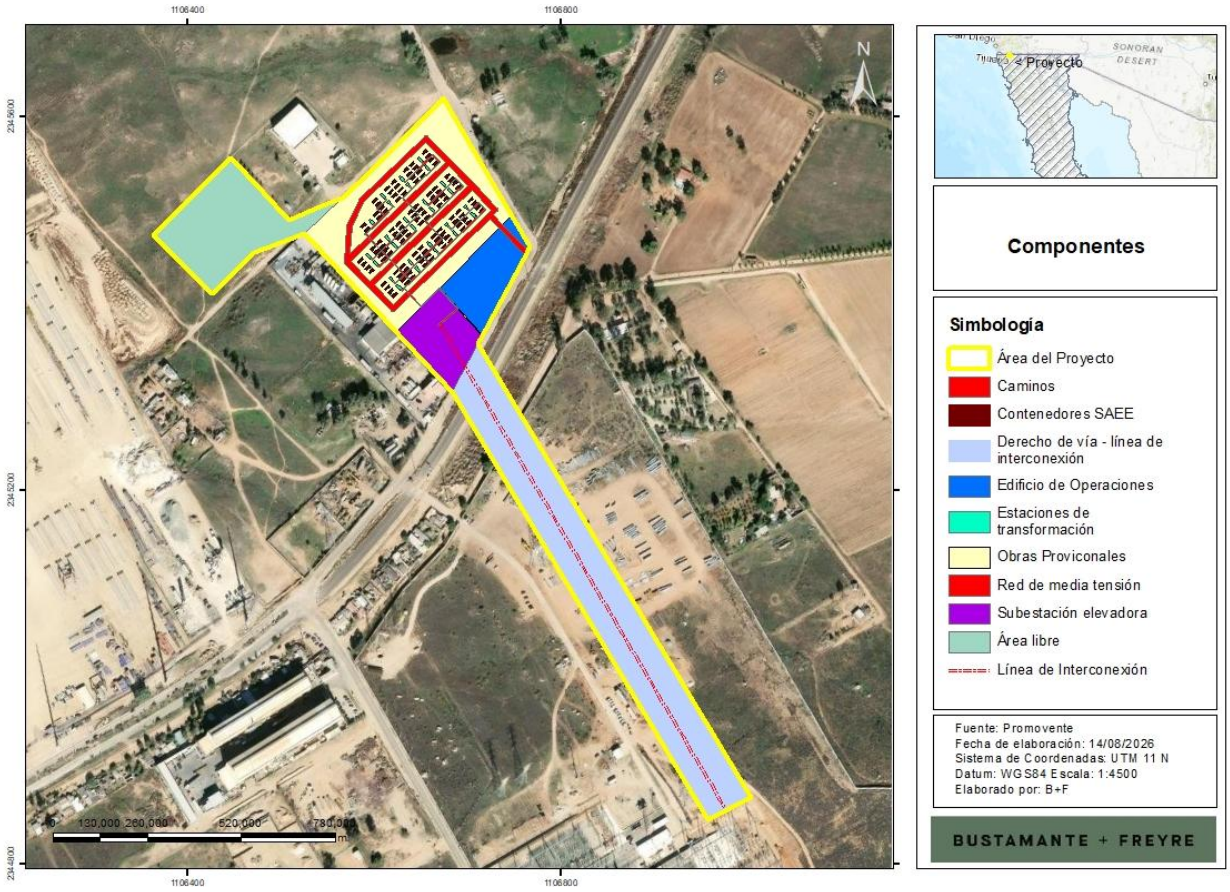
| Componente | Superficie (ha) |
|---|---|
| Contenedores **SAEE** | 0.1595 |
| Estaciones de transformaciones | 0.0399 |
| Subestación elevadora | 0.4926 |
| Edificio de operaciones (Edificio O&M) | 0.5084 |
| Línea de interconexión (derecho de vía) | 2.7702 |
| Red de media tensión (subterránea) | 0.1109 |
| Caminos de acceso e internos | 0.4944 |
| Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras) | 1.9092 |
| Área libre para futuras adecuaciones | 1.1356 |
| **Superficie total del predio disponible y Derecho de vía** | **7.6207** |

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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 | Superficie total (ha) | Uso de suelo y tipo de vegetación | Permanente (ha) | Temporal (ha) | Sin afectación | Sellamiento del suelo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contenedores SAEE | 0.1595 | agricultura de temporal anual | 0.1595 | | | Si |
| Estaciones de transformación | 0.0399 | agricultura de temporal anual | 0.0399 | | | Si |
| Subestación elevadora | 0.4926 | agricultura de temporal anual | 0.4926 | | | Si |
| Edificio de operaciones (Edificio O&M) | 0.5084 | agricultura de temporal anual | 0.5084 | | | Si |
| Línea de interconexión (derecho de vía) | 2.7702 | agricultura de temporal anual | 2.7702 | | | Si (únicamente en cimentaciones de la torre) |
| Caminos de acceso e internos | 0.4944 | agricultura de temporal anual | 0.4944 | | | No |
| Red de media tensión (subterránea) | 0.1109 | agricultura de temporal anual | 0.1109 | | | No |
| Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras) | 1.9092 | agricultura de temporal anual | 1.9092 | | | No |
| Área libre | 1.1356 | agricultura de temporal anual | 1.1356 | | | No |
| **Subtotal** | | | 7.6207 | 0.000 | 0.000 | |
| **Total** | **7.6207** | | **7.6207** | | | |

Es importante señalar que el **Proyecto** pretende desarrollarse en 2 fases:

- **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.
- **Segunda Fase:** corresponde al desarrollo del Área libre, y responderá a la necesidad de futuras adecuaciones del **Proyecto**, tal como se ha descrito anteriormente.

### I.6.1. Obras temporales previstas (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; 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 conclusión y cuyas superficies serán restituidas conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas.

**Tabla I.5.** 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** requiere la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, encuadrándose en los siguientes supuestos del artículo 5 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (**LGEEPA)** en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**):

**Inciso K) Industria eléctrica:**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El **Proyecto** contempla la construcción y operación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica con energía neta de diseño en el **POI** de hasta 560 MWh, lo cual encuadra plenamente en este supuesto.

Por la naturaleza del **Proyecto**, su capacidad de almacenamiento, posibles impactos acumulativos, sinérgicos y/o residuales 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 102.7 **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.6.** Resumen de los costos de inversión del Proyecto

| Costo de inversión del Proyecto | Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración | Total |
|---|---|---|
| USD 102,700,000.00 (≈ MXN $1,789,034,000.00 | USD 513,500.00 (≈ MXN $8,945,170.00 — 0.5% del costo total de inversión | USD 103,213,500.00 (≈ MXN $1,797,979,170.00) |

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

### I.6.4. Duración estimada del Proyecto

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla I.7.** Duración estimada del **Proyecto** por etapa

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

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

La etapa de **Operación y mantenimiento** consiste ciclos de carga y descarga conforme a las instrucciones de operación que se definan por las condiciones del mercado y por el Centro Nacional de Control de Energía (“**CENACE**”) de acuerdo con el estado de la red. La operación considera supervisión local y remota, control de los límites de estado de carga (**SOC**) y de salud (**SOH**) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas **EMS**, **SCADA** y el operador del sistema. Las actividades se centran en la operación del sistema y en el mantenimiento preventivo y correctivo descrito en el capítulo de mantenimiento correspondiente.

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

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

### I.6.5. Resumen de las características del Proyecto

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

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



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 energía eléctrica | Se obtendrá mediante plantas de generación portátiles (de combustión) y/o conexión provisional. | Se alimentarán desde la propia instalación. |
| Consumo de agua | ~4,541 m³ totales | El sistema de almacenamiento cuenta con refrigeración líquida en circuito cerrado, por lo que no requiere un consumo continuo de agua de proceso |
| Emisiones de gases de efecto invernadero | 212.78 ton $CO_2$e totales (106.39 ton $CO_2$e por año) | 6.43 t $CO_2$e/año (257.24 t $CO_2$e en 40 años) |
| Aprovechamiento de otros recursos naturales | Materiales pétreos para terracerías y rellenos (banco de material autorizado) | No aplica |
| Generación de residuos | Peligrosos: ~2 t totales | Peligrosos: ~ 1 ton/año |
| | Manejo especial: ~25 t totales | Manejo especial: ~ 2 ton/año |
| | Sólidos urbanos: ~25 t totales | Sólidos urbanos: ~1 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 | 81.36 m³ de diésel + 2.16 m³ de gasolina totales | 1.5 m³ de diésel + 1.2 m³ de gasolina por año |
| Personal requerido | Pico de ~183 trabajadores | 8 trabajadores permanentes |

Nota: Los valores corresponden a estimaciones preliminares.

## I.6.6. Superficies generales del Proyecto

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

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

| Concepto | Superficie existente | Superficie por afectar |
|---|---|---|
| Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del **Proyecto** | ---- | 7.6207 ha |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Concepto | Superficie existente | Superficie por afectar |
|---|---|---|
| Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Subestación Elevadora, **SAEE**, edificio O&M y caminos internos) | — | 5.5749 ha |
| Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas (Área de Faenas + Área libre). | — | 2.0459 ha |
| Superficie total de vegetación | ----- | ---- |
| Superficie de vegetación forestal total | No aplica | No aplica |
| Superficie por cada tipo de vegetación forestal: | | |
| Tipo 1: Vegetación | No aplica | No aplica |
| Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente) | No aplica | 0 ha (sin afectación a cuerpo de agua) |
| Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente) | No aplica | No aplica (sin afectación a zona federal de **CONAGUA**) |
| Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente) | No aplica | No aplica (**Proyecto** en zona continental) |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## Bibliografía y referencias

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


- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), última reforma vigente.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), última reforma vigente.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, última reforma vigente.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), última reforma vigente.
- Ley del Sector Eléctrico (LSE) y su Reglamento (RLSE).
- Disposiciones Administrativas de Carácter General para la integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional, emitidas por la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Código de Red y requerimientos técnicos aplicables del CENACE y de la CFE.
- Reglas, manuales y disposiciones de interconexión al SEN aplicables, así como el modelo de contrato de interconexión vigente.
- Ley de Planeación y Transición Energética y su Reglamento.
- Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental — SEMARNAT, versión digital vigente.
- Normas Oficiales Mexicanas aplicables: NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-161-SEMARNAT-2011, NOM-001-SEDE-2012, NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM-081-SEMARNAT-1994.
- Factores de emisión de gases de efecto invernadero — UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2022.
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), versión vigente — SENER.
- Cartografía digital INEGI Serie VII de uso de suelo y vegetación.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) — Cartografía de Regiones y Cuencas Hidrológicas.
- Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).




Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

**PROYECTO:**

**" SAEE HARRADURA "**

## 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 BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# ÍNDICE

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO ..... 3
II.1. Leyes y Reglamentos ..... 3
II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) ..... 3
II.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA) ..... 5
II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico ..... 7
II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) ..... 7
II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Baja California (POEBC) ..... 18
II.3. Planes o Programas de Desarrollo Urbano ..... 43
II.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana (PDUCPT) 2010–2030 ..... 44
II.3.2. Programa Metropolitano de Tijuana (PMT) 2024. ..... 47
II.3.3. Plan Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) 2009-2013 ..... 48
II.3.4. Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Tijuana, Tecate, Playas de Rosarito y Ensenada (POZTPRE / ZM TTPRE) ..... 50
II.3.5. Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Centro de Población de Tijuana, Baja California50
II.4. Decretos y Programas de Conservación ..... 51
II.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) ..... 51
II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) ..... 52
II.5. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) ..... 53
II.5.1. NOM en materia de Aire ..... 53
II.5.2. NOM en materia de Ruido ..... 54
II.5.3. NOM en materia de Residuos ..... 55
II.5.4. NOM en materia de Flora y Fauna silvestre ..... 57
II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales ..... 58
II.5.6. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo ..... 59
II.6. Región y/o Comunidades Indígenas ..... 61
II.7. Conclusiones ..... 62



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al **Proyecto**. De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano del Centro de Población decretados en el estado de Baja California y el Municipio de Tijuana, para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el **Proyecto** es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con los instrumentos de planeación que regulan la zona donde éste se llevará a cabo. A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

## II.1. Leyes y Reglamentos

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

La **LGEEPA** se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y su última reforma fue el 19 de enero de 2026, es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

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

**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 | El **Proyecto**, pretende la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a Base de Baterías (SAEE) para la generación de energía. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| 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:<br><br>[...]<br><br>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y **<u>eléctrica</u>**<br>[...]<br>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; […] | En este sentido, la presentación de esta MIA-R representa el cumplimiento del Proyecto con lo dispuesto por la fracción II y VII de este artículo. |
| **ARTÍCULO 30.-** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. | Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la MIA-R, publicada por esa H. Secretaría.<br><br>De este modo, el documento que se somete a evaluación, cuenta con la descripción de los impactos ambientales a generar con las actividades del Proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación a adoptar para su desarrollo y los posibles escenarios para reflejar el estado de los componentes ambientales con la implementación del mismo, velando siempre por su mantenimiento y cuidado dentro de la región y ecosistema en el que se encuentra inmerso. |
| **Artículo 79.** Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:<br>I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;<br>(…) | Es de señalar que el **Proyecto** no prevé el aprovechamiento de flora ni fauna silvestre, sin embargo, establece una serie de programas, de los cuales se destacan:<br><br>• Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.<br>• Programa de Rescate y Reubicación de Flora. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;<br>IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;<br>(…)<br>X.- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten. | Así mismo, mediante el Programa de Capacitación y Educación Ambiental, la promovente se cerciorará y capacitará a los trabajadores, así como los contratistas que participen en el desarrollo del **Proyecto** con la finalidad de que cumplan con los criterios establecidos dentro del presente artículo. |
| **Artículo 151.** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. | En la presente **MIA-R** se propone un Programa de Manejo Integral de Residuos en el cual se detallan las acciones a realizar para el manejo y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados por las actividades del **Proyecto**; dicho programa cumple con las Normas Oficiales Mexicanas en la materia. De tal forma, se debe de establecer que el manejo y disposición de tales residuos se realizará mediante un tercero autorizado por la SEMARNAT. |

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

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

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

**Tabla II.2.** Vinculación con el RLGEEPA

| 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: […]<br><br>K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: | 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. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;<br><br>II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;<br><br>II. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y […] | |
| **Artículo 11.-** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional<br>cuando se trate de:<br>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;<br>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;<br>II. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y<br>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.<br>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:<br>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;<br>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

## II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico

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

Expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido en el Artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Por lo que, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su Acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

deberán observar el **POEGT** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

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

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

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

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

**-Regionalización ecológica.**

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

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

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

Por su parte las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio a través de las **UAB** en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En función



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de ello se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada **UAB**, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la **UAB** y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias. El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada **UAB**, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados.

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

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

**-Lineamientos ecológicos.**

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

-**Estrategias ecológicas.**

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

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

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

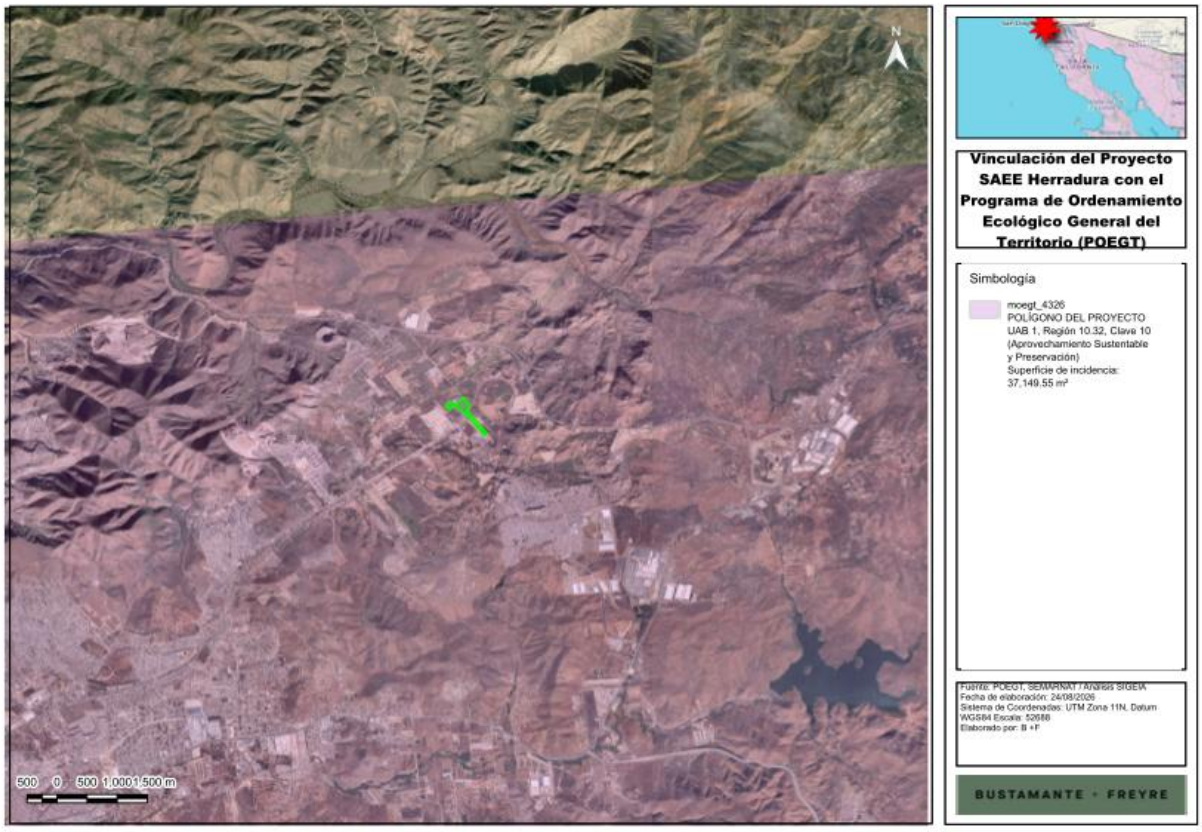
3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

**Vinculación:** De conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en la UAB 1, **SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA NORTE”, Región Ecológica 10.32,** tal y como se puede apreciar en la figura siguiente:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10.32 | 1 | SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA NORTE | PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA | FORESTAL, INDUSTRIA, MINERÍA | DESARROLLO SOCIAL, TURISMO | CFE, SCT | APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y PRESERVACIÓN | BAJA | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32, 33, 37, 40, 41, 42, 43, 44 |

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área del Proyecto son “Aprovechamiento Sustentable y Restauración”, las cuales son coincidentes con el desarrollo del **Proyecto**. Asimismo, la política de “Aprovechamiento Sustentable y Preservación” permite el desarrollo de proyectos productivos, entre ellos de infraestructura energética, siempre que se implementen bajo criterios de sustentabilidad y no se comprometan los elementos naturales sujetos a preservación. El Proyecto considera la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación para aminorar los posibles impactos ambientales negativos, así como la creación de impactos positivos.

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

**Tabla II.2.** Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT aplicables a la UAB 1 (Región 10.32).

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio** | |
| **A) Preservación** | |
| 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. | El Proyecto es congruente con esta estrategia, en virtud de que se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre previo a las actividades de despalme, con el objeto de conservar in situ, en la medida de lo posible, los ejemplares y poblaciones presentes dentro del predio y su área de influencia:<br>• Realizar recorridos de prospección y liberación ambiental antes de cada frente de desmonte para identificar, marcar y registrar los individuos susceptibles de rescate.<br>• Priorizar el rescate de especies enlistadas en categorías de protección, endémicas, de importancia ecológica, cultural o comercial, así como de individuos con viabilidad de trasplante. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| | • Realizar la extracción manual con herramientas adecuadas, conservando la mayor cantidad posible de raíces y sustrato adherido; aplicar poda sanitaria y tratamientos cicatrizantes cuando sean técnicamente necesarios.<br>• Realizar monitoreo periódico de supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria, presencia de plagas, daños físicos y requerimientos de mantenimiento.<br>• Mantener una bitácora de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo que incluya especie, número de identificación, coordenadas, condición fitosanitaria, tratamientos, fecha de rescate, fecha de trasplante y observaciones.<br>• Mantener una bitácora de rescate, reubicación, mantenimiento y monitoreo que incluya especie, número de identificación, coordenadas, condición fitosanitaria, tratamientos, fecha de rescate, fecha de trasplante y observaciones.<br>• Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada.<br>• Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada.<br>• Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre.<br>• Utilizar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio y preferentemente de procedencia local o regional.<br>• Impartir inducción ambiental obligatoria al personal de nuevo ingreso antes de iniciar actividades.<br>Capacitar al personal en protección de flora y fauna, prohibición de captura o manipulación no autorizada, reporte de ejemplares y respeto a áreas de conservación. |
| 2. Recuperación de especies en riesgo. | Cuando se identifiquen especies incluidas en alguna categoría de riesgo establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del predio del Proyecto, se implementará medidas específicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación, garantizando la continuidad de sus poblaciones fuera del área de afectación del Proyecto. |
| 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. | El presente estudio realiza la caracterización del medio biótico del predio y su área de influencia, identificando las especies de flora y fauna presentes; con base en ello, la Promovente instrumentará un programa de monitoreo ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto. |
| **B) Aprovechamiento Sustentable** | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | El Proyecto cumple con el objetivo planteado por el ordenamiento al realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en la zona, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles efectos que se pudieran generar con el desarrollo de las actividades constructivas y operativas del sistema de almacenamiento de energía. La Promovente, a través de su programa de vigilancia ambiental, garantizará que en todo momento se dé cumplimiento a dichas medidas medidas y verificará que no se deteriore el estado de los componentes ambientales, así como no generar impactos irreversibles a los servicios ambientales. |
| 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. | No es aplicable al Proyecto, ya que su objeto no considera el aprovechamiento de suelos con fines agrícolas o pecuarios. |
| 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla el desarrollo de infraestructura hidroagrícola ni la tecnificación de superficies agrícolas. |
| 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que de la información oficial en materia de uso de suelo y vegetación (INEGI) se confirma que el uso de suelo en la zona del proyecto es de Agricultura Temporal Anual, así como del trabajo en campo realizado al predio, se descarta la presencia de vegetación forestal, por lo que no se requerirá la tramitación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |
| 8. Valoración de los servicios ambientales. | El Proyecto se alinea con esta estrategia en tanto que el presente estudio realiza la valoración de los componentes ambientales existentes en el área del Proyecto, su área de influencia y su región ecológica (flora, fauna, clima, suelo, vegetación y condiciones socioeconómicas), concluyéndose que su desarrollo no generará desequilibrio ecológico irreversible, aportando además beneficios socioambientales asociados a la diversificación de fuentes de energía y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. |
| **Grupo I (continuación)** | |
| **C) Protección de los recursos naturales** | |
| 12. Protección de los ecosistemas. | En congruencia con las estrategias antes plasmadas, la protección de los ecosistemas presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las medidas de prevención y mitigación contempladas en la **MIA-R**. Dichas medidas consisten, entre otras, las siguientes:<br><br>• Retirar y separar la capa superficial de suelo orgánico antes de excavaciones, nivelaciones o movimiento de tierras.<br>• Mantener el suelo orgánico separado de residuos, escombros, materiales pétreos, concreto, hidrocarburos y suelos contaminados. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| | • Utilizar materiales impermeables, bandejas de contención y kits antiderrames durante abastecimiento, mantenimiento o reparación de maquinaria.<br>• Contener el derrame, retirar el material afectado, almacenar temporalmente el residuo y canalizarlo a manejo autorizado.<br>• Reutilizar el suelo orgánico rescatado en áreas libres de infraestructura, o superficies temporales.<br>• Capacitar a operadores, supervisores y personal de despalme en delimitación, rescate de suelo orgánico, control de erosión y prevención de contaminación.<br>• Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.<br>• Mantener kits antiderrames disponibles en maquinaria, vehículos, áreas de abastecimiento y almacenes; capacitar al personal en contención, recuperación, limpieza y notificación de incidentes.<br>• Impartir inducción ambiental obligatoria al personal de nuevo ingreso antes de iniciar actividades.<br>• Realizar capacitaciones de refuerzo al menos cada seis meses y cuando ocurran cambios operativos, modificaciones al **Proyecto** o incorporación de nuevos riesgos.<br>• Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo.<br>• Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre. Realizar recorridos de prospección y liberación ambiental antes de cada frente de desmonte para identificar, marcar y registrar los individuos susceptibles de rescate.<br>• Priorizar el rescate de especies enlistadas en categorías de protección, endémicas, de importancia ecológica, cultural o comercial, así como de individuos con viabilidad de trasplante.<br><br>De lo anterior se desprende que, a través de las medidas de prevención y mitigación, se realizará buscará proteger los ecosistemas con el menor de los impactos posibles. |
| **D) Restauración** | |
| 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que de la información oficial en materia de uso de suelo y vegetación (INEGI) se confirma que el uso de suelo en la zona del proyecto es de Agricultura Temporal Anual, así como del trabajo en campo realizado al predio, se descarta la presencia de vegetación forestal, por lo que no se requerirá la tramitación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. No obstante, la Promovente estará a lo |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| | que esta autoridad determine con relación al cumplimiento del Programa Nacional de Restauración. |
| **E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios** | |
| 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no se relaciona con actividades del sector minero o de aprovechamiento de recursos naturales no renovables. |
| 15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | No es aplicable al Proyecto, en tanto que su naturaleza corresponde a infraestructura de almacenamiento de energía eléctrica y no a actividades del sector minero. |
| 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. | No es aplicable al Proyecto, ya que no se relaciona con actividades de manufactura de industrias básicas. |
| 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). | No es aplicable de forma directa al Proyecto, en tanto que éste no constituye una planta de manufactura; no obstante, el Proyecto coadyuva indirectamente a esta estrategia al fortalecer la infraestructura energética que sostiene el desarrollo de la industria manufacturera de alto valor agregado en la región. |
| 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación, impulsando el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero. | El Proyecto es directamente congruente con esta estrategia, en tanto que “SAEE Herradura” constituye precisamente un sistema de almacenamiento de energía eléctrica que contribuye al fortalecimiento de la confiabilidad y seguridad energética del territorio, mediante la diversificación tecnológica y la integración de fuentes de energía con menor huella de emisiones. |
| 20. Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático. | El Proyecto es directamente congruente con esta estrategia, al constituir infraestructura de almacenamiento de energía que facilita la integración de fuentes renovables intermitentes a la red eléctrica, coadyuvando a la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y a la reducción de los efectos del Cambio Climático. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. | El Proyecto no se relaciona con actividades de turismo, por lo que la presente estrategia no le resulta aplicable. |
| 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. | No aplicable, por las mismas razones señaladas en la Estrategia 21. |
| 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo-beneficio. | No aplicable, por las mismas razones señaladas en la Estrategia 21. |
| **Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana** | |
| **C) Agua y Saneamiento** | |
| 27. Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, induciendo la sostenibilidad de los servicios. | Esta Estrategia está dirigida a la autoridad correspondiente y no es aplicable de forma directa al Proyecto. No obstante, se señala que los requerimientos de agua para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son mínimos y serán suministrados por proveedores autorizados por las autoridades competentes, sin representar una demanda significativa sobre los servicios públicos de agua potable de la región. |
| **D) Desarrollo Urbano y Regional** | |
| 30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población. | Esta Estrategia está dirigida a la autoridad correspondiente y no es aplicable al Proyecto. |
| 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas y sustentables. | El Proyecto contribuye indirectamente a esta estrategia al fortalecer la infraestructura energética de la Zona Metropolitana de Tijuana, condición necesaria para el desarrollo competitivo y sustentable de la región. |
| 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no constituye un desarrollo de tipo habitacional o urbano; el predio se ubica en suelo con zonificación Industrial, Habitacional y de Actividades Primarias conforme al PDUCPT, sin incidir en la expansión de la mancha urbana. |
| **Grupo II (continuación)** | |
| **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 | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia de forma directa, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública; no obstante, la Promovente considera la generación de empleos directos e indirectos durante las etapas de construcción y |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Estrategia | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. | operación como una contribución indirecta al desarrollo económico de la región. |
| 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública en materia de equidad e igualdad de género en comunidades rurales. |
| 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública en materia de asistencia social. |
| 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública en materia de protección social. |
| **Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional** | |
| **A) Marco Jurídico** | |
| 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública; no obstante, la Promovente acredita la legal posesión del predio conforme a la documentación correspondiente incluida en el Capítulo I de la presente MIA-R. |
| **B) Planeación del Ordenamiento Territorial** | |
| 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública en materia de información agraria. |
| 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno. | Al Proyecto no le resulta aplicable esta estrategia de forma directa, por la acción a que se refiere, puesto que ésta va enfocada al quehacer de la administración pública; sin embargo, mediante el presente capítulo se demuestra la compatibilidad del Proyecto con los ordenamientos en materia de ordenamiento territorial vigentes dentro de los tres órdenes de gobierno (POEGT, POEBC, PDUCPT, PMT 2024 y PEDU). |

Con base en lo anterior, se prevé para la región 10.32 (**UAB 1**) el grupo de estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos valorizando que los servicios ambientales que se encuentran presentes es congruente con el **Proyecto** debido a que las actividades a implementar con relación a sus distintas acciones y medidas de prevención,



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

mitigación y compensación se garantiza la continuidad de servicios ambientales y una prevención y protección a los componentes ambientales presentes. Aunado a lo anterior, existen estrategias que impulsan el desarrollo del Proyecto garantizando que se cumplirá con lo establecido en otros ordenamientos jurídicos enfocados a regular los usos del suelo en la región. Por lo anterior, el **Proyecto** presenta congruencia con lo ordenado en el **POEGT**.

### II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Baja California (POEBC)

A nivel estatal, el Proyecto se vincula con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC 2014), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California del 3 de julio de 2014, Tomo CXXI, No. 34, Número especial, por medio del cual del cual se divide el territorio de esta entidad federativa en Unidades de Gestión Ambiental (UGA) asociadas a diversas políticas, lineamientos ecológicos y a criterios de regulación ecológica específicos atribuibles por sector y actividad.

La actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California publicado en el Periódico Oficial de Baja California en el año 2005 y la Versión Resumen Ejecutivo de Octubre del 2013, tiene como principal objeto el integrar información y datos técnicos actualizados de los distintos aspectos ecológicos, sociales, políticos, económicos, y jurídicos administrativos de las regiones que comprende el estado de Baja California, incorporando los criterios metodológicos en materia de ordenamiento ecológico acordes con el nuevo marco legal establecido en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y en la Ley de Protección al Ambiente para el estado de Baja California (LPABC), y contar con un Modelo de Ordenamiento Ecológico actualizado con la finalidad de instrumentarlo para regular o inducir los usos y las actividades productivas, para la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con el propósito de fomentar un óptimo equilibrio del territorio orientado a un desarrollo sostenible.

El POEBC establece los siguientes Objetivos Particulares:

1. Contar con un Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) para el territorio continental del Estado de Baja California que contenga la representación de las Unidades de Gestión Ambiental en un sistema de información geográfica (SIG) con sus metadatos, bases de datos y mapas digitales.
2. Definir las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) considerando los siguientes elementos:
    - Unidades de Paisaje (Unidades Ambientales) actualizadas en la regionalización.
    - Grupos de aptitud sectorial identificados en la etapa de Diagnóstico.
    - Polígonos de los Centros de Población municipales actualizados en la regionalización como Unidades de Paisaje.
    - Polígonos de las Áreas Naturales Protegidas, especificando que la regulación de usos y actividades está sujeta al decreto de creación y al programa de manejo, previamente publicados.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

3. Establecer un Modelo de Ordenamiento Ecológico que integre las políticas ambientales, los lineamientos ecológicos, los criterios de regulación ecológica y las estrategias ecológicas para cada UGA, que deberán orientar los usos y actividades productivas en el territorio.

   Proponer Lineamientos Ecológicos que reflejen el estado deseado para cada UGA, en cuya definición se consideren, entre otros, los siguientes elementos:

   - Aptitud y conflictos ambientales.
   - Procesos ambientales vitales o relevantes identificados
   - Escenario estratégico

4. Definir los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental, considerando los siguientes elementos:

   - Análisis de criterios y principios establecidos en los instrumentos normativos federales, estatales y locales, y las atribuciones de la autoridad emisora del ordenamiento.
   - Los impactos acumulativos, sinérgicos y a distancia (procesos de cuenca), así como aquellos para el control o la mitigación de los procesos de deterioro ambiental.
   - La prevención o disminución de los conflictos ambientales entre los sectores.
   - La mitigación de riesgos y peligros ambientales detectados.
   - Las medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.

5. Diseñar Estrategias Ecológicas cuyo propósito sea plantear objetivos, proyectos, programas, y acciones para el logro de los lineamientos ecológicos o metas propuestas asignados a cada Unidad de Gestión Ambiental, y

6. Describir los principales elementos de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en Fichas Descriptivas que contengan: la política ambiental, los lineamientos ecológicos, y los criterios de regulación ecológica, entre otros.

Además, el análisis de aptitud por usos de suelo en Baja California permite conocer la capacidad que tiene el territorio para realizar actividades sectoriales y cuáles son las mejores alternativas. Se parte de que el territorio posee características claras (atributos ambientales), que hacen que un sitio sea apto o no para desarrollar una actividad y que, de hecho, estas características están definidas, en principio, porque están presentes en las áreas donde cada sector desarrolla actualmente sus actividades (Bojórquez, et al 2001). Con este enfoque, se utiliza el conocimiento de los representantes sectoriales para decidir qué zonas tienen mejores alternativas para su emplazamiento, y dependiendo del tipo de suelo y las características de cada atributo se determina si es óptima o no para el desarrollo de cierto uso. Esto permite valorar la aptitud territorial por uso, con la escala: muy alta, alta, media, y baja, que resulta en un mapa por actividad



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

para el área de ordenamiento y que presenta un gradiente entre zonas menos aptas y más aptas para cada sector.

Con respecto al Sector Energía, el POEBC establece que “La energía en sí misma nunca es un bien para el consumo final sino un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios, por ello el sector puede ser categorizado como servicio ya que es utilizado en última instancia por un grupo de empresas o individuos para la transformación de un bien o producto”.

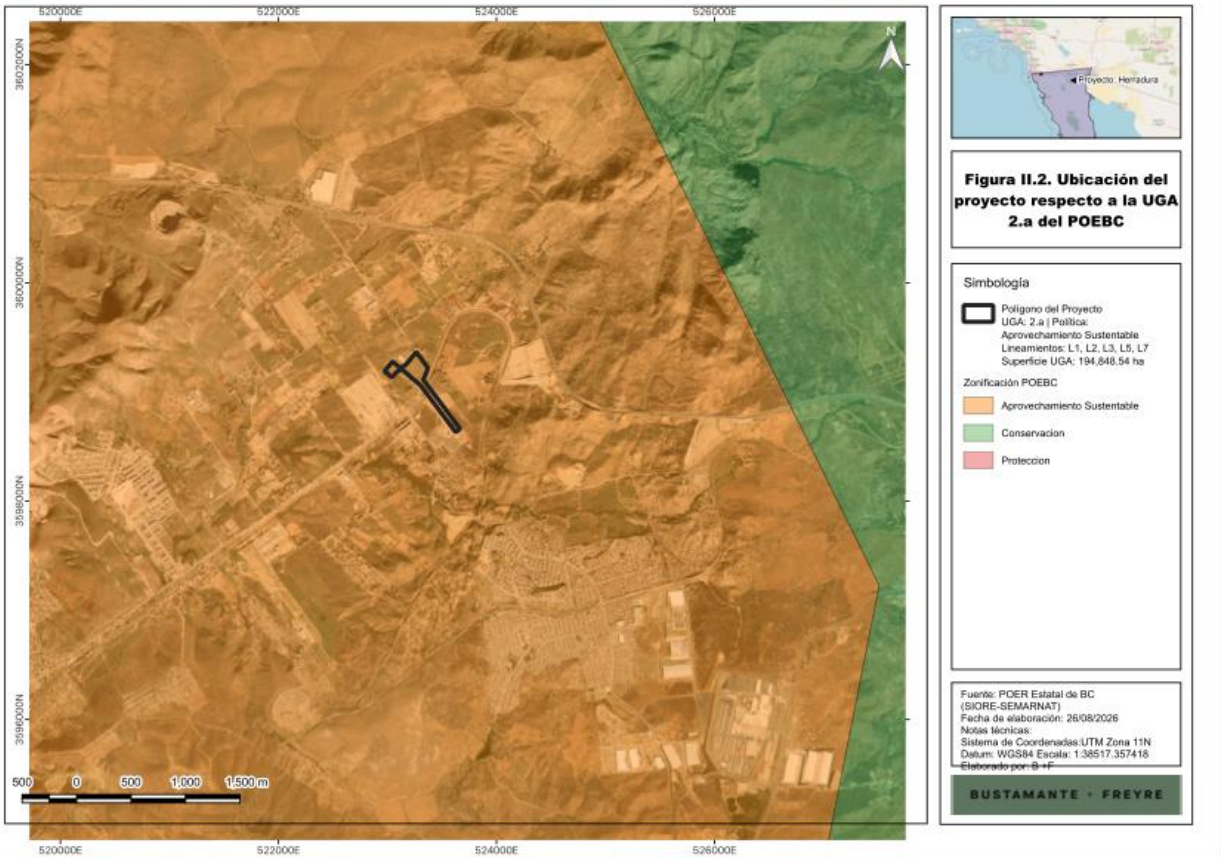
De esa manera, a través de consulta realizada mediante acceso al visor del Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE) operado por la SEMARNAT, así como del análisis del documento oficial del POEBC 2014, se confirma que el polígono del Proyecto se ubica dentro de la siguiente UGA:

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Clave UGA | 2.a | UGA dentro de la cual se ubica la totalidad del polígono del proyecto. |
| Rasgo de identificación | CP-Tijuana (entre otros centros de población) | La UGA-2 agrupa los centros de población de San Quintín, Luis Echeverría (El Hongo), La Rumorosa, Guadalupe Victoria, Mexicali, Tijuana y Ensenada. |
| Política Ambiental | Aprovechamiento Sustentable | Política aplicable al polígono 2.a de la UGA-2. |
| Lineamientos ecológicos y/o metas | L1, L2, L3, L5, L7 | Lineamientos aplicables al polígono 2.a. |
| Superficie del polígono 2.a | 194,848.54 ha | Superficie total del polígono de la UGA dentro del cual se ubica el proyecto. |

**Figura II.2.** Vinculación del proyecto con el POEBC



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas




## II.2.2.1. Lineamientos ecológicos y/o metas aplicables al polígono 2.a

De conformidad con el texto oficial del POEBC 2014 (Sección 10.4.2.2), los lineamientos ecológicos y/o metas aplicables al polígono 2.a de la UGA-2 son los siguientes:

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Lineamiento 1 – Agricultura de Riego | L1 | El 100% de la superficie con agricultura de riego se mantiene sin cambios de uso del suelo. |
| Lineamiento 2 – Agricultura de Temporal | L2 | El 70% de la superficie con agricultura de temporal se mantiene con ese uso. |
| Lineamiento 3 – Asentamientos Humanos | L3 | El 100% de los fraccionamientos para vivienda urbana se construyen dentro del fundo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los centros de |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| | | población vigente y se conserva el 20% de la vegetación en el perímetro de estos proyectos. |
| Lineamiento 5 – Vegetación | L5 | El 90% de la vegetación primaria y secundaria se mantiene sin cambios hacia otros usos del suelo. |
| Lineamiento 7 – Pastizales | L7 | Se mantiene la superficie de pastizales. |

El Lineamiento 3 (Asentamientos Humanos) tiene incidencia relevante para el **Proyecto**, en virtud de que establece que el desarrollo de fraccionamientos para vivienda urbana se debe constreñir al fundo legal definido en el instrumento de desarrollo de los centros de población que se encuentren vigentes, como lo es en el caso en concreto el Programa de Desarrollo Urban o del Centro de Población de Tijuana (PDUCPT), y conservar al menos el 20% de la vegetación perimetral.

**Tabla II.3.** Vinculación del Proyecto con los Lineamientos Ecológicos y/o Metas del POEBC aplicables al polígono 2.a (UGA-2)

| Lineamiento Ecológico y/o Meta | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| L1 – Agricultura de Riego. El 100% de la superficie con agricultura de riego se mantiene sin cambios de uso del suelo. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que no constituye actividad alguna de agricultura de riego. Asimismo, la construcción y operación del **Proyecto** no implica cambio de uso de suelo forestal. |
| L2 – Agricultura de Temporal. El 70% de la superficie con agricultura de temporal se mantiene con ese uso. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que no constituye actividad alguna de agricultura de temporal. |
| L3 – Asentamientos Humanos. El 100% de los fraccionamientos para vivienda urbana se construyen dentro del fundo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los centros de población vigente y se conserva el 20% de la vegetación en el perímetro de estos proyectos. | Si bien el Proyecto no constituye un fraccionamiento habitacional, resulta el lineamiento de mayor relevancia indirecta por su vinculación con el ordenamiento urbano vigente. El predio se ubica dentro de zonas normadas por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana (PDUCPT) 2010-2030, conforme se detalla en el apartado II.3.1 del presente capítulo, y la Promovente conservará la vegetación perimetral no afectada por la infraestructura del Proyecto, en congruencia con el espíritu de conservación de cobertura vegetal que persigue este lineamiento. |
| L5 – Vegetación. El 90% de la vegetación primaria y secundaria se mantiene sin cambios hacia otros usos del suelo. | El Proyecto no contempla la remoción de vegetación forestal, por lo que no resulta aplicable este lineamiento. |
| L7 – Pastizales. Se mantiene la superficie de pastizales. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se encuentra ocupado por pastizales destinados a actividad pecuaria. |

**Tabla II.4.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Industrial (IND) del POEBC



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| IND 01 – Zonificación. En los programas de desarrollo urbano de los centros de población se establecerán áreas de amortiguamiento o salvaguardas entre zonas industriales y zonas habitacionales. | El Proyecto es congruente con este criterio; conforme al análisis del PDUCPT (apartado II.3.1), el predio principal se ubica en zona Industrial (Sector 26.3), mientras que la línea de transmisión cruza zonas de Actividades Primarias y Habitacional. La Promovente dará seguimiento a las disposiciones de amortiguamiento que, en su caso, resulten aplicables conforme a la condicionante C-57 de la Matriz de Compatibilidad del PDUCPT, que remite a la obtención de opinión técnica y aprobación por parte de la Dirección de Administración Urbana de Tijuana. |
| IND 02 – Ubicación. La instalación de parques o zonas industriales considerará las condiciones climatológicas (vientos dominantes, precipitación, eventos de inversión térmica) para asegurar la mejor dispersión de contaminantes. | Es parcialmente aplicable; si bien el Proyecto no constituye un parque industrial con fuentes de emisión atmosférica significativas (al tratarse de un sistema de almacenamiento de energía), la ubicación del predio fue evaluada considerando las condiciones climatológicas de la región, descritas en el capítulo de descripción del medio físico de la presente MIA-R. |
| IND 03 – Perfil operativo. Los parques o zonas industriales con actividades de alto riesgo deberán definir su perfil operativo, previniendo conflictos por manejo de materiales o emisiones incompatibles. | El desarrollo del Proyecto no implica el manejo de sustancias o materiales altamente riesgosas conforme a los listados correspondientes. |
| IND 04 – Compatibilidad. Se evitará la instalación de industrias o centros de transformación dentro de zonas habitacionales o de asentamientos humanos y viceversa. | El Proyecto es congruente con este criterio en lo que respecta al predio principal, ubicado en zona Industrial; en el tramo de la línea de transmisión que cruza zona Habitacional y Actividades Primarias, de acuerdo a la clasificación del PDUCPT, por lo que la compatibilidad queda sujeta a la condicionante C-57 (opinión técnica del organismo operador y aprobación de la DAU), analizada en el apartado II.3.1 de este capítulo. |
| IND 05 – Riesgo ambiental. El establecimiento de actividades riesgosas y de alto riesgo se sujetará a los escenarios de impacto y riesgo ambiental derivados de las evaluaciones correspondientes. | El desarrollo del Proyecto no implica el manejo de sustancias o materiales altamente riesgosas conforme a los listados correspondientes. |
| IND 06 – Zonas de salvaguarda. En la autorización de actividades riesgosas se establecerán zonas de salvaguarda conforme a los criterios de desarrollo urbano y normas aplicables. | El desarrollo del Proyecto no implica el manejo de sustancias o materiales altamente riesgosas conforme a los listados correspondientes. |
| IND 07 – Emisiones. Las fuentes emisoras deberán instalar el equipo | El Proyecto, al tratarse de un sistema de almacenamiento de energía, no constituye una fuente significativa de emisiones a la atmósfera durante su |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| necesario para el control de sus emisiones a la atmósfera, sin rebasar los límites de las Normas Oficiales Mexicanas y Estatales. | operación; las emisiones asociadas a la etapa de construcción (maquinaria, vehículos) serán controladas conforme a las medidas de mitigación descritas en la presente MIA-R. 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 abastecimiento y, en su caso, el almacenamiento temporal, se realizarán conforme a la normatividad aplicable.<br>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.<br>Como referencia preliminar para un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica de gran escala, incluyendo subestación elevadora y línea particular de interconexión, se estima un consumo total durante la construcción de aproximadamente 74 $m^3$ de diésel y de 1.94 $m^3$ de gasolina. |
| IND 08 – Descargas. No se permitirá que las industrias descarguen aguas residuales que no cumplan los límites máximos permisibles; se promoverá la instalación de sistemas de tratamiento. | El Proyecto no generará descargas de aguas residuales de proceso industrial; las aguas residuales de tipo sanitario generadas durante la construcción y operación serán manejadas mediante sistemas autorizados, dando cumplimiento a la NOM-002-SEMARNAT-1996 y demás normativa aplicable. |
| IND 09 – Eficiencia energética. Las industrias de nueva instalación deberán incorporar tecnologías para el uso eficiente de energía y combustibles, minimizando residuos y emisiones. | El Proyecto cumple con este criterio, en tanto que su objeto consiste en incorporar tecnología de almacenamiento de energía que optimiza el uso eficiente de la energía eléctrica generada en la región, contribuyendo a la confiabilidad y estabilidad de la red. |
| IND 10 – Información a la población. Las empresas con actividades riesgosas deberán informar a trabajadores, clientes y población aledaña sobre los riesgos inherentes, con planes de contingencia. | El desarrollo del Proyecto no implica el manejo de sustancias o materiales altamente riesgosas conforme a los listados correspondientes. |
| IND 11 – Auditoría ambiental. Las auditorías ambientales deberán considerar medidas para la minimización de riesgos y prevención y control de la contaminación. | La Promovente dará cumplimiento a este criterio en caso de someterse voluntariamente a un proceso de auditoría ambiental ante la PROFEPA, incorporando las medidas de minimización de riesgos ya contempladas en la presente MIA-R. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| IND 12 – Monitoreo. En el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes se instrumentarán programas de monitoreo de calidad ambiental. | La Promovente instrumentará un programa de monitoreo y vigilancia ambiental durante las etapas de construcción y operación del Proyecto, conforme a lo descrito en el capítulo correspondiente de la presente MIA-R. |
| IND 13 – Reúso de agua. Las aguas tratadas deben ser, preferentemente, reutilizadas en los procesos industriales, riego de áreas verdes o infiltradas al acuífero. | No es aplicable, ya que el Proyecto no requiere agua para procesos industriales. No obstante, se señala que los requerimientos de agua del Proyecto son menores y se concentran en la etapa de construcción. El Proyecto requerirá agua potable para el consumo de los trabajadores y agua cruda para las operaciones de construcción, operación y desmantelamiento.<br>El agua potable se obtendrá de potabilizadoras cercanas y/o se comprará en garrafones de aproximadamente 20 litros procedentes de las poblaciones cercanas, y se almacenará en cisternas portátiles de aproximadamente 5,000 litros ubicadas en los frentes de obra y/o en garrafones para el consumo del personal.<br>El agua cruda se comprará a proveedores autorizados cercanos al Proyecto y su suministro se realizará por medio de pipas de 10,000 o 15,000 litros, ya que por ningún motivo se extraerá agua de los mantos freáticos o de cuerpos o escurrimientos de agua.<br>En la etapa de construcción se estima un consumo total aproximado de hasta 4,541 m³ de agua, destinado a operaciones como riegos, mezclas y elaboración de concreto, compactación de suelos, control de polvos, pruebas del sistema contra incendio y el llenado inicial del circuito de refrigeración líquida del sistema de almacenamiento.<br>En la etapa de operación los requerimientos de agua son reducidos. El sistema de almacenamiento cuenta con refrigeración líquida en circuito cerrado, por lo que no requiere un consumo continuo de agua de proceso, sino únicamente reposiciones eventuales del fluido refrigerante. El consumo en esta etapa se limita esencialmente al uso del personal de operación y mantenimiento y a actividades menores de limpieza.<br>En la etapa de desmantelamiento y cierre se estima que se requerirá en total de aproximadamente hasta 2,838 m³ de agua para actividades como control de polvos, compactación del suelo, riego de vegetación y lavado de equipos y herramientas, entre otros. |
| IND 14 – Residuos sólidos. El manejo y disposición de residuos sólidos de empaques y embalajes deberá contar con programa autorizado; se promoverá su reúso y retorno a proveedores. | La Promovente implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que incluye la separación, reúso y disposición final adecuada de los residuos generados durante la construcción y operación del Proyecto, incluidos empaques y embalajes de equipo eléctrico. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| IND 15 – Amortiguamiento. Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 20 m alrededor de las zonas de almacenaje y exposición. | La Promovente evaluará, en la etapa de ingeniería de detalle, la aplicación de franjas de amortiguamiento alrededor de las áreas de almacenamiento del Proyecto, en congruencia con este criterio. |
| IND 16 – Mitigación continua. Se deberán aplicar medidas continuas de mitigación de impactos ambientales, con énfasis en descargas, emisiones y residuos sólidos. | El Proyecto es congruente con este criterio, mediante la implementación continua de las medidas de prevención y mitigación descritas a lo largo de la presente MIA-R, dando seguimiento particular a la generación de emisiones y residuos sólidos durante la construcción. |
| IND 17 – Control de emisiones. Se deberán controlar las emisiones industriales a la atmósfera (partículas suspendidas, SO2, NOX, CO) conforme a Normas Oficiales Mexicanas y el Programa Especial de Cambio Climático. | No es aplicable a la operación del Proyecto, al no generar emisiones industriales de proceso; durante la construcción se aplicarán medidas de control de partículas (riego de caminos y áreas de trabajo) conforme a las medidas de mitigación descritas. |
| IND 18 – Ductos. La construcción de ductos deberá contar con especificaciones técnicas y medidas de mitigación para evitar afectaciones a ecosistemas, ríos y cuerpos de agua, preferentemente en derechos de vía existentes. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que no implica la construcción de ductos. |

**Tabla II.5.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Minería Sustentable (MIN) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| MIN 07. Cuando por excepción se otorgue el cambio de uso de suelo de la vegetación nativa para la ejecución de proyectos de minería metálica y no metálica y su infraestructura asociada, solo se permitirá modificar entre el 20 y 40% de la vegetación del predio en el que se instalará el | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no constituye un proyecto de minería metálica o no metálica ni contempla infraestructura asociada a dicha actividad. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| proyecto. La vegetación que no sea modificada, deberá estar distribuida en el perímetro del predio, para permitir la creación de una red de áreas con vegetación nativa entre los predios que sean desarrollados para favorecer la conectividad entre los ecosistemas. | |
| MIN 10. La explotación de bancos de material pétreo deberá realizarse fuera de la mancha urbana y de predios colindantes o cercanos a los asentamientos humanos en por lo menos 500 metros. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla la explotación de bancos de material pétreo. |
| MIN 11. La extracción de materiales pétreos y otras actividades mineras deberá evitar alterar el curso natural de ríos y arroyos, la calidad del agua y la dinámica de sedimentos, con el fin de evitar la erosión y asolvamiento de los cuerpos de agua, así como contar con estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones al recurso agua. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla actividades de extracción de materiales pétreos ni otras actividades mineras. |
| MIN 12. En la restauración de los bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación de reforestación y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar bancos de préstamo de material pétreo. |
| MIN 13. Con la finalidad de proteger la integridad de los ecosistemas riparios y la recarga de acuíferos y mantos freáticos en el Estado, el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos, se justificará por excepción, cuando el aprovechamiento consiste en extraer el material excedente que permita la rectificación y canalización del cauce, | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos o arroyos. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| propiciando la consolidación de bordos y márgenes. | |
| MIN 14. El material pétreo que no reúna las características de calidad para su comercialización podrá utilizarse en las actividades de restauración. Para ello deberá depositarse en sitios específicos dentro del predio sin que se afecte algún tipo de recurso natural, asegurando la consolidación del material. | No es aplicable al Proyecto, al no generar ni comercializar material pétreo. |
| MIN 15. En la extracción de materiales pétreos con fines comerciales se establecerá un área de explotación (sacrificio) y áreas de exclusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies susceptibles de trasplantarse. Estos sitios de exclusión deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de explotación para garantizar el éxito de la reubicación de especies vegetales. Asimismo, se deberá promover la creación de un vivero, mediante el cual pueda compensarse la pérdida de especímenes que no puedan replantarse. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar extracción de materiales pétreos con fines comerciales. |
| MIN 16. Para la extracción y transformación de materiales pétreos será necesario contar con las autorizaciones correspondientes, las cuales deberán determinar el tiempo de extracción, volúmenes a extraer, las especificaciones técnicas de la extracción y las medidas de restauración que se realizarán para el abandono del sitio. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar la extracción o transformación de materiales pétreos. |
| MIN 17. Los bancos de explotación de materiales pétreos deben mantener una franja de vegetación nativa de 20 | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar bancos de explotación de materiales pétreos. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| m de ancho mínimo alrededor de la zona de explotación. | |
| MIN 18. Previo a cualquier actividad de explotación de banco de material pétreo que implique el despalme o descapote se deben rescatar los individuos susceptibles de trasplantar y reubicar. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar explotación de bancos de material pétreo. |
| MIN 19. Los aprovechamientos de materiales pétreos, establecidos en los cauces de arroyos, deberán sin excepción contar con el título de concesión correspondiente y evaluarse a través de una manifestación de impacto ambiental. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar aprovechamientos de materiales pétreos en cauces de arroyos. |
| MIN 20. El desmonte del área de aprovechamiento se realizará de manera gradual, conforme al programa operativo anual, debiendo mantener las áreas no sujetas a aprovechamiento en condiciones naturales. | No es aplicable, al no tratarse de un proyecto minero ni se realizará cambio de uso de suelo forestal. |
| MIN 21. Para reducir la contaminación por emisión de partículas sólidas a la atmósfera, en las actividades de trituración, manejo y transporte de materiales pétreos deberán implementarse medidas que disminuyan la emisión de dichas partículas. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar actividades de trituración, manejo o transporte de materiales pétreos con fines comerciales. |
| MIN 22. Se preverá la construcción de obras de contención, con materiales del mismo banco, para prevenir la erosión y desestabilización de las paredes de los bancos de material y evitar desplomes internos o daños a los suelos colindantes, evitando dejar taludes con ángulo de reposo mayor a 15 grados. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar bancos de material pétreo. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.6.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Acuacultura e Instalaciones de la Industria Pesquera (ACIP) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| ACIP 01. Cuando por excepción se otorgue el cambio de uso de suelo para proyectos de acuacultura e industria pesquera y su infraestructura asociada, solo se permitirá modificar entre el 20 y 40% de la vegetación del predio, debiendo distribuirse la vegetación remanente en el perímetro para favorecer la conectividad entre ecosistemas. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no constituye un proyecto de acuacultura o industria pesquera. |
| ACIP 02. En predios sin vegetación nativa, solo se permite modificar el 80% de su extensión para proyectos de acuacultura e industria pesquera, incluyendo infraestructura asociada. | No es aplicable al Proyecto, al no tratarse de un proyecto de acuacultura o industria pesquera. |
| ACIP 03. Se permite la acuacultura cuando la actividad se realice en sistemas cerrados (estanques), con sistemas que eviten la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero, y se garantice el tratamiento de aguas residuales. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar actividades de acuacultura. |
| ACIP 04. En las áreas de interés para el crecimiento de la acuacultura se observarán los lineamientos del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, así como los lineamientos y criterios del ordenamiento ecológico vigente. | No es aplicable al Proyecto, al no desarrollarse actividades de acuacultura o pesca. |
| ACIP 05. Se fomentará la elaboración y establecimiento de planes de manejo de los recursos pesqueros y acuícolas. | No es aplicable al Proyecto, al no relacionarse con el aprovechamiento de recursos pesqueros o acuícolas. |
| ACIP 06. Las nuevas instalaciones enlatadoras (empacadoras) y procesadoras de productos pesqueros deberán ubicarse a una distancia de los asentamientos humanos tal que los ruidos, humos y | No es aplicable al Proyecto, al no constituir una instalación enlatadora, empacadora o procesadora de productos pesqueros. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| olores que producen no constituyan un problema para la población asentada en los alrededores. | |
| ACIP 07. Las instalaciones existentes enlatadoras (empacadoras) y procesadoras de productos pesqueros deberán instrumentar acciones para la mitigación de ruidos, humos y olores en beneficio de la población asentada en los alrededores. | No es aplicable al Proyecto, al no constituir una instalación enlatadora, empacadora o procesadora de productos pesqueros. |
| ACIP 08. Las especies que pretendan utilizarse para acuacultura deberán provenir de centros piscícolas autorizados por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). | No es aplicable al Proyecto, al no utilizar especies acuícolas. |
| ACIP 09. Los campamentos pesqueros instrumentarán un programa de manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados en el procesamiento de sus productos; no se deberán depositar dichos residuos en las playas. | No es aplicable al Proyecto, al no constituir un campamento pesquero; la Promovente, en todo caso, implementará su propio Programa de Manejo Integral de Residuos aplicable a las actividades del Proyecto. |

**Tabla II.7.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Forestal (FO) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| FO 04. La reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1,000 individuos por hectárea (ha). | No es aplicable, al no tratarse de un proyecto minero ni se realizará cambio de uso de suelo forestal. |
| FO 05. La reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos. | No es aplicable, al no tratarse de un proyecto minero ni se realizará cambio de uso de suelo forestal. |
| FO 06. Se debe mantener la vegetación denominada “Vegetación | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica dentro de la zona de “Vegetación para la conservación” referida por este criterio, la cual |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| para la conservación” según la zonificación forestal publicada en el Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2011, ubicada preferentemente al norte del Área Natural Protegida del Río Colorado. | corresponde a la región del Río Colorado, geográficamente distante del predio (ubicado en Tijuana). |
| FO 07. Se debe reforestar y atender los problemas de erosión del suelo en las áreas forestales y preferentemente forestales definidas como de restauración en la zonificación forestal publicada en el Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2011. | La Promovente dará seguimiento a este criterio en caso de que el predio se ubique dentro de un área definida como de restauración, de conformidad con el Programa Nacional de Restauración. |
| FO 08. El aprovechamiento comercial de especies forestales no maderables se realizará a través de Unidades para el Manejo de Vida Silvestre. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla el aprovechamiento comercial de especies forestales no maderables. |

**Tabla II.8.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Asentamientos Humanos (AH) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| AH 01. El territorio de los centros de población destinado a la creación de nuevas viviendas e infraestructura asociada deberá ser abierto preferentemente a grupos de fraccionamientos, manteniendo una franja perimetral de vegetación nativa de al menos 5 m, con rescate previo de flora y fauna al desmonte. | No es aplicable al Proyecto, toda vez que no constituye un fraccionamiento habitacional. |
| AH 02. Para promover una ocupación urbana que minimice la fragmentación de hábitats, los nuevos terrenos para vivienda e infraestructura deberán desarrollarse cuando el 85% de la reserva territorial previa se haya ocupado. | No es aplicable al Proyecto, al no tratarse de un desarrollo habitacional que dependa de reserva territorial urbana. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| AH 03. Para minimizar daños por fenómenos meteorológicos intensos, se evitará la construcción en zonas de riesgo (cauces, márgenes de ríos, arroyos, lagos, humedales, barrancas, pendientes mayores a 30%, fallas geológicas activas, formaciones inestables y zona federal marítimo terrestre). | El Proyecto es congruente con este criterio; la ubicación del predio fue evaluada considerando las condiciones topográficas e hidrológicas de la zona, evitando cauces y cuerpos de agua permanentes, así como zonas de pendiente pronunciada. En el predio se identificó un escurrimiento de carácter intermitente, por lo que en su caso se solicitará opinión técnica a la CONAGUA al respecto, conforme se describe en el capítulo de descripción del medio físico de la presente MIA-R. |
| AH 04. Se buscará densificar la vivienda mediante construcciones verticales que minimicen los cambios de uso del suelo. | No es aplicable al Proyecto, al no tratarse de un desarrollo habitacional. |
| AH 05. La relación superficie de área verde / población tendrá una razón de al menos 9 metros cuadrados por habitante. | No es aplicable al Proyecto, al no generar población residente que amerite dotación de áreas verdes bajo este criterio. |
| AH 06. Se creará la infraestructura necesaria para la contención y desvío de corrientes de agua, deslaves y otros fenómenos que pongan en peligro viviendas e infraestructura construida. | No es aplicable al Proyecto. |
| AH 08. Las extinciones locales y pérdida de carbono derivadas de cambios de uso de suelo para vivienda deberán compensarse mediante un mecanismo financiero que mantenga vegetación nativa in situ o en un área natural protegida. | No es aplicable al Proyecto, al no tratarse de un desarrollo habitacional, ni se llevará a cabo remoción de vegetación forestal que implique la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |
| AH 09. Se creará una red de transporte público en carriles confinados para minimizar el tiempo de traslado y el consumo de combustibles. | No es aplicable al Proyecto, al no generar población residente ni demanda de transporte público asociada. |
| AH 10. Los cambios de uso de suelo forestal (vegetación primaria y secundaria) para actividades sectoriales deberán ser menores al 30% de la superficie del predio; la superficie remanente (70%) deberá | No es aplicable al Proyecto, toda vez que no se llevará a cabo remoción de vegetación forestal que implique la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| mantener su vegetación, distribuida en el perímetro para dar conectividad biológica al paisaje. | |
| AH 11. Las extinciones locales y pérdida de carbono derivadas de cambios de uso de suelo para vivienda e infraestructura asociada deberán compensarse mediante un mecanismo financiero. | No es aplicable, al no tratarse de vivienda ni su infraestructura asociada, además de que no se llevará a cabo remoción de vegetación forestal. |
| AH 12. Se deben prever medidas integrales de contingencia para proteger a las poblaciones contra inundaciones y deslaves, incluyendo sistema de alerta ante tsunamis. | No es aplicable al Proyecto, al no involucrar poblaciones residentes ni ubicarse en zona costera susceptible a tsunamis. |
| AH 13. Se deberán instrumentar programas de verificación vehicular e industrial obligatorios, así como de mejoramiento vial y movilidad urbana, para disminuir partículas PM2.5 y PM10 conforme a la NOM-025-SSA1-1993. | La Promovente dará cumplimiento a la verificación vehicular de la maquinaria y equipo utilizado durante la construcción del Proyecto, conforme a la normativa aplicable. |
| AH 14. Se debe instrumentar un sistema de monitoreo de la mancha urbana para verificar que sus límites se mantengan dentro de lo establecido por los instrumentos de planeación territorial. | No es aplicable al Proyecto, al no constituir un desarrollo que module la mancha urbana; corresponde a una obligación de la autoridad municipal. |
| AH 15. Las construcciones siniestradas por fenómenos meteorológicos intensos en zonas de riesgo no deberán rehabilitarse, buscando su reubicación en zonas seguras. | No es aplicable al Proyecto en su etapa de diseño, al no existir construcciones siniestradas previas en el predio. |
| AH 16. Se promoverán sistemas integrales de manejo de residuos sólidos urbanos que contemplen separación, reducción, reciclaje y composteo. | El Proyecto es congruente con este criterio mediante la implementación de su Programa de Manejo Integral de Residuos, que contempla la separación, reducción y reciclaje de los residuos generados durante las etapas de construcción y operación. |
| AH 17. Para prevenir efectos adversos derivados del cambio | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica en zona costera susceptible a elevación del nivel del mar. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| climático por elevación del nivel del mar y garantizar el libre flujo del agua subterránea, las edificaciones deberán ser piloteadas conforme a estudios geohidrológicos y de mecánica de suelos. | |

**Tabla II.9.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Disminución de Huella Ecológica (HE) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| HE 01. Solo se podrá ocupar el tercio central del frente de playa con edificaciones, manteniendo vegetación nativa en el resto del frente de playa. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica en zona de frente de playa. |
| HE 02. Las edificaciones no deben ubicarse en zonas de riesgo (fallas geológicas, suelos inestables, zonas inundables, humedales, cuevas), en zonas federales (incluyendo derecho de vía de líneas de transmisión de energía) ni a menos de 500 m de sitios de disposición final de residuos ni en colindancia con predios de actividades riesgosas. | El Proyecto es congruente con este criterio; la ubicación del predio y el trazo de la línea de transmisión fueron evaluados evitando zonas de riesgo geológico e hidrológico, conforme se describe en el capítulo de descripción del medio físico de la presente MIA-R. La propia línea de transmisión del Proyecto constituirá, en su derecho de vía, una zona federal conforme a la normativa de la CFE, que será respetada en el diseño del Proyecto. |
| HE 03. En caso de utilizarse sustancias del primer o segundo listado de actividades altamente riesgosas (DOF 28/03/1990 y 04/05/1992), se debe contar con un plan de manejo y almacenamiento que evite infiltraciones al subsuelo, con principios de seguridad e higiene. | No es aplicable toda vez que no se utilizarán sustancias o materiales altamente riesgosas. |
| HE 04. Toda edificación sustentable debe demostrar una disminución en la ganancia de calor de al menos 10% respecto al edificio de referencia, conforme a la NOM-008-ENER-2001 o NOM-020-ENER-2011. | En la ingeniería de detalle se establecerán las envolventes necesarias para limitar la ganancia de calor en la edificación y contar con una racionalización eficiente del uso de energía en os sistemas de enfriamiento del sistema de almacenamiento de energía. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| HE 05. Los aislantes térmicos de las edificaciones deben cumplir con la NOM-018-ENER-2011. | En la ingeniería de detalle se establecerán las especificaciones de los aislantes que deberán cumplir con esta Norma. |
| HE 06. Toda edificación sustentable debe satisfacer al menos el 10% de su demanda energética total con energías renovables. | No es aplicable de forma directa a la infraestructura del Proyecto; no obstante, se destaca que el Proyecto en sí mismo constituye infraestructura de apoyo a la integración de energías renovables al sistema eléctrico regional. |
| HE 07. Se establecen parámetros mínimos de rendimiento energético de los edificios (consumo máximo de energía en W/m²) aplicables al diseño, construcción y operación de edificaciones. | No es aplicable de forma directa a la infraestructura del Proyecto; no obstante, se destaca que el Proyecto en sí mismo constituye infraestructura de apoyo a la integración de energías renovables al sistema eléctrico regional. |
| HE 09. La edificación puede diseñarse con criterios bioclimáticos que favorezcan la iluminación natural, logrando al menos 250 luxes medidos conforme a la metodología establecida. | En la ingeniería de detalle se contemplará cumplir con este criterio para las edificaciones del Proyecto que así lo requieran. |
| HE 10. El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20%, con medidor de agua por unidad y registro anual de consumo. | No es aplicable al Proyecto, al no requerir un sistema hidráulico de consumo doméstico comparable al de una edificación; los requerimientos de agua del Proyecto son mínimos, conforme se ha señalado en apartados precedentes. |
| HE 11. Los sistemas de recarga artificial de acuíferos deben cumplir con la NOM-014-CONAGUA-2003 y la NOM-015-CONAGUA-2007. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar sistemas de recarga artificial de acuíferos. |
| HE 12. En ningún caso se debe descargar agua en la calle; ésta debe ser utilizada, almacenada o reinyectada al subsuelo conforme a la normativa aplicable. | El Proyecto es congruente con este criterio; las aguas residuales sanitarias generadas serán manejadas mediante sistemas autorizados por la autoridad de drenaje y saneamiento de Tijuana, por lo que no será descargada directas a la vía pública. |
| HE 13. Se promoverán sistemas de tratamiento de aguas residuales que remuevan demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, patógenos, nitrógeno, fósforo y otras | No es aplicable directamente al Proyecto, al no generar aguas residuales de proceso industrial; las aguas residuales sanitarias serán manejadas por proveedores autorizados. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| sustancias, con manejo adecuado de lodos. | |
| HE 14. Los edificios de obra nueva deben disponer de espacios y medios adecuados para la disposición de residuos separados en al menos 3 fracciones (orgánicos, inorgánicos valorizables y otros inorgánicos). | El Proyecto es congruente con este criterio mediante la implementación de su Programa de Manejo Integral de Residuos, que contempla la separación de residuos generados durante la construcción y operación. |
| HE 15. Los elementos naturales (árboles y vegetación) del área verde deben aprovecharse para mejorar las condiciones ambientales de la edificación. | Se conservará la vegetación arbustiva no forestal presente en el predio del Proyecto. Se señala que no se removerá vegetación forestal que requiera la obtención de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |

**Tabla II.10.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Manejo de Agua (HIDRO) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| HIDRO 01. Debe evitarse la modificación y ocupación de los cauces de arroyos que implique el deterioro de sus condiciones naturales. | El Proyecto es congruente con este criterio; el predio y el trazo de la línea de transmisión fueron ubicados en zonas donde no hay registro de presencia de cauces de arroyos o ríos superficiales permanentes. Como se manifestó en el Capítulo I de esta MIA-R, solo se cuenta la presencia de un escurrimiento intermitente, por lo que en su caso se solicitará opinión técnica a la CONAGUA respecto de este punto. |
| HIDRO 02. La rectificación de cauces deberá hacerse preferentemente con métodos de canalización o consolidación de bordos, evitando el entubamiento, para no afectar el microclima. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla la rectificación de cauces. |
| HIDRO 03. En la consolidación de bordos y márgenes de ríos, arroyos y cuerpos de agua se aplicarán técnicas mecánicas específicas de estabilización, utilizando especies nativas de vegetación riparia como fijadores del suelo. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar obras de consolidación de bordos o márgenes de cuerpos de agua. |
| HIDRO 04. En nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se | La Promovente separará el manejo de aguas pluviales del manejo de aguas residuales sanitarias en el diseño de la infraestructura del Proyecto, e |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| deberá separar el drenaje pluvial del sanitario; el drenaje de estacionamientos y talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites. | implementará sistemas de retención de grasas y aceites en las áreas de mantenimiento vehicular y de equipo, en su caso. |
| HIDRO 05. Se promoverán acciones de recuperación de la vegetación riparia y humedales en la región del delta del río Colorado. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica en la región del delta del río Colorado. |
| HIDRO 06. En hoteles ecoturísticos y recreativos se debe contar con sistemas eficientes de uso del agua, captación pluvial, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y sistemas de generación de energía alternativa. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no constituye un desarrollo hotelero, ecoturístico o recreativo. |
| HIDRO 07. Las cabañas campestres deben contar con sistemas de captación y almacenaje de agua pluvial. | No es aplicable al Proyecto, al no constituir un desarrollo de cabañas campestres. |
| HIDRO 08. Las viviendas deben contar con sistemas de captación y almacenaje de agua pluvial. | No es aplicable al Proyecto, al no constituir un desarrollo habitacional. |

Fuente: elaboración propia con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC 2014), Sección 10.5.6, Periódico Oficial del Estado de Baja California del 3 de julio de 2014.

**Tabla II.11.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Caminos y Vías de Comunicación (CAM) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| CAM 01. En la planeación de la construcción de nuevas vías de comunicación (caminos, vías ferroviarias, puertos, aeropuertos) se deberá dar preferencia a la ampliación en lo existente, en vez de crear nuevos trazos. | El Proyecto es congruente con este criterio; el acceso al predio se realizará dando preferencia al aprovechamiento de caminos ya existentes en la zona, evitando en la medida de lo posible la apertura de nuevos trazos. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| CAM 02. En las carreteras panorámicas paralelas a la costa, solo se podrá construir caminos perpendiculares de acceso a las inmediaciones a la playa cuando existan proyectos de desarrollo aledaños debidamente aprobados que puedan compartir la vialidad. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica en zona costera ni requiere accesos perpendiculares a carreteras panorámicas de playa. |
| CAM 03. Los libramientos carreteros deberán evitar humedales, construirse paralelos a ríos, arroyos y a la línea de costa. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla la construcción de libramientos carreteros. |

**Tabla II.12.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Conservación (CON) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| CON 01. Cuando por excepción se otorguen cambios de uso de suelo forestal para actividades sectoriales, éste deberá ser de entre 20 y 40% de la superficie del predio, manteniendo la superficie remanente (60-80%) con vegetación distribuida en el perímetro para dar conectividad biológica al paisaje. | No es aplicable, toda vez que el desarrollo del Proyecto no implica la remoción de vegetación forestal. |
| CON 02. Cuando por excepción se otorguen cambios de uso del suelo forestal en predios colindantes con áreas naturales protegidas, éstos deberán ser menores al 20%, con manejo de hábitats para la vegetación remanente. | No es aplicable, ya que el predio del Proyecto no colinda con ningún área natural protegida. |
| CON 03 a CON 13. Criterios relativos a la protección de dunas costeras, playas y zonas de anidación asociadas al litoral (extracción de arena, rehabilitación de dunas, cercas de retención, infraestructura en dunas pioneras, estructuras de protección costera, entre otros). | No son aplicables al Proyecto, ya que el predio se ubica en una zona interior del municipio de Tijuana (Delegación La Presa), sin colindancia con la línea de costa, playas o sistemas de dunas costeras. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| CON 14. Los humedales y cuerpos de agua superficiales presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación. | Como se manifestó en el Capítulo I de esta MIA-R, solo se cuenta la presencia de un escurrimiento intermitente, por lo que en su caso se solicitará opinión técnica a la CONAGUA respecto de este punto, y en su caso, se incorporará a las áreas de conservación del Proyecto. |
| CON 15. Los predios colindantes con humedales deberán contar con áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. | No es aplicable, ya que no se identificaron humedales colindantes con el predio del Proyecto conforme al análisis del medio biótico contenido en la presente MIA-R. |

Fuente: elaboración propia con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC 2014), Sección 10.5.8, Periódico Oficial del Estado de Baja California del 3 de julio de 2014.

**Tabla II.13.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Agricultura (AGR) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| AGR 01. Se debe sustituir el riego rodado por infraestructura de riego más eficiente (goteo o aspersión), como vía de aplicación de fertilizantes y plaguicidas para optimizar las cosechas. | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla actividades agrícolas ni sistemas de riego. |
| AGR 02. Los terrenos con agricultura de riego no serán susceptibles de cambio de uso de suelo; los que presenten desertificación estarán sujetos a rehabilitación para reintegrarlos a la producción. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no presenta actividad de agricultura de riego, sino de temporal. |
| AGR 03. Se aplicarán las acciones e infraestructura necesarias para evitar la erosión hídrica y eólica. | No es aplicable, toda vez que el Proyecto no constituye actividades agrícolas que deben ser llevadas a cabo mediante la instalación de infraestructura de prevención de erosión hídrica y eólica. |
| AGR 04. Se promoverá el uso de cercas vivas de al menos 1 m de espesor en el perímetro de predios agrícolas, con especies arbóreas y arbustivas nativas. | Se contemplará cumplir con este criterio en el diseño definitivo del Proyecto, a fin de fomentar la siembre de especies arbóreas y arbustivas en los perímetros de las áreas que así lo permitan. |
| AGR 05. Los terrenos de agricultura de temporal con calidad edafológica y | No es aplicable al Proyecto, al no constituir actividades de agricultura. En su momento se solicitará la opinión técnica de la DAU de Tijuana. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| pendiente suficiente para riego rentable deberán incorporarse a esa actividad mediante riego por goteo. | |
| AGR 06. Los predios agrícolas de temporal podrán tener cambios hacia otros usos del suelo siempre que se rehabilite el 20% del predio para regeneración de vegetación nativa, evitando riesgos por ubicación en cauces, pendientes mayores a 15%, fallas geológicas o zona federal marítimo terrestre. | Se dará cumplimiento a este criterio de conformidad con lo que determine tanto esta SEMARNAT como en su caso la DAU Tijuana. |

**Tabla II.14.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Pecuario (PE) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| PE 01. Para evitar la desertificación de los predios, los hatos ganaderos que pastorean en ellos no deberán rebasar el coeficiente de agostadero definido por la COTECOCA (25 a 80 ha por unidad animal). | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla actividades de ganadería ni pastoreo. |
| PE 02. En potreros donde el número de cabezas de ganado excede el coeficiente de agostadero, es necesario disminuir la carga animal a un número que se pueda mantener con el 60% de la biomasa vegetal disponible. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar actividad ganadera. |
| PE 03. Se deberán realizar las acciones necesarias para revertir la compactación y erosión del suelo debida al pastoreo. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar pastoreo; no obstante, la Promovente implementará medidas de control de erosión aplicables a las actividades de construcción del Proyecto. |
| PE 04. Se deberá realizar un manejo de la vegetación sujeta a pastoreo, a través de fertilización y eliminación de especies herbáceas de baja palatabilidad. | No es aplicable al Proyecto, al no contemplar actividad ganadera. |
| PE 05. Los nuevos proyectos de ganadería estabulada deberán | No es aplicable al Proyecto, ya que éste no constituye un proyecto de ganadería estabulada. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| ubicarse a una distancia suficiente de los asentamientos humanos para evitar impacto por ruido, malos olores e insectos plaga. | |
| PE 06. El manejo de estiércol y aguas residuales de granjas deberá realizarse mediante producción de composta y biogás, con tratamiento de aguas residuales de al menos nivel secundario. | No es aplicable al Proyecto, al no generar residuos pecuarios (estiércol) asociados a actividad ganadera. |

Fuente: elaboración propia con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC 2014), Sección 10.5.10, Periódico Oficial del Estado de Baja California del 3 de julio de 2014.

**Tabla II.15.** Vinculación del Proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del Sector Turismo (TU) del POEBC

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| TU 01, TU 03 a TU 08, TU 12 y TU 13. Criterios relativos al desarrollo de infraestructura hotelera y turística costera (ubicación respecto a la línea de costa, altura de edificaciones, desalinización de agua de mar, servidumbres de paso a la zona federal marítimo terrestre, altura de cabañas ecoturísticas, distancia a la playa ante mareas de tormenta, entre otros). | No son aplicables al Proyecto, ya que éste no constituye un desarrollo hotelero, turístico o ecoturístico, y el predio se ubica en una zona interior del municipio de Tijuana sin colindancia con la línea de costa. |
| TU 02. No se podrá intervenir (modificar, construir, remover) las dunas embrionarias y primarias. | No es aplicable al Proyecto, ya que el predio no se ubica en zona de dunas costeras. |
| TU 09. Cuando por excepción se otorguen cambios de uso de suelo forestal para actividades sectoriales turísticas, éste deberá ser menor al 20% de la superficie del predio. | No es aplicable al Proyecto, al no tratarse de una actividad del sector turístico ni se removerá vegetación forestal que implique la tramitación de autorización de cambio de uso de suelo forestal. |
| TU 10. Se evitará la introducción de especies exóticas consideradas como invasoras, de acuerdo con el listado de la CONABIO. | No se introducirán especies exóticas ni invasoras. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio de Regulación Ecológica | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| TU 11. Se promoverán acciones y obras que permitan la creación, mejoramiento y aumento de los hábitats de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | El Proyecto es congruente con este criterio mediante la implementación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, con especial énfasis en especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, descrito en los capítulos correspondientes de la presente MIA-R. |

En resumen, la política de “Aprovechamiento Sustentable” del POEBC es congruente con el desarrollo de proyectos de infraestructura energética que cumplan con los lineamientos ecológicos y los criterios de regulación ecológica aplicables, mismos que serán observados por la Promovente durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. En consecuencia, el proyecto resulta **compatible** con el POEBC.

## II.3. Planes o Programas de Desarrollo Urbano

El presente apartado analiza la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación urbana municipal aplicables al predio, en términos del artículo 115 constitucional, fracción V, inciso a), así como de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California.

La LGEEPA establece que el ordenamiento ecológico local se llevará a cabo a través de los correspondientes planes de desarrollo urbano (art. 6, fracción X); y que para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, los planes o programas correspondientes deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio.

La **Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California** tiene como uno de sus objetivos establecer las normas que regulen la concurrencia del estado y los municipios que lo integran, al participar en la ordenación y regulación de los asentamientos humanos. Además establece que son atribuciones del ayuntamiento: formular, aprobar, administrar, ejecutar, evaluar y actualizar ".....los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población...."; así también, formular, aprobar y administrar la zonificación urbana de los centros de población contenida en los Programas Municipales de Desarrollo Urbano y sus declaratorias; coadyuvar con la autoridad competente en la realización del ordenamiento ecológico del estado, principalmente en lo referente a los asentamientos humanos; asegurar la congruencia del programa con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, haciendo las proposiciones que estime pertinentes; participar en la ordenación y regulación de las zonas conurbadas que incluyan centros de población de su territorio, conforme a las disposiciones legales y la declaratoria que al efecto se expida.

Señala también que a través del sistema de programas y los instrumentos de ordenación del territorio previstos en dicha ley, se llevarán a cabo las políticas y acciones de conservación y mejoramiento del ambiente en los asentamientos humanos de la entidad, estableciendo que los programas contendrán el ordenamiento ecológico de los asentamientos humanos, mismo que observará los criterios y políticas establecidos en la LGEEPA, las respectivas leyes estatales del Equilibrio Ecológico y Protección al



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ambiente, el Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado y las demás disposiciones estatales aplicables en la materia.

Respecto al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población lo define como "el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones establecidas en el Plan Municipal, referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover un desarrollo armónico de su territorio".

La Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California en materia de desarrollo sustentable, prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente del territorio del Estado. Fija las bases de la política ecológica estatal y los instrumentos y procedimientos para su aplicación; las competencias en materia ecológica entre los estados y los municipios; el aprovechamiento racional de los recursos naturales; el ordenamiento ecológico del estado; así como la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Establece que tanto los programas de desarrollo urbano estatal y municipal, como los programas de vivienda que formulen las autoridades estatales y municipales deberán considerar los programas de ordenamiento ecológico considerados como instrumento de la política ambiental estatal que tiene por objeto establecer los criterios para la aplicación de las políticas ambientales que permitan la regulación de actividades productivas y localización de asentamientos humanos, así como para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de que se trate. Para ello deberán considerar los atributos físicos, bióticos y socioeconómicos del territorio de que se trate, debiendo especificar los lineamientos y directrices para su ejecución, seguimiento, evaluación y modificación.

Por su parte la Ley del Régimen Municipal para el Estado de Baja California establece que los planes y programas que formulen o aprueben los Ayuntamientos, deberán incorporar la dimensión ambiental que garantice un medio ambiente adecuado para el bienestar y desarrollo de la población del Municipio (art. 25).

El acuerdo de Creación del Instituto Municipal de Planeación establece en su artículo tercero que son atribuciones del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN): formular y proponer al Ayuntamiento los planes, programas y normas técnicas para la creación de reservas territoriales para el crecimiento, desarrollo y promoción de vivienda como zonas sujetas a conservación y áreas de preservación ecológica; "...formular, evaluar y actualizar el Plan Municipal de Desarrollo Urbano; los programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población; ...", sometiéndolos a la consideración del Ayuntamiento para su revisión y aprobación.

### II.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana (PDUCPT) 2010–2030

El predio del **Proyecto** se ubica dentro del área regulada por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana (PDUCPT) 2010–2030, instrumento de planeación urbana municipal vigente, publicado por el Instituto Metropolitano de Planeación de Tijuana (IMPLAN).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo a este instrumento regulatorio, la compatibilidad en los usos de suelo se representa a través de la Matriz de Compatibilidad de Usos y Destinos del Suelo, la cual establece los usos de suelo específicos y de impacto significativo, que sean permitidos, condicionados o prohibidos en las zonas de usos predominante que integran la zonificación de este Programa.

Asimismo, se establece que para la autorización de usos y destinos de suelo, la autoridad correspondiente revisará además de la normatividad aplicable y lo definido en este programa, principalmente:

- El Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Centro de Población de Tijuana, Baja California y su listados de usos y destinos de suelo genéricos así como el listado de usos específicos (actividades). Se vincula este Reglamento en el apartado correspondiente.
- Plano E-24, Etapas de desarrollo urbano;
- Plano E-27, Identificación de áreas;
- Plano E-39, Áreas de Restricciones;
- Plano E-37, Carta Urbana; y
- Matriz de compatibilidad de Usos y destinos de suelo.

Mediante consulta directa en el visor oficial “Gemelo Digital” de IMPLAN Tijuana, utilizando la capa de zonificación vigente (usos y destinos del suelo propuestos), se identificó que el polígono del proyecto —incluyendo el predio principal y el derecho de vía de la línea de transmisión (LT)— incide sobre tres zonas de uso de suelo, dentro del Sector 26 del PDUCPT:

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Zona Industrial | Sector 26.3 | Predio principal del sistema de almacenamiento de energía (BESS). |
| Zona de Actividades Primarias | Sector 26.4 | Tramo de la línea de transmisión (LT). |
| Zona Habitacional | Sector 26.4 | Tramo de la línea de transmisión (LT), Política de Crecimiento. |

De conformidad con la Matriz de Compatibilidad de Usos y Destinos de Suelo del PDUCPT 2010–2030, la actividad correspondiente a “Subestaciones eléctricas” se clasifica bajo la condicionante C-57 en prácticamente la totalidad de las zonas del municipio, incluidas las tres zonas identificadas para el predio donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. Dicha condicionante establece que el uso queda:

> *“Sujeto a la opinión técnica y aprobación de proyecto del organismo operador y por la* Dirección de Administración Urbana (DAU), debiendo cumplir los criterios de desarrollo *urbano aplicables.”*

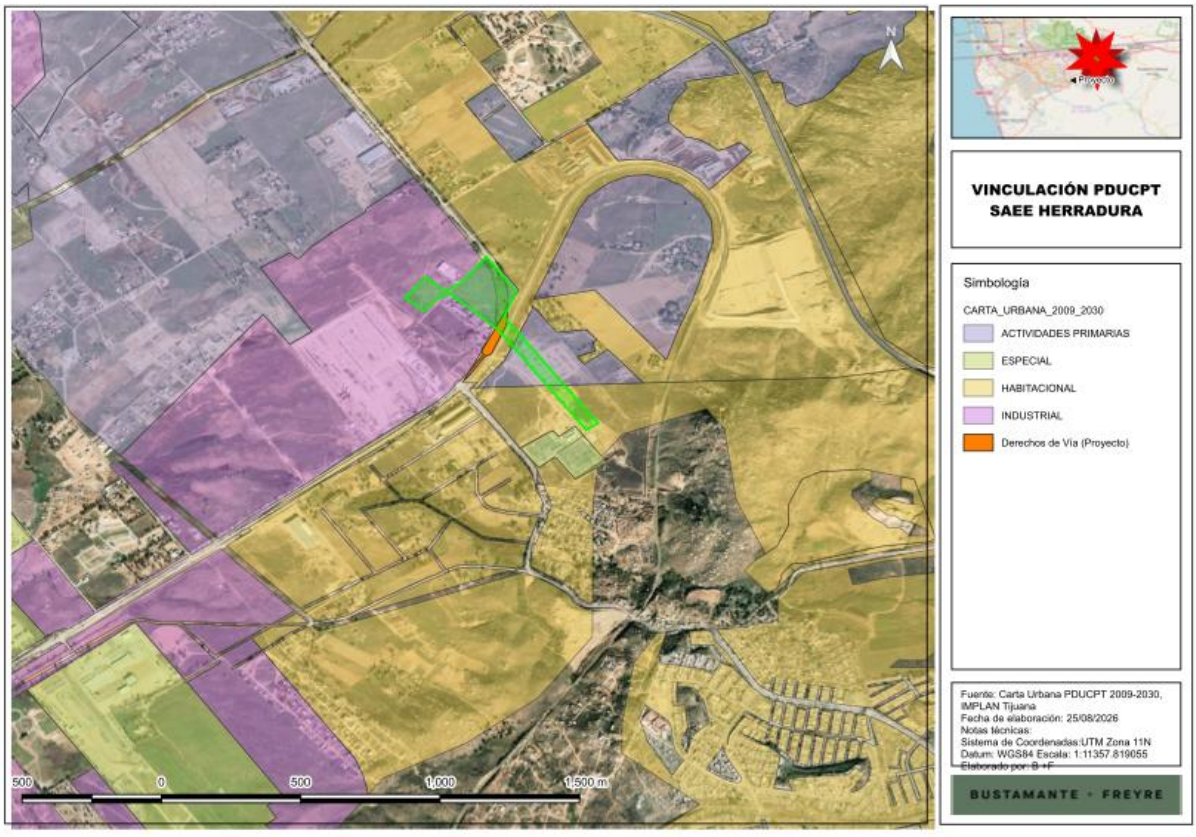
En este sentido, el proyecto resulta compatible de forma condicionada con la zonificación vigente en las tres zonas identificadas, sujeto a la obtención de la opinión técnica correspondiente y la aprobación de



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

proyecto por parte de la DAU, previo a su implementación, en términos de lo establecido en el Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Centro de Población de Tijuana.

Adicionalmente, se identificó en las inmediaciones del punto de referencia de la subestación eléctrica del proyecto una zona clasificada como “Uso Especial”, la cual, conforme al PDUCPT, corresponde a una categoría destinada a infraestructura estratégica (plantas de tratamiento, subestaciones eléctricas, tanques de almacenamiento, entre otros), sin vinculación específica con la presa “Abelardo L. Rodríguez” o “El Carrizo”. Mediante consulta directa en el visor oficial se confirmó que dicha zona no incide sobre el polígono del proyecto.





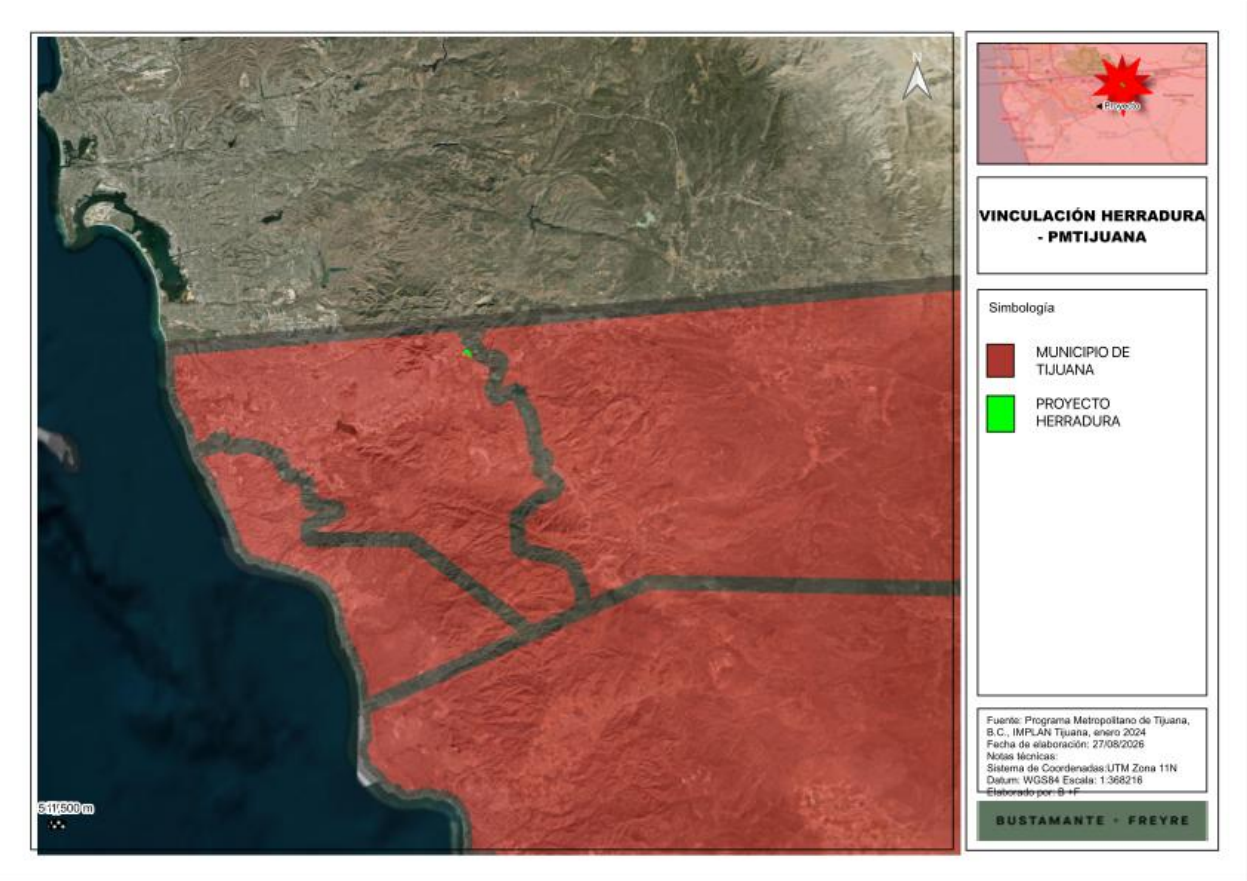

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## II.3.2. Programa Metropolitano de Tijuana (PMT) 2024.

El Programa Metropolitano de Tijuana (PMT) 2024 es el instrumento de planeación estratégica que guía el ordenamiento territorial de la Zona Metropolitana de Tijuana, integrada por los municipios de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, reconocida por el Sistema Urbano Nacional como la sexta aglomeración metropolitana del país. Fue elaborado por el IMPLAN de Tijuana en coordinación con la Secretaría de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Reordenación Territorial (SIDURT) y forma parte del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2024.

El predio del proyecto se ubica dentro del municipio de Tijuana (Delegación La Presa), por lo que se encuentra comprendido en la totalidad de la superficie de aplicación del PMT 2024.

**Figura II.4.** Ubicación del proyecto respecto a la Zona Metropolitana de Tijuana (PMT 2024)




Conforme al artículo 54 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California, los Programas Metropolitanos deben considerar, entre otros elementos, la infraestructura vial, tránsito, transporte y



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

movilidad (fracción II), así como la localización de espacios para el desarrollo industrial (fracción VI) y la gestión integral del agua y los recursos hidráulicos (fracción VII). El PMT 2024 integra estos elementos a través de un Modelo de Ordenamiento Metropolitano, estrategias por eje, una zonificación primaria y una cartera de 71 proyectos estratégicos a escala metropolitana.

El proyecto “SAEE Herradura”, como infraestructura de almacenamiento de energía, es congruente con los objetivos de fortalecimiento de la infraestructura estratégica que persigue el PMT 2024 para la Zona Metropolitana de Tijuana. La Promovente dará seguimiento a la zonificación primaria y a los proyectos estratégicos específicos del PMT que, en su caso, incidan puntualmente sobre el predio, conforme se profundice el análisis a nivel de detalle. En este nivel de planeación estratégica metropolitana, el proyecto resulta **compatible** con el PMT 2024.

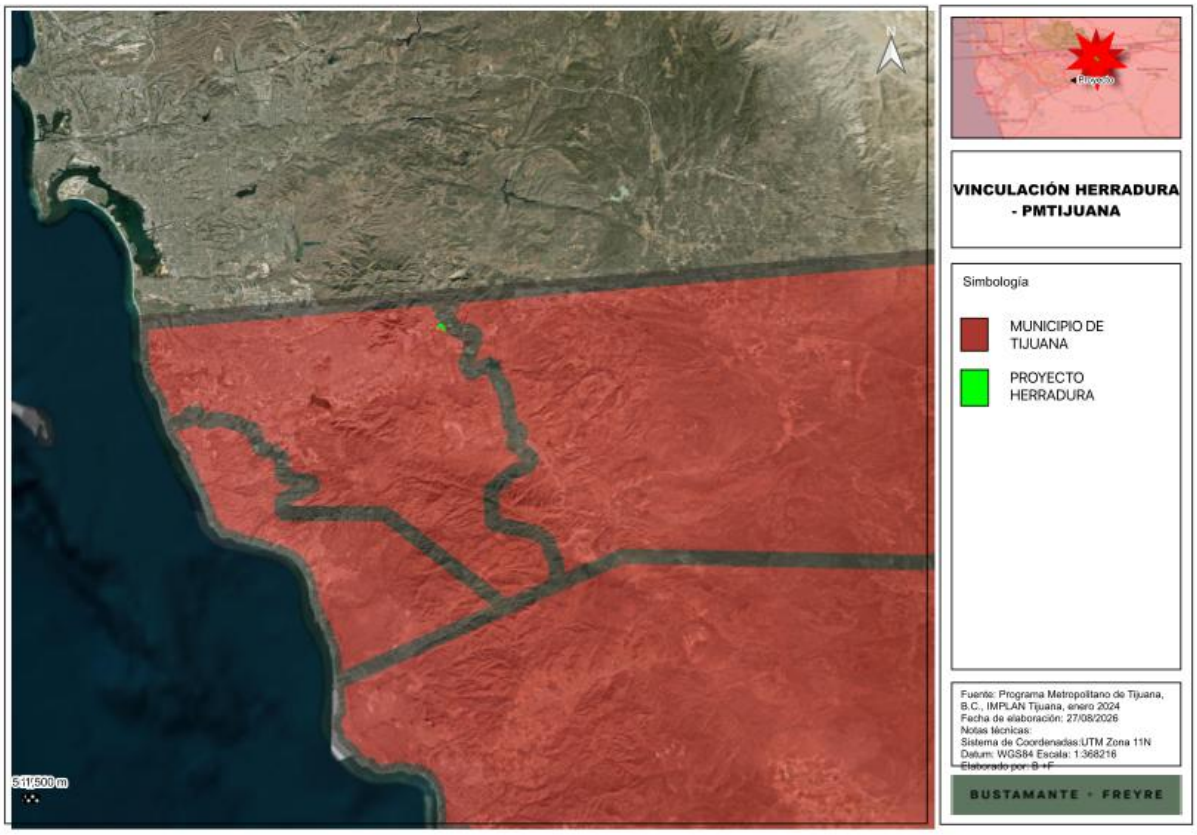
### II.3.3. Plan Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) 2009-2013

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU), aprobado mediante Acuerdo del Gobernador del Estado y publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 05 de abril de 2010 (Tomo CXVII, No. 15), es el instrumento rector de la planeación urbana a nivel estatal, aplicable a la totalidad del territorio de Baja California, incluyendo el predio del proyecto.

**Figura II.5.** Ubicación del proyecto respecto al Estado de Baja California (PEDU)



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas




El PEDU clasifica el territorio estatal en Unidades de Gestión Territorial (UGT), como base geográfica para la evaluación de la aptitud del territorio. De conformidad con el apartado 4.4.3 (“Estrategia por Unidad de Gestión Territorial”) del PEDU, el predio del proyecto se ubica dentro de la:

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Unidad de Gestión Territorial | UGT 2 | “Tijuana, Rosarito, Tecate y Ensenada” — unidad que agrupa la Zona Metropolitana de Tijuana. |

Dentro de las estrategias particulares establecidas para la UGT 2, en el tema “Sustentabilidad y manejo eficiente de recursos naturales”, el PEDU identifica expresamente estrategias de aprovechamiento energético aplicables a la región donde se ubica el proyecto, entre ellas:

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Aprovechamiento de energías renovables | UGT 2, Prioridad A | “Aprovechamiento de los recursos naturales como fuentes de energías renovables hídrica y eólica.” |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Criterio / Elemento | Clave / Dato | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Infraestructura de generación eléctrica | UGT 2 | “Construcción de Planta Hidroeléctrica, aprovechando el cauce del acueducto Río Colorado-Tijuana y la caída de agua.” |

Estas estrategias confirman que el PEDU reconoce y fomenta explícitamente, para la región donde se ubica el predio, el desarrollo de infraestructura de generación y aprovechamiento energético. El proyecto “SAEE Herradura”, como sistema de almacenamiento de energía, cumple con la vocación de esta UGT. Adicionalmente, el eje rector “Desarrollo Regional Sustentable” del Plan Estatal de Desarrollo, del cual deriva el PEDU, establece como objetivo general incrementar la disponibilidad, cobertura y calidad de la infraestructura y energía en el Estado. En consecuencia, el proyecto resulta **compatible** con el PEDU.

### II.3.4. Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Tijuana, Tecate, Playas de Rosarito y Ensenada (POZTPRE / ZM TTPRE)

Este instrumento, aprobado mediante Acuerdo del Gobernador del Estado y publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 17 de febrero de 2012 (Tomo CXIX, No. 9), desarrolla a mayor detalle la UGT 2 del PEDU para la Zona Metropolitana de Tijuana, Tecate, Playas de Rosarito y Ensenada, a la que pertenece el municipio de Tijuana donde se ubica el predio.

El propio instrumento reconoce, en sus Considerandos, que “por el grado de desarrollo alcanzado por la Zona Metropolitana se recomienda aplicar una política particular de **aprovechamiento con consolidación urbana**”. El Programa Metropolitano de Tijuana (PMT) 2024, analizado en el apartado II.3.2, constituye la actualización más reciente de la planeación metropolitana para esta misma zona. El POZTPRE se cita en este apartado como antecedente normativo formal aún no derogado expresamente, cuya política general (aprovechamiento con consolidación urbana) es **compatible** con la naturaleza del proyecto.

### II.3.5. Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Centro de Población de Tijuana, Baja California

Este Reglamento establece que para lograr los objetivos y propósitos del ordenamiento de sus asentamientos humanos y de la planificación urbana del Centro de Población, los usos y destinos de los predios y las edificaciones que en ellos se construyan, se clasifican y agrupan, de acuerdo a la similitud en sus funciones a desempeñar y por los impactos que generen sobre el medio ambiente. Dentro de estos, el artículo 48, fracción VIII, inciso b) de este Reglamento, establece:

b) Instalaciones de infraestructura: Comprende las instalaciones requeridas para centros generadores o controladores de la infraestructura urbana, tales como plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento o bombeo, plantas de tratamiento, subestaciones y similares.

Las obligaciones de cumplimiento legal con respecto al desarrollo de este tipo de instalaciones de infraestructura, el artículo 202 establece lo siguiente:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ARTÍCULO 202. Para las Plantas, Estaciones y Subestaciones Eléctricas, se deberán apegar a las Normas Oficiales Mexicanas y al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a sus especificaciones técnicas.

En ese sentido, en el capítulo correspondiente se realiza la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como lo conducente establecido en la Ley del Sector Eléctrico y su Reglamento.

## II.4. Decretos y Programas de Conservación

### II.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

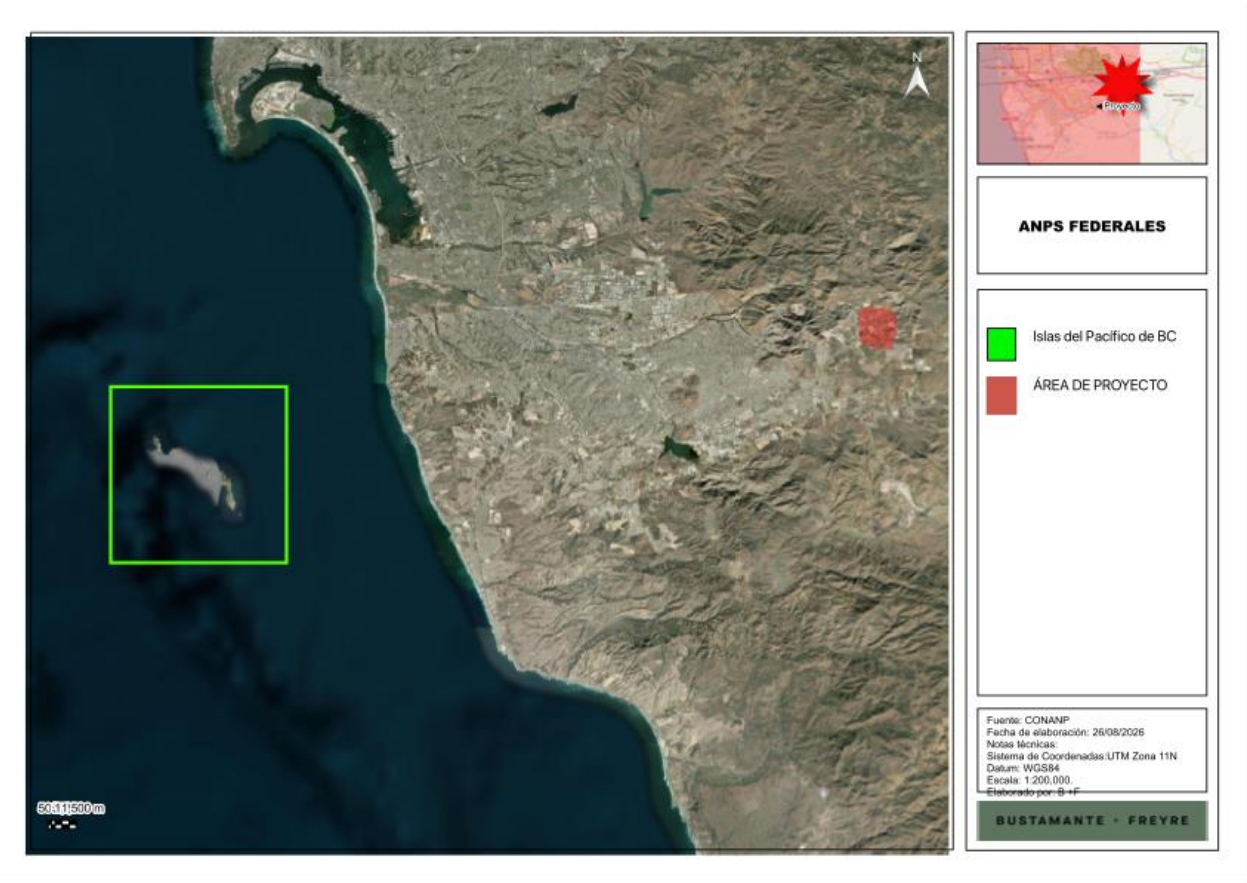
De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las **ANP** se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los estados y la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

En este caso, el **Proyecto** no se encuentra dentro de alguna **ANP** de los tres niveles de gobierno como se aprecia en la siguiente figura:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.2.** Ubicación del Proyecto con respecto de ANP




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

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

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

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**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## 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.4.** 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 el **Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos** que incluye las siguientes acciones:<br><br>• Implementar mantenimiento preventivo conforme a manuales del fabricante, horas de operación, kilometraje y condiciones de uso.<br>• Realizar inspecciones preoperativas y retirar de operación equipos que presenten fugas activas o daños relevantes.<br>• Verificar presión, desgaste y alineación de neumáticos; realizar afinación, calibración y mantenimiento de sistemas de combustión cuando corresponda.<br>• Suspender la operación de equipos con emisiones visibles anormales, ruidos excesivos, vibraciones relevantes o fallas mecánicas.<br>• Mantener registros actualizados de inspecciones, mantenimientos, reparaciones, fallas, residuos e incidentes ambientales.<br>• Analizar fallas recurrentes, identificar causas y ajustar los programas de mantenimiento o sustituir equipos cuando sea necesario.<br><br>Además, se exigirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo, así como contar con las verificaciones vehiculares correspondientes que |
| **NOM-042-SEMARNAT-2003,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. | |
| **NOM-044-SEMARNAT-2006,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. | |
| **NOM-045-SEMARNAT-2017** “Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.” | |
| **NOM-050-SEMARNAT-2017** “Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.” | amparen que el uso de los vehículos se encuentra dentro de los límites máximos permitidos.<br><br>Asimismo, se elaborará y tendrá en regla los registros en donde se reporten las actividades de mantenimiento de equipos.<br><br>El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las diferentes NOM señaladas, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de desmantelamiento, de manera que se exigirá a los 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-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.5.** NOM en materia de ruido

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| **NOM-080-SEMARNAT-1994**, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.” | Los vehículos y maquinaria en circulación empleados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de desmantelamiento, observarán los límites de esta norma, asegurado mediante el **Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos**; asimismo, se establecerán horarios para las actividades generadoras de ruido, reduciendo su efecto en la zona.<br><br>Así las cosas, se establecen las siguientes medidas:<br><br>• Realizar inspecciones preoperativas para detectar fugas, fallas, emisiones visibles, ruido anormal o daños mecánicos.<br>• Suspender la operación de equipos con emisiones visibles anormales, ruidos |
| **NOM-081-SEMARNAT-1994**, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”. | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| | excesivos, vibraciones relevantes o fallas mecánicas.<br><br>En este tenor, el **Proyecto** durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con el límite de ruido establecido. |

## II.5.3. NOM en materia de Residuos

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

**Tabla II.6.** NOM en materia de residuos

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| **NOM-053-SEMARNAT-1993**, “Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.” | Durante el desarrollo del **Proyecto** se cumplirá cabalmente la Norma al no mezclar residuos generados de ningún tipo (peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos), además, se implementará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contendrá, entre otras, las siguientes medidas:<br><br>• Aplicar buenas prácticas de compra, almacenamiento, dosificación y uso de materiales para prevenir la generación de residuos y promover la reducción, reutilización y reciclaje.<br>• Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio.<br>• Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.<br>• Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final.<br>• Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE. |
| **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.” | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| | Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final. |
| **NOM-052-SEMARNAT-2005,** “Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**.”** | Se cumplirá cabalmente con la norma, al realizar el proceso de identificación, clasificación y el listado de los residuos generados con el desarrollo del **Proyecto** conforme a esta norma dentro del **Programa de Manejo Integral de Residuos.**<br><br>Este Programa, tendrá, entre otras, las siguientes medidas:<br>• Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio.<br>• Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.<br>• Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final.<br>• Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE.<br>Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final. |
| **NOM-161-SEMARNAT-2011**, “Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos al plan de manejo; el listado de los mismos; el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.” | Durante las diversas etapas del **Proyecto**, se cumplirá cabalmente la Norma, clasificando los residuos conforme a esta norma y, cuando se actualice el supuesto, se sujetarán a plan de manejo, privilegiando su valorización, reúso y reciclaje a través de terceros autorizados; lo anterior, conforme al **Programa de Manejo Integral de Residuos.**<br>Este Programa, tendrá, entre otras, las siguientes medidas: |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| | • Instalar contenedores diferenciados, con tapa, rotulados y en condiciones adecuadas, en todos los frentes de trabajo, campamentos, talleres y áreas de acopio.<br>• Realizar inspecciones de orden y limpieza al cierre de cada jornada; recolectar residuos dispersos y trasladarlos a contenedores o áreas de acopio autorizadas.<br>• Conservar fichas técnicas, hojas de seguridad, procedimientos del fabricante, inventarios, comprobantes de recepción, manifiestos y certificados de reciclaje, tratamiento o disposición final.<br>• Impartir inducciones y capacitaciones periódicas sobre prevención, segregación, etiquetado, almacenamiento temporal, manejo de RP, respuesta a derrames y gestión de baterías del SAEE.<br>Mantener actualizadas las bitácoras de generación, entradas y salidas de residuos, manifiestos, contratos, autorizaciones, certificados de reciclaje y comprobantes de disposición final. |

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

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

**Tabla II.7.** NOM en materia de flora y fauna

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| **NOM-059-SEMARNAT-2010.**, “Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.” | En caso de que en el **Proyecto** se identifiquen especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** la **Promovente** implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo, tal como lo señala el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna,** el cual establece, entre otras medidas, las siguientes: |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| | • Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo.<br>• Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada.<br>• Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada.<br>• Mantener acompañamiento de la brigada de fauna durante desmonte, despalme y actividades de mayor riesgo.<br>• Atender ejemplares lesionados mediante personal especializado y, cuando corresponda, coordinar su canalización a una instancia autorizada.<br>Capacitar a trabajadores, operadores y supervisores sobre identificación, reporte y protección de fauna silvestre. |

## II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales

**Tabla II.8.** 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”.<br><br>**NOM-002-SEMARNAT-1996, “**Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal” | El **Proyecto**, no prevé la descarga de aguas residuales a bienes de agua, todos los rellenos sanitarios y/o aguas residuales generadas por el **Proyecto** serán dispuestos ante terceros autorizados por las autoridades competentes para su manejo y disposición final.<br>En apoyo a estas NOM, el **Proyecto** ha establecido las siguientes medidas:<br><br>• Mantener kits antiderrames disponibles en maquinaria, vehículos, áreas de abastecimiento y almacenes; capacitar al personal en contención, recuperación, limpieza y notificación de incidentes.<br>• Instalar sanitarios portátiles en número suficiente, realizar limpieza y mantenimiento periódicos, y contratar a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| | |

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

**Tabla II.9.** NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| **NOM-002-STPS-2010**, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. | El Proyecto incorporará un sistema de seguridad contra incendios diseñado conforme a las mejores prácticas internacionales (NFPA 855, UL 9540A y normativa nacional aplicable). |
| **NOM-017-STPS-2008,** Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo | La promovente cumplirá con dicha norma a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**.<br><br>En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas:<br><br>• Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos.<br>• Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones.<br>• Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales.<br>Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental. |
| **NOM-018-STPS-2015**, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. | La **promovente** y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en sus operaciones en sus equipos y |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Norma Oficial Mexicana | Vinculación |
|---|---|
| **NOM-028-STPS-2012,** Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. | procesos, lo anterior, a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**.<br><br>En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas:<br><br>• Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos.<br>• Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones.<br>• Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales.<br>Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental. |
| **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** a través del **Programa de Capacitación y Educación Ambiental**.<br><br>En este Programa se han establecido, entre otros, las siguientes medidas:<br><br>• Capacitar al personal involucrado en identificación, etiquetado, almacenamiento, compatibilidad, uso de equipo de protección personal y entrega de residuos peligrosos.<br>• Instalar, inspeccionar y reponer señalización sobre límites autorizados, áreas de restricción, protección de flora y fauna, residuos, velocidad, derrames y prohibiciones.<br>• Aplicar reinducción o capacitación correctiva al personal involucrado en incidentes, desviaciones o incumplimientos ambientales.<br>Realizar pláticas operativas, demostraciones en campo y ejercicios prácticos antes de actividades de alto riesgo ambiental |

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## II.6. Región y/o Comunidades Indígenas

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

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

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

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;
- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;
- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o
- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructura social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario.

Por otra parte, en el ámbito nacional, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

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

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

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

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la **CDI**, se aprecia que el sitio del **Proyecto** no incide en alguna región o comunidad indígena:



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

## II.7. Conclusiones

Del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye que el **Proyecto “SAEE HERRADURA”** 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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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, y Capacitación y Educación Ambiental, cuya implementación y eficacia serán verificadas mediante el Programa de Vigilancia Ambiental durante todas las etapas del **Proyecto.**

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

# MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

## PROYECTO

## “SAEE HERRADURA”

## CAPÍTULO III

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

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, 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 ..... 6
III.1.3. Superficie de la Región Ecológica ..... 7
III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación en la RE ..... 8
III.3. Especies potenciales de flora y fauna ..... 9
III.3.1. Flora ..... 9
III.3.2. Fauna ..... 10
III.4. Resumen y metodología de los muestreos ..... 11
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 ..... 14
III.6.1. Flora ..... 14
III.6.2. Fauna ..... 16
III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica ..... 18
III.8. Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación ..... 29
III.9. Diagnóstico ..... 32
III.10. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas ..... 34
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 ..... 38
III.12. Anexos ..... 40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Superficies de la RE, AI y AP ..... 7
Tabla III.2. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial ..... 9
Tabla III.3. Resumen de las características de las especies de flora identificadas en el listado potencial ..... 10
Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en la RE, AI y AP ..... 11
Tabla III.5. Índices de diversidad de flora ..... 14
Tabla III.6. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato arbustivo ..... 15
Tabla III.7. Índice de valor de importancia de la Región Ecológica para el estrato herbáceo ..... 15
Tabla III.8. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato arbustivo ..... 15
Tabla III.9. Índice de valor de importancia del Área de Influencia para el estrato herbáceo ..... 15
Tabla III.10. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato arbustivo ..... 16
Tabla III.11. Índice de valor de importancia del Área del Proyecto para el estrato herbáceo ..... 16
Tabla III.12. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto. ..... 19
Tabla III.13. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI ..... 29
Tabla III.15. Incidencia del Proyecto en usos de suelo y vegetación ..... 35
Tabla III.16. Incidencia de la RE en áreas de importancia ambiental ..... 36
Tabla III.17. Incidencia del AI en áreas de importancia ambiental ..... 37
Tabla III.18. Incidencia del AP en áreas de importancia ambiental ..... 37
Tabla III.19. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP ..... 39



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la RE ..... 6
Figura III.2. Región Ecológica delimitada para el Proyecto..... 8
Figura III.3. Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI. ..... 29
Figura III.4. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI. ..... 30
Figura III.5. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI. ..... 32
Figura III.7. Hidrología superficial de la RE, AI y 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 **RE** del **Proyecto** se definió a partir de la integración de criterios espaciales, ambientales y antrópicos, tomando como base la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (USV) del **INEGI**, la interpretación de imagen satelital y la configuración territorial observable en el entorno inmediato del Área del Proyecto (**AP**) y del Área de Influencia (**AI**).

La **RE** se ubica en un entorno predominantemente intervenido, donde domina la unidad de agricultura de temporal anual, acompañada por sectores con infraestructura, caminos, lotes modificados, construcciones dispersas y áreas con cobertura vegetal limitada. En las zonas periféricas se presentan unidades de vegetación secundaria arbustiva de chaparral, pastizal inducido, asentamientos humanos y superficies clasificadas como sin vegetación aparente. Estas unidades fueron consideradas para definir los límites de la **RE** debido a que representan los principales contrastes de cobertura, grado de transformación y sensibilidad ambiental del entorno.

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

- Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI: se utilizó como insumo principal para identificar la distribución regional de las coberturas naturales, secundarias y antrópicas. Este tipo de información permite reconocer la ubicación y continuidad de las áreas agrícolas,

[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

asentamientos humanos, pastizales inducidos, vegetación secundaria de chaparral y superficies sin vegetación aparente, elementos relevantes para analizar la condición actual del territorio, la disponibilidad de hábitat, la fragmentación de la cobertura vegetal y la susceptibilidad del paisaje frente a nuevas intervenciones.

- Presencia de asentamientos humanos e infraestructura: se incorporó como criterio de delimitación porque estos elementos delimitan sectores de alta presión antrópica y constituyen barreras o condicionantes para la conectividad ambiental. Los asentamientos, vialidades, caminos, predios con construcciones y accesos existentes influyen en la fragmentación de la vegetación, el movimiento de fauna, la generación de ruido, la presencia de residuos, la modificación del drenaje superficial y la calidad visual del paisaje. Al mismo tiempo, funcionan como referencias territoriales claras para ajustar el límite de la **RE** a elementos reconocibles y verificables en el terreno.

- Imagen satelital de referencia. Se empleó la interpretación de imagen satelital para corroborar la continuidad de las unidades de USV identificadas, la ubicación de los escurrimientos y la presencia de caminos, brechas u otras áreas previamente intervenidas dentro y alrededor del polígono.

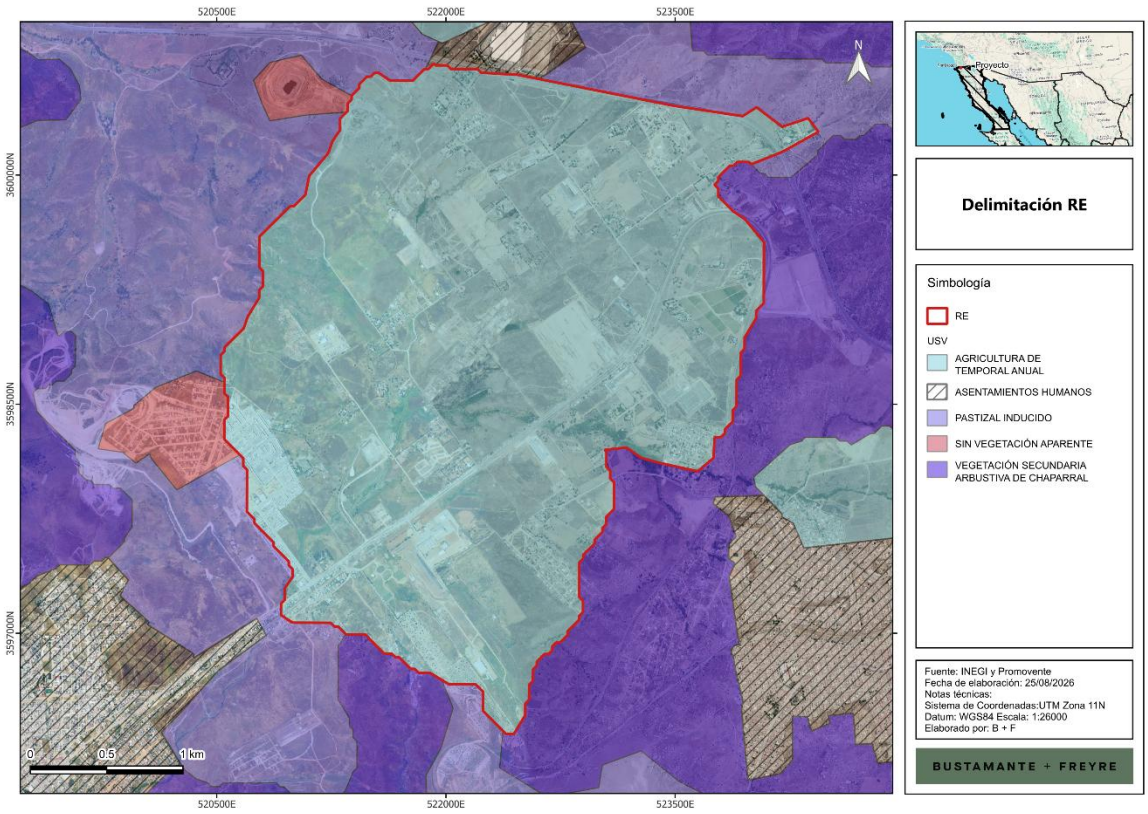
De esta manera, a partir de la sobreposición de la cartografía de uso de suelo y vegetación y la interpretación de imagen satelital, se definió una **RE** que engloba el **AP** y su **AI** inmediata. El polígono resultante representa de forma adecuada el ámbito espacial de análisis para la identificación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

En la **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 definió mediante la integración de la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de **INEGI**, la interpretación de imagen satelital y la identificación de infraestructura, caminos, asentamientos humanos y superficies previamente intervenidas presentes en el entorno inmediato del **AP** y **AI.**

El área de estudio se inserta en un paisaje periurbano y agropecuario de Tijuana, Baja California, en el que predomina la agricultura de temporal anual, acompañada por terrenos abiertos, caminos, accesos, construcciones dispersas, superficies con suelo expuesto y áreas con distintos grados de modificación antrópica. En los sectores periféricos se identifican unidades de vegetación secundaria arbustiva de chaparral, pastizal inducido, asentamientos humanos y superficies sin vegetación aparente, las cuales representan los principales contrastes de cobertura, grado de transformación y sensibilidad ambiental del entorno.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La delimitación incorporó los cambios y transiciones entre dichas unidades de uso de suelo y vegetación, así como los elementos de infraestructura que influyen en la fragmentación de la cobertura vegetal, la accesibilidad, el tránsito de vehículos, la movilidad local de fauna, la generación de ruido, la modificación del paisaje y la presencia de superficies previamente alteradas. Estos elementos permiten reconocer las áreas que pueden mantener interacción directa o indirecta con las actividades del Proyecto.

Asimismo, la interpretación de imagen satelital permitió corroborar la continuidad de las áreas agrícolas y de vegetación secundaria, identificar caminos, brechas, predios intervenidos, construcciones y sectores con suelo expuesto, y ajustar el polígono de la **RE** a límites físicamente reconocibles. La cartografía de Uso de Suelo y Vegetación se utiliza como un insumo regional para reconocer la distribución de las coberturas naturales, secundarias y antrópicas, y su interpretación se complementa con imágenes y verificación de campo para representar las condiciones actuales del territorio.

De esta manera, a partir de la sobreposición de la cartografía de uso de suelo y vegetación, la imagen satelital y los elementos antrópicos existentes, se definió una **RE** que engloba el **AP**, su **AI** inmediata y los sectores contiguos con continuidad funcional en términos de cobertura vegetal, uso del suelo, infraestructura y grado de transformación. El polígono resultante constituye un ámbito espacial congruente con la magnitud y características del **Proyecto**, adecuado para la identificación, valoración y evaluación de los impactos ambientales potenciales sobre suelo, vegetación, fauna, paisaje y actividades humanas.

### III.1.3. Superficie de la Región Ecológica

La **RE** delimitada presenta una superficie de 1,041.599 (**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) | 76,207.585 | 7.621 |
| Área de influencia (AI) | 499,493.826 | 49.949 |
| Región Ecológica (RE) | 10,415,988.440 | 1,041.599 |

En la



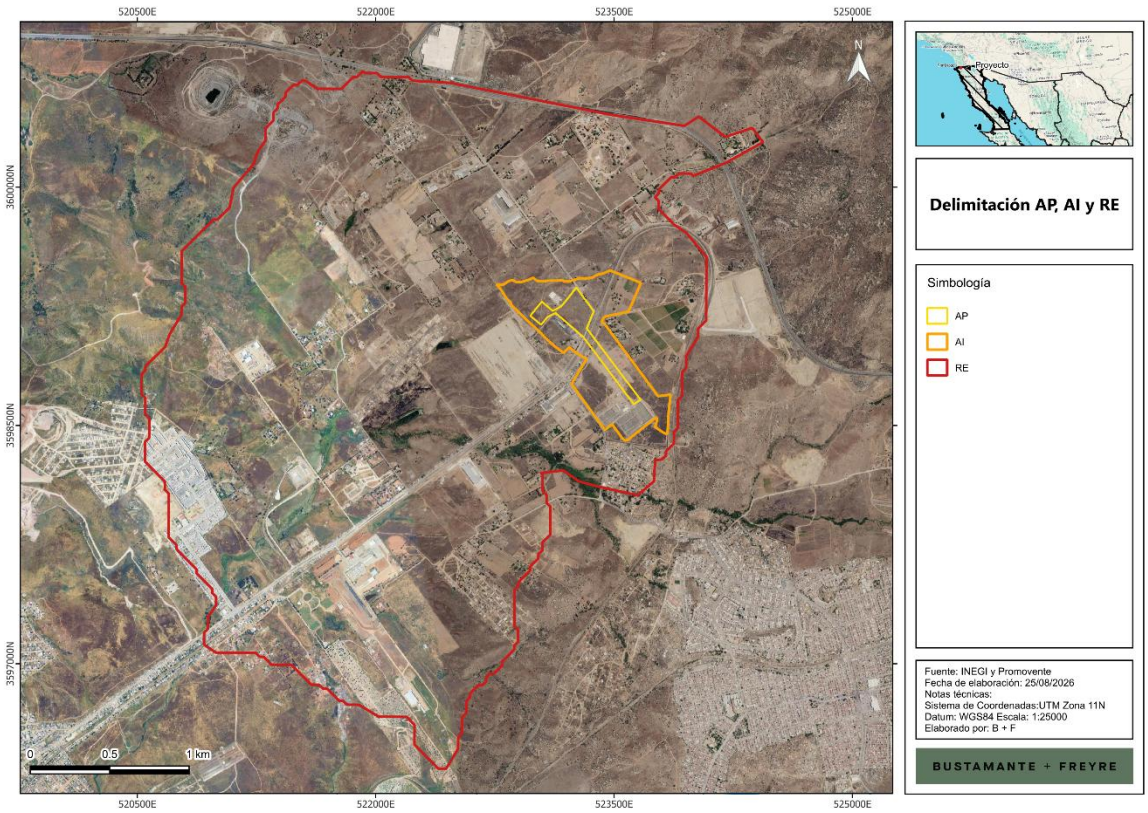
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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**.

- **Agricultura de Temporal Anual**

La unidad denominada Agricultura de Temporal Anual (TA) corresponde a terrenos destinados al cultivo de especies cuyo ciclo vegetativo es igual o menor a un año y cuyo desarrollo depende del agua aportada directamente por la precipitación pluvial. Por tanto, estas superficies no cuentan con un suministro regular de agua mediante sistemas artificiales de riego y su productividad se encuentra condicionada por la cantidad, distribución temporal e intensidad de las lluvias, así como por la capacidad del suelo para captar, retener y poner a disposición la humedad necesaria para el cultivo.

La categoría “anual” se refiere a que el periodo comprendido entre la siembra y la cosecha del cultivo no supera un año. En esta unidad pueden desarrollarse cultivos de los ciclos primavera–verano u



Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

otoño–invierno, dependiendo de las condiciones climáticas locales, la disponibilidad de humedad en el suelo y las prácticas productivas aplicadas por los propietarios o usuarios de los terrenos.

La agricultura de temporal puede incluir áreas con monocultivos o policultivos y, por su dinámica estacional, puede observarse con diferentes condiciones de cobertura a lo largo del año. Durante la etapa de preparación, barbecho o descanso agrícola, los terrenos pueden presentar suelo expuesto, vegetación herbácea espontánea, residuos de cultivos anteriores o vegetación ruderal. Durante el periodo de crecimiento, en cambio, la cobertura vegetal puede aumentar temporalmente en función de la germinación, establecimiento y desarrollo de los cultivos.

## 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 USV que el 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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Característica | Registro potencial |
|---|---|
| Número de especies, familias y géneros | 25 especies, pertenecientes a 22 familias y 23 géneros |
| Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** | Sin especies listadas |
| Especies listadas en **CITES** | 3 especies listadas en Apéndice II |
| Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN** | 4 en la categoría de preocupación menor (LC) |
| Distribución de las especies | 5 especies exóticas, 2 especies exóticas invasoras |
| Endemismo | Sin especies endémicas |

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo III.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 | 59 especies, 34 familias y 14 órdenes (2 anfibios, 50 aves, 1 mamífero y 6 reptiles) |
| Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** | 2 especies listadas como protección especial (Pr) y 3 como amenazadas (A) |
| Especies listadas en **CITES** | 6 especies listadas en el Apéndice II |
| Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN** | 52 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 3 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 1 no evaluada |
| Distribución de las especies | 5 especies identificada como exótica invasora |
| Endemismo | 4 especies semiendémicas |
| Categoría de residencia para aves | 5 especies migratorias en inverno; 1 especies migratorias en invierno y verano; 1 especie migratoria en invierno y verano, transitoria; 2 migratorias en invierno – transitorias; 14 residentes; 20 residentes migratorias en inverno; 1 residente, migratorias en invierno y verano; 1 residente migratoria en invierno y verano, transitoria; 1 residente, transitoria, oceánica; 3 transitorias oceánicas |

El listado potencial completo se presenta en el **Anexo III.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 2<br>AI 2<br>AP 1<br>Total 5 | diurno | Secas, verano | 01 y 02 de agosto 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 06 transectos lineales permanentes, con una longitud de 500 metros lineales c/u por 20 metros de ancho, de los cuales 1 se ubicó en el AP, 2 en el AI y 3 en la RE. En cuanto a las aves, éstas fueron muestreadas a través de 11 puntos de muestreo (6 en el **AI** y 5 en la **RE**). Es importante señalar que únicamente se indican los puntos de muestreo en los que se obtuvieron registros. Finalmente, se menciona que los muestres fueron realizados en una campaña de 02 días (01 y 02 de agosto de 2026). | Transectos<br>RE 3<br>AI 2<br>AP 1<br>Total 7 | Diurno (06:00-18:00 horas) | Secas, verano | 01 y 02 de agosto 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | es importante señalar que el **AP AI** y **RE** se encontraron con alto grado de perturbación, principalmente por el uso agrícola de la región.<br><br>Lo anterior implicó una limitante metodológica significativa, por lo que, en ninguna de las áreas de estudio (**AP, AI** y **RE**) fue posible colocar trampas Sherman ni cámaras trampa, debido a las siguientes razones:<br><br>• Alta exposición urbana: la cercanía y el libre tránsito de personas en las zonas de muestreo representaban un riesgo considerable de robo o manipulación de los equipos, lo que hacía inviable su instalación y resguardo.<br>• Desplazamiento de fauna silvestre: debido al alto grado de perturbación del área, la mayor parte de la fauna original ha sido desplazada hacia zonas menos impactadas, por lo que la probabilidad de captura mediante trampeo habría sido muy baja.<br><br>Por lo anterior, se privilegió el método de búsqueda activa e intensiva como la técnica más viable para el registro de especies, en el entendido de que únicamente cabría esperar el registro de especies resilientes a la | | | | | | |

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | urbanización, es decir, aquellas con mayor tolerancia a ambientes antropizados. | | | | | | |

## 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

Dentro del área del **Proyecto,** no se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas.

### III.5.2. Fauna

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), todas las especies se encuentran catalogadas como de preocupación menor (LC) Finalmente, con relación al CITES, hay 2 especies consideradas en el Apéndice II. Es importante mencionar que ninguna de estas especies se registró dentro del **AP**.

## III.6. Índices de diversidad biológica

### III.6.1. Flora

La **Tabla III.5** presenta los índices de diversidad florística calculados a partir de los registros de especies obtenidos durante los trabajos de campo. Por su parte, las **Tabla III.6** a **Tabla III.11** muestran el Índice de Valor de Importancia por estrato de las especies registradas en la **RE, AI** y **AP**.

**Tabla III.5.** Índices de diversidad de flora

| Componente | Estrato | Nombre del índice | Parámetro | Valor del índice | | | Análisis y conclusiones de los resultados de los índices |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | AP | AI | RE | |
| Flora | Arbustivo | Índice de Shannon | 0-1.99 bajo | 0.869 | 1.25 | 0.6 | La diversidad en el estrato arbustivo en las tres áreas de estudio es baja |
| | | | 2-2.99 medio | | | | |
| | | | 3-5 alto | | | | |
| | | Equidad de Pielou | 0-0.35 bajo | | | | La equidad en el estrato arbustivo es media en el RE y alta en las otras dos áreas de estudio. |
| | | | 0.36-0.70 medio | | | 0.44 | |
| | | | 0.71-1.0 alto | 0.791 | 0.904 | | |
| | Herbáceo | Índice de Shannon | 0-1.99 bajo | 0 | 0 | 0 | No hay diversidad puesto que solo hay una especie en este estrato. |
| | | | 2-2.99 medio | | | | |
| | | | 3-5 alto | | | | |
| | | Equidad de Pielou | 0-0.35 bajo | 0 | 0 | 0 | No hay equidad puesto que solo hay una |
| | | | 0.36-0.70 medio | | | | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.71-1.0 alto | | | | especie en este estrato. |

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| Baccharis sarothroides | Romerillo | 160.000 | 7.692 | 1.000 | 25.000 | 502.656 | 35.655 | 22.782 |
| Nicotiana glauca | Tabaquillo sudamericano | 40.000 | 1.923 | 1.000 | 25.000 | 125.664 | 8.914 | 11.946 |
| Tamarix ramosissima | Pino salado eurasiático | 140.000 | 6.731 | 1.000 | 25.000 | 439.824 | 31.198 | 20.976 |
| Salsola australis | Cardo ruso | 1740.000 | 83.654 | 1.000 | 25.000 | 341.649 | 24.234 | 44.296 |
| | | **2080.000** | **100.000** | **4.000** | **100.000** | **1409.793** | **100.000** | **100.000** |

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| Bromus rubens | Bromo rojo | 8571.429 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 269.280 | 100.000 | 100.000 |
| | | **8571.429** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **269.280** | **100.000** | **100.000** |

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| Baccharis sarothroides | Romerillo | 70.000 | 15.909 | 0.500 | 20.000 | 92.913 | 31.538 | 22.482 |
| Isocoma menziesii | Arbusto dorado | 100.000 | 22.727 | 1.000 | 40.000 | 28.274 | 9.597 | 24.108 |
| Cleomella arborea | Vaina de vejiga | 60.000 | 13.636 | 0.500 | 20.000 | 67.859 | 23.034 | 18.890 |
| Salsola australis | Cardo ruso | 210.000 | 47.727 | 0.500 | 20.000 | 105.558 | 35.830 | 34.519 |
| | | **440.000** | **100.000** | **2.500** | **100.000** | **294.604** | **100.000** | **100.000** |

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| Bromus rubens | Bromo rojo | 7857.143 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 138.848 | 100.000 | 100.000 |
| | | **7857.143** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **138.848** | **100.000** | **100.000** |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta ($m^2$/ha) | Relativa (%) | |
| Baccharis sarothroides | Romerillo | 290.000 | 42.029 | 1.000 | 40.000 | 512.474 | 72.718 | 51.582 |
| Isocoma menziesii | Arbusto dorado | 40.000 | 5.797 | 0.500 | 20.000 | 11.310 | 1.605 | 9.134 |
| Salsola australis | Cardo ruso | 360.000 | 52.174 | 1.000 | 40.000 | 180.956 | 25.677 | 39.284 |
| | | **690.000** | **100.000** | **2.500** | **100.000** | **704.739** | **100.000** | **100.000** |

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

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| Bromus rubens | Bromo rojo | 7142.857 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 56.100 | 100.000 | 100.000 |
| | | **7142.857** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **56.100** | **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

Los resultados muestran una comunidad faunística integrada por **23 especies y 102 individuos registrados**, con predominio numérico de las aves (19 especies), seguidos por mamíferos (3 especies) y reptiles (1 especie). El **AI** concentra el mayor número de individuos registrados (74), seguido por la **RE** (23) y el **AP** (5); asimismo, la mayor riqueza total se registra en el **AI**.

**Aves**

Se registraron 19 especies de aves y 91 individuos en el Área de Estudio. La riqueza y abundancia de cada unidad de análisis variaron de acuerdo con los registros asignados a la **RE, AI** y **AP.** La **RE** presentó 9 especies y 22 individuos; el **AI** registró 16 especies y 69 individuos; y el **AP** no tuvo registros.

En la **RE** se registraron nueve especies y 22 individuos. El índice de riqueza de Margalef fue de 2.588, valor que corresponde a una riqueza observada moderada para el número de individuos



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

detectados durante los cinco puntos de conteo. El índice de Shannon–Wiener alcanzó un valor de 2.185, lo que refleja una diversidad moderada en la muestra de aves registrada.

El índice de dominancia de Simpson presentó un valor de 0.1169, inferior al registrado en el **AI** y ligeramente superior al valor consolidado para el Área de Estudio. Este resultado indica una concentración relativamente baja de los individuos en pocas especies y una participación más distribuida de las especies registradas. De manera complementaria, la diversidad de Simpson fue de 0.8831.

La equidad de Pielou fue de 0.9117, el valor más alto entre las unidades evaluadas. Este resultado indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las nueve especies registradas, sin una dominancia absoluta de una sola especie. Aunque Tyrannus vociferans fue la especie más abundante en la **RE**, con seis individuos, su abundancia no anuló la contribución relativa de especies como Cathartes aura, Corvus corax, Corvus brachyrhynchos y Passer domesticus, registradas con tres individuos cada una.

En términos generales, la **RE** presentó una comunidad de aves con riqueza y diversidad moderadas, baja dominancia y la mayor uniformidad relativa de abundancias. Estos resultados son consistentes con una matriz territorial heterogénea, en la que se combinan espacios abiertos, vegetación secundaria, áreas agrícolas, infraestructura y sectores periurbanos.

En el **AI** se registraron 16 especies y 69 individuos, por lo que esta unidad presentó la mayor riqueza específica y la mayor abundancia de las unidades evaluadas. El índice de Margalef fue de 3.531, mientras que el índice de Shannon–Wiener alcanzó 2.374, valores que reflejan una comunidad con riqueza y diversidad observadas superiores a las registradas en la **RE**.

El índice de dominancia de Simpson fue de 0.1317, el valor más alto entre las unidades evaluadas. Este resultado indica una concentración relativa ligeramente mayor de los individuos en algunas especies, particularmente en Cathartes aura, con 20 individuos; Corvus corax, con 10 individuos; Corvus brachyrhynchos, con nueve individuos; y Sturnus vulgaris, con siete individuos. No obstante, la diversidad de Simpson fue de 0.8683, lo que confirma que, pese a la mayor abundancia de algunas especies, la comunidad conserva una contribución relevante de un conjunto amplio de especies de menor abundancia.

La equidad de Pielou fue de 0.8177, valor inferior al de la **RE**, pero todavía indicativo de una distribución relativamente equilibrada de las abundancias. El valor se explica por la concentración de individuos en Cathartes aura y en especies de córvidos, mientras que varias especies fueron registradas con uno o dos individuos.

El **AI** presentó una comunidad de aves con la mayor riqueza y diversidad observadas durante la campaña de campo. La presencia de especies asociadas con áreas abiertas, zonas agrícolas, infraestructura, ambientes periurbanos y recursos hídricos temporales evidencia la heterogeneidad ambiental del entorno inmediato del Proyecto.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Dentro del **AI** se registró Athene cunicularia hypugaea (tecolote llanero), con dos individuos y evidencia de nido. La especie se reporta bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y en el Apéndice II de CITES.

En el **AP** no se obtuvieron registros de aves mediante puntos de conteo durante la campaña de campo. Por esta razón, no se estimaron los índices de riqueza de Margalef, Shannon–Wiener, dominancia de Simpson ni equidad de Pielou para esta unidad.

### Mamíferos y Reptiles

Como consecuencia de las condiciones de perturbación descritas, durante los recorridos de campo se logró el registro de un total de 4 especies: 3 especies de mamíferos y 1 especie de reptil.

Entre las especies registradas destaca Uta stansburiana (lagartija), catalogada como ameanzada en la NOM-059-SEMARNAT.

El número de especies registradas (4 en total) es consistente con el alto grado de perturbación antropogénica presente tanto en el **AP** como en su **AI** y en la **RE** correspondiente. El impacto del uso de superficies como terrenos agrícolas, aunado a la imposibilidad de emplear métodos complementarios de trampeo (Sherman y cámaras trampa) por motivos de seguridad, restringió de manera importante el esfuerzo de muestreo posible.

Las especies registradas corresponden en su mayoría a taxones ampliamente reconocidos por su tolerancia y capacidad de adaptación a ambientes perturbados y de interfaz urbano-rural, lo cual es congruente con el escenario de disturbio descrito para el área de estudio. No obstante, la presencia de especies con estatus de protección indica que, pese a la perturbación, el sitio conserva cierto valor para la conservación de fauna nativa.

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

En la **Tabla III.12** 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.12.** 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, AI** y **AP** se presenta solo una unidad climática: BSks<br><br>El clima BSks corresponde a un clima seco templado con lluvias de invierno. Se distingue por una disponibilidad limitada de humedad, una marcada sequía durante el verano y precipitaciones concentradas principalmente entre otoño e invierno. La clave “BS” identifica condiciones secas o esteparias, con precipitación anual insuficiente para sostener una vegetación densa de manera natural; la literal “k” indica una condición térmica templada, con temperatura media anual generalmente entre 12 y 18 °C, temperatura media del mes más frío entre –3 y 18 °C y temperatura media del mes más cálido superior a 18 °C. Por su parte, la literal “s” indica que el máximo de precipitación se concentra durante el invierno, a diferencia de los climas con lluvias dominantes en verano[2,3]. |
| | Temperatura | La temperatura promedio anual registrada en las estaciones oscila entre los 13.3 °C y los 24.5 °C (con una temperatura promedio de 18.2 °C). Los meses más cálidos son julio a septiembre, con una media de 23.5, 24.5, y 23.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero, febrero y diciembre con una media de 13.5, 13.6 y 13.3 °C, respectivamente |
| | Precipitación | La precipitación media anual registrada en la estación varía entre 1.0 y 67.4 mm, con una precipitación total anual de 287.3 mm. Los meses más lluviosos son enero y febrero, con precipitaciones de hasta 67.4 mm en enero, mientras que los meses de menor precipitación son junio, julio y agosto |
| | 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:<br>• El nivel de riesgo por heladas en la **RE**, **AI** y **AP** es bajo<br>• El riesgo por ciclones tropicales en la **RE**, **AI** y **AP** es muy bajo<br>• La **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es bajo<br>• La **RE, AI** y **AP** se ubican en una zona con un nivel de peligro alto para sequías. |
| | Vulnerabilidad al cambio climático | De acuerdo con la información del Atlas, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad baja a inundaciones y medio para deslaves |

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

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

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | Provincias fisiográficas | La 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 Península de Baja California, así como en la subprovincia Sierras de Baja California Norte. |
| | Sistema de topoformas | La **RE, AI** y **AP** se ubican en dos sistemas de topoformas: lomerío escarpado con bajadas y meseta compleja con lomerío.<br><br>El lomerío escarpado con bajadas corresponde a una unidad fisiográfica integrada por un conjunto de lomas de relieve accidentado, con laderas de pendiente pronunciada y desniveles locales que generan una topografía irregular. Se asocia con zonas de transición hacia superficies de menor pendiente, denominadas bajadas, las cuales se forman al pie de las elevaciones por la acumulación y redistribución de materiales transportados desde las partes altas. **INEGI** define la bajada como una franja de terreno suavemente inclinada ubicada en la base de cadenas montañosas, mientras que el lomerío corresponde a un conjunto de lomas.<br><br>La meseta compleja con lomerío corresponde a una superficie relativamente elevada respecto de su entorno, con predominio de áreas planas a suavemente onduladas, interrumpidas por lomas, ondulaciones, pequeñas elevaciones y cambios locales de pendiente. La combinación de una meseta con lomeríos genera una topografía heterogénea, en la que coexisten sectores con mayor aptitud para usos urbanos, agrícolas o de infraestructura y otros con limitaciones derivadas de pendientes, cortes naturales, escurrimientos y variaciones en la estabilidad del suelo. De acuerdo con la definición fisiográfica de **INEGI**, una meseta es un terreno elevado y llano de gran extensión, mientras que un lomerío constituye un conjunto de lomas. Por ello, esta topoforma no debe entenderse como una planicie uniforme: presenta una superficie elevada con irregularidades internas que influyen en el drenaje superficial, la susceptibilidad a erosión, la distribución de la vegetación y la integración visual del paisaje. |
| | Gradiente altitudinal | La **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 211 a 337 msnm |
| | Pendiente | La topografía de la **RE, AI** y **AP** se caracteriza por el predominio de pendientes bajas a moderadas, asociadas con una superficie de meseta compleja con lomerío y con sectores de lomerío escarpado con bajadas. De acuerdo con el modelo de pendiente, la mayor parte de la **RE** presenta valores bajos, cercanos a 0°, representados por tonalidades verdes, aunque se identifican variaciones locales relacionadas con lomeríos, taludes, caminos, cortes de terreno y cauces de escurrimiento temporal |
| | 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 C, la cual es una zona donde hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de 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 VII, donde 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 |
| | 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.<br><br>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. En consecuencia, no se prevé que la ocurrencia de deslizamientos de ladera constituya un factor restrictivo relevante para el desarrollo del **Proyecto**.<br><br>Dentro de la **RE** se reconocen áreas puntuales con categorías de peligro moderado y alto, principalmente hacia las porciones norte, sur y este del polígono. 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 | Dea cuerdo con la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000, a partir de la cual se obtuvo que, en la **RE** y **AI** los tipos de suelo presentes son technosol, regosol y leptosol; mientras que el **AP** incide únicamente en technosol<br><br>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).<br><br>• **Techonosol** |

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | | Este grupo integra suelos cuya génesis y propiedades están dominadas por materiales técnicos o de origen humano. Los Technosols incluyen suelos con presencia significativa de artefactos, rellenos, escombros, materiales construidos o superficies selladas, y por ello suelen mostrar un comportamiento muy heterogéneo y condicionado por la actividad antrópica.<br><br>Material parental: materiales expuestos, depositados o transformados por actividad humana, como rellenos, residuos, escombros, capas constructivas o materiales tecnificados.<br><br>Medio ambiente: principalmente zonas urbanas, industriales o de infraestructura, en áreas pequeñas pero de distribución compleja, donde el suelo natural ha sido reemplazado o profundamente modificado.<br><br>Desarrollo del perfil: el perfil es muy variable y frecuentemente artificial, con escasa o nula pedogénesis natural y fuerte influencia de materiales antrópicos.<br><br>• **Regosol**<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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 |

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | | 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.<br>• **Leptosol**<br>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.<br>Material parental: roca continua cercana a la superficie, materiales residuales poco meteorizados, coluviones delgados o depósitos con abundantes fragmentos gruesos.<br>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.<br>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.<br>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 con erosión antrópica y sin datos (norte y sur de la **RE**).<br>Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[4]), se observa que, la **RE, AP** y **AI** se encuentran en una zona sin datos de degradación |
| | Geología | La **RE** presenta cuatro unidades litoestratigráficas: ígnea extrusiva básica, ígnea extrusiva intermedia, ígnea intrusiva ácida y suelo. La unidad de suelo es la de mayor distribución dentro de la **RE** y abarca las porciones central, norte y oriente**.** |

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

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | | El **AP** y el **AI** se distribuyen principalmente sobre la unidad de ígnea intrusiva ácida, mientras que, con una porción menor hacia su sector suroeste sobre suelo. Por lo tanto, presentan condiciones litológicas relativamente homogéneas, asociadas con materiales de origen ígneo intrusivo ácido, e incorporan una zona de transición hacia suelo. |
| | Hidrología superficial | La **RE**, el **AI** y el **AP** se localizan dentro de la región hidrológica RH-01 Baja California Noroeste. en la cuenca Arroyo Tijuana – Arroyo de Maneadero **(**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**),** subcuenca Tecate – Valle Redondo – La Puerta**.** De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se sitúa en las microcuencas Tecate – Cañón del Padre (pequeña porción al norte) y Valle Redondo (gran parte de la **RE**).<br><br>De acuerdo con la cartografía analizada, dentro de la **RE** se identifican exclusivamente corrientes de condición intermitente y segmentos de flujo virtual asociados con la continuidad de la red de drenaje. Los cauces intermitentes conducen agua temporalmente, principalmente durante y después de eventos de precipitación, por lo que su activación se vincula con las lluvias de invierno características del clima BSks de la zona de Tijuana. No se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP**.<br><br>La red de drenaje de la **RE** presenta una configuración ramificada, conformada principalmente por cauces de primer y segundo orden, con presencia adicional de corrientes de tercer y cuarto orden en sectores externos al **AI** y **AP**. Esta configuración es congruente con un entorno de lomeríos, mesetas complejas, bajadas y superficies con modificaciones antrópicas, donde los escurrimientos se originan en las partes altas y se concentran progresivamente en cauces de mayor jerarquía hacia las zonas de menor elevación.<br><br>Dentro de la **RE** se registra una longitud total de incidencia de 37.368 km de corrientes intermitentes. Los cauces de primer orden representan la mayor proporción de la red, con 19.350 km, seguidos por las corrientes de segundo orden, con 10.019 km. Las corrientes de tercer orden suman 6.386 km, mientras que las de cuarto orden representan 1.613 km. La predominancia de corrientes de primer orden indica la presencia de múltiples áreas de captación y rutas de escurrimiento de pequeña escala, especialmente relevantes durante lluvias intensas o concentradas.<br><br>En el **AI** se identifican corrientes intermitentes de primer y segundo orden, con una longitud total de incidencia de 1.234 km. Las corrientes de segundo orden registran 1.036 km, lo que equivale aproximadamente al 84% de la red presente en esta unidad; en tanto, las corrientes de primer orden suman 0.198 km. No se identificó incidencia de cauces de tercer o cuarto orden dentro del **AI**. |

<table>
<tr><th>Medio</th><th>Componente</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td></td><td>Por su parte, el AP presenta una incidencia reducida de la red hidrográfica, correspondiente a 0.060 km, equivalentes a aproximadamente 60 m, de una corriente intermitente de segundo orden. No se identifican corrientes intermitentes de primer, tercer o cuarto orden dentro del AP.<br><br>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: Tecate<br><br>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>VEAS (hm³/año)</th><th>DMA (hm³/año)</th><th>Déficit (hm³/año)</th><th>Incidencia</th></tr>
<tr><td>0202</td><td>Tecate</td><td>14.100</td><td>0.000</td><td>12.765</td><td>1.335</td><td>0.000</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 Tecate, el cual, de acuerdo con el inventario municipal, registra una emisión anual estimada de 8,028.45 toneladas de monóxido de carbono (CO) y 2,598.18 de compuestos orgánicos volátiles (COV), siendo éstos los contaminantes con mayores emisiones reportadas en el municipio. Asimismo, se estiman emisiones de 565.78 toneladas anuales de PM10, 438.23 toneladas de $PM_{2.5}$, 98.86 toneladas de dióxido de azufre ($SO_2$), 1,676.76 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx) y 220.15 toneladas de amoniaco ($NH_3$).<br><br>Del total de CO, 5,050.53 toneladas anuales provienen de fuentes móviles en carretera y 1,496.37 toneladas de fuentes de área correspondientes a fuentes misceláneas. Para los COV, 847.46 toneladas anuales provienen de fuentes de área en uso de solventes y 527.27 toneladas de fuentes de área correspondientes a almacenamiento y transporte de derivados de petróleo.</td></tr>
<tr><td>Biótico</td><td>Flora</td><td>La caracterización florística del AP, AI y RE se realizó mediante cinco sitios de evaluación: dos sitios de muestreo dentro del AP, dos sitios en el AI y un sitio representativo en la RE. Como resultado de los recorridos y levantamientos de campo se registraron siete especies vegetales, agrupadas en cinco familias botánicas y representadas principalmente por los estratos arbustivo y herbáceo<br><br>La composición florística registrada refleja una condición de vegetación secundaria altamente perturbada, asociada con superficies abiertas, suelo expuesto, actividades agropecuarias previas, infraestructura y modificación recurrente del terreno.</td></tr>
</table>

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | | Las especies observadas se distribuyen de forma discontinua, con predominio de individuos herbáceos y arbustos aislados, sin conformar una comunidad vegetal continua, estructuralmente conservada o con estratificación desarrollada.<br><br>Las especies con mayor representación en los sitios de muestreo corresponden a Salsola australis y Bromus rubens, seguidas por Baccharis sarothroides. La dominancia de estas especies es congruente con condiciones de disturbio, suelo removido o compactado, baja cobertura vegetal y limitada disponibilidad de humedad. Otras especies, como Isocoma menziesii, Tamarix ramosissima, Nicotiana glauca y Cleomella arborea, se registraron de manera puntual o con abundancia reducida, principalmente en sectores con vegetación secundaria, bordes de predios y sitios con menor grado de remoción superficial.<br><br>En el **AP** se registraron cuatro especies: Baccharis sarothroides, Salsola australis, Bromus rubens e Isocoma menziesii. La composición observada se caracteriza por arbustos dispersos y cobertura herbácea reducida, con predominio de especies asociadas a ambientes abiertos y previamente modificados. En el **AI** se registraron cinco especies, incluyendo Cleomella arborea, mientras que en la **RE** se identificaron cinco especies, entre ellas Nicotiana glauca y Tamarix ramosissima, registradas de manera aislada<br><br>No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación.<br><br>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 102 registros de 23 especies dentro de la **RE, AI** y **AP**. De este total, 12 registros con 10 especies corresponden a la **RE,** 74 registros con 20 especies corresponden al **AI** y 5 registros con 3 especies corresponden al **AP**.<br><br>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), todas las especies se encuentran catalogadas como de preocupación menor (LC) Finalmente, con relación al CITES, hay 2 especies consideradas en el Apéndice II. Es importante mencionar que ninguna de estas especies se registró dentro del **AP**.<br><br>Los resultados completos sobre la evaluación de este componente, incluyendo trabajos de campo, análisis estadísticos, y evidencia fotográfica se presenta en los **anexos III.2 Listado potencial de especies, III.4 Faunay III.5 Caracterización ambiental**. |

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| Socioeconómico | Contexto regional | De acuerdo con la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que Baja California presenta un grado de marginación bajo[5] y a nivel municipal, Tijuana presenta un índice de marginación muy bajo[6]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Tijuana (59.1%) tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes. |
| | Contexto municipal | **Demografía**<br>El municipio de Tijuana tiene una población total de 1,922,523 habitantes, lo que representa el 51.0% de la población estatal con una densidad de 1,789.8 hab/km², presenta una relación de 101.5 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mediana de la población tiene 29 años o menos, así como una razón de dependencia de 40.9, es decir, existen 40 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva<br><br>**Etnicidad**<br>El 0.67% de la población del municipio de Tijuana de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el Mixteco y Náhuatl. Por otro lado, existe un 1.86% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 1.14% es población hablante de lengua indígena que no habla español<br><br>**Vivienda, bienes y servicios**<br>El municipio de Tijuana presenta un total de 576,708 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 50.2% del total estatal, del cual el 2.2% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.3 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por cuarto.<br>Con respecto a la disponibilidad de servicios en Tijuana, la mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica. En cuanto a la disponibilidad de bienes, la mayor parte de la población cuenta con bienes como refrigerador, lavadora y automóvil o camioneta. Con respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (**TIC**), la mayor parte de la población cuenta con teléfono móvil e internet<br><br>**Características económicas**<br>La Población Económicamente Activa (**PEA**) del municipio de Tijuana es del 67.3% (población de 12 años y más), de la cual el 41.8% son mujeres y el 58.2% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.8% se encuentra ocupada. En cuanto a la población |

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

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

| Medio | Componente | Descripción |
|---|---|---|
| | | no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 32.1%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar<br><br>**Escolaridad**<br>El municipio de Tijuana tiene una tasa de alfabetización del 98.8% para habitantes de 15 a 24 años y del 97.9% para habitantes de 25 años y más. Gran parte de la población de 15 años y más (48%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 28.9% presenta un nivel medio superior y el 20.3% un nivel superior, mientras que, el 2.4% de la población no tiene escolaridad y existe un 0.4% no especificado<br><br>**Servicios de salud**<br>La mayor parte de la población del municipio de Tijuana (74.2%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 3.7% de la población de Tijuana presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más<br><br>**Migración**<br>En el tema de migración se tiene que el 9% de la población de 5 años y más del municipio de Tijuana tenían lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, la mayoría por razones de trabajo y familiar<br><br>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 13 puntos para la **RE** y de 6 para **AI** y **AP.** En este sentido, en la **RE** 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 cuanto al **AI** y **AP**, éstas presentan una clase C, es decir, áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.<br><br>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 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.<br><br>La evaluación completa se encuentra en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental** |

## III.8. Análisis comparativo de 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** inciden en su totalidad en el uso de suelo de agricultura de temporal anual

**Tabla III.13.** Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

| Tipo | Superficie (ha) | | | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | RE | AI | AP | RE | AI | AP |
| AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL | 1041.599 | 49.949 | 7.621 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| **Total** | **1041.599** | **49.949** | **7.621** | **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

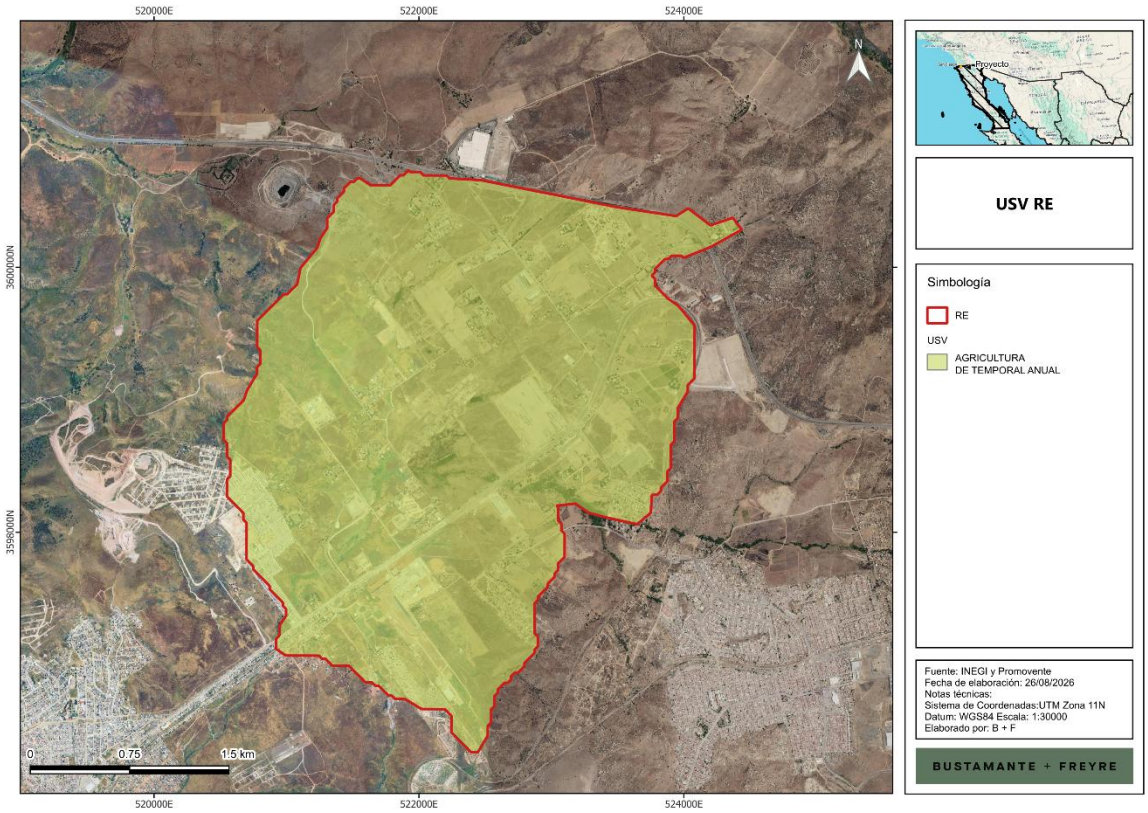
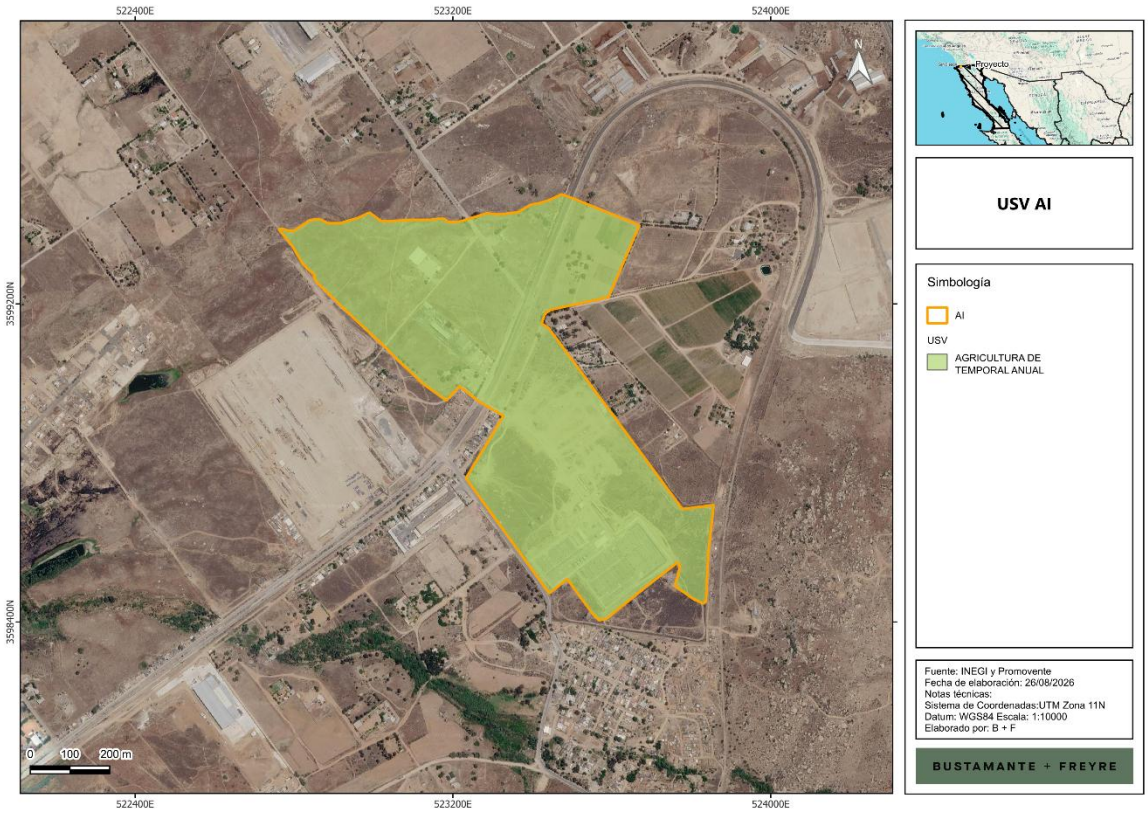



**Figura III.4.** Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI.



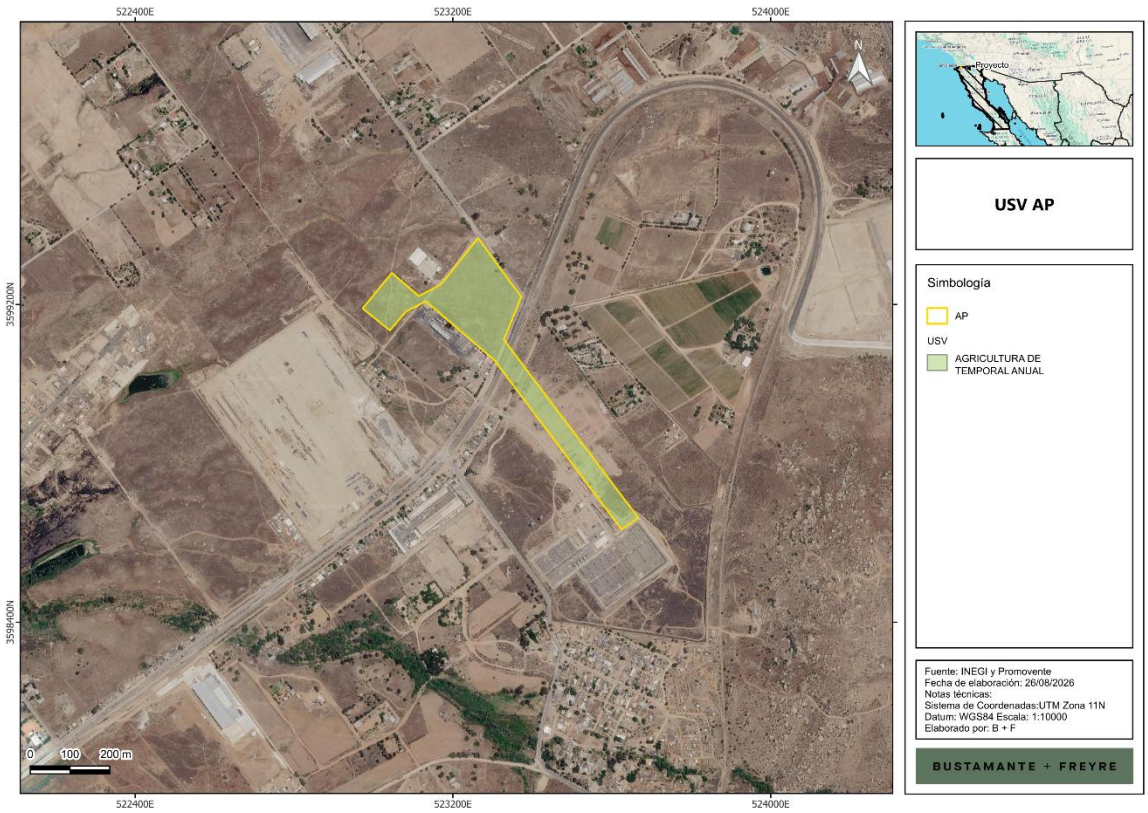
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas






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, los resultados de los recorridos de campo, el análisis de cartografía temática, la interpretación de imagen satelital y la caracterización de los componentes de suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, se concluye que la **RE, AI** y **AP** se insertan en un paisaje periurbano y agropecuario del municipio de Tijuana, Baja California.

La configuración ambiental del área corresponde a un mosaico territorial integrado principalmente por agricultura de temporal anual, superficies con suelo expuesto, caminos, accesos, infraestructura, construcciones dispersas y áreas previamente intervenidas.

El área de estudio se encuentra bajo la influencia del clima seco mediterráneo templado o seco templado con lluvias de invierno, caracterizado por veranos cálidos y secos, así como por una concentración estacional de las precipitaciones durante otoño e invierno. Estas condiciones determinan una disponibilidad limitada de humedad durante gran parte del año, una cobertura herbácea de expresión temporal y una vegetación arbustiva adaptada a la sequía. A escala estatal, los climas secos mediterráneos templados presentan temperaturas medias anuales de



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

aproximadamente 15 a 18 °C y precipitaciones anuales que pueden variar entre 160 y 330 mm.inegi.org

La **RE** comprende sectores asociados con meseta compleja con lomerío y lomerío escarpado con bajadas. Aunque el modelo de pendiente indica que predominan superficies de inclinación baja en amplias áreas del polígono, se observan cambios locales de pendiente en lomeríos, bordes de cauces, caminos, taludes y zonas de transición entre superficies relativamente planas y depresiones del terreno. El **AI** y el **AP** se localizan principalmente en sectores con pendientes bajas a moderadas y con modificaciones previas, por lo que no se identifican, dentro de la huella directa del **Proyecto**, rasgos geomorfológicos sobresalientes o condiciones generalizadas de inestabilidad de ladera.

La red hidrológica se encuentra integrada por corrientes intermitentes y segmentos de flujo superficial asociados con los lomeríos, bajadas y depresiones topográficas. Estos escurrimientos se activan principalmente durante eventos de precipitación, particularmente en la temporada de lluvias invernales. No se identificaron cuerpos de agua superficiales permanentes ni corrientes perennes dentro de la **RE**, **AI** o **AP**.

Desde el punto de vista edáfico, la **RE** se encuentra dominada por Technosoles, que cubren 85.70% de su superficie; el **AI** se distribuye prácticamente en su totalidad sobre este grupo de suelo, con 99.01%, y el **AP** se localiza completamente sobre Technosoles. Esta condición es consistente con un entorno sujeto a modificaciones previas, rellenos, compactación, movimientos de tierra, infraestructura y alteración de la estructura superficial del suelo. Los Regosoles y Leptosoles se distribuyen principalmente en áreas periféricas de la **RE**, particularmente en sectores de mayor expresión de lomerío o con condiciones menos transformadas.

La cobertura vegetal observada dentro del **AP** se caracteriza por una condición de perturbación alta, con predominio de suelo expuesto, vegetación herbácea de bajo porte y arbustos aislados. Durante los cinco sitios de muestreo realizados —dos en el **AP**, dos en el **AI** y uno en la **RE**— se registraron siete especies de flora. La vegetación registrada se integra principalmente por especies arbustivas y herbáceas asociadas con ambientes secos, abiertos y transformados, entre las que destacan Salsola australis, Bromus rubens, Baccharis sarothroides, Isocoma menziesii, Cleomella arborea, Nicotiana glauca y Tamarix ramosissima.

La composición florística, la cobertura discontinua, la amplia presencia de suelo desnudo y la proximidad de infraestructura indican que el **AP** no mantiene una comunidad de vegetación continua, ni vegetación forestal con estructura y composición conservadas. No obstante, la RE incluye sectores periféricos con vegetación secundaria arbustiva de chaparral, los cuales conservan una sensibilidad ambiental relativamente mayor debido a su función en la estabilización de suelo, la retención de sedimentos, la regulación local de escurrimientos y la provisión de refugio, alimentación y desplazamiento temporal para fauna silvestre.

La fauna registrada durante la campaña de campo estuvo dominada por aves, con 19 especies registradas en el **AI** y la **RE**. El **AI** presentó la mayor riqueza observada, con 16 especies y 69 individuos, mientras que la **RE** registró nueve especies y 22 individuos. La fauna de aves se integra principalmente por especies de amplia distribución y tolerantes a ambientes abiertos, agrícolas y



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

periurbanos, tales como Cathartes aura, Corvus corax, Corvus brachyrhynchos, Passer domesticus, Streptopelia decaocto, Haemorhous mexicanus, Sayornis nigricans y Zenaida macroura.

Asimismo, se registraron tres especies de mamíferos: Lepus californicus, Sylvilagus audubonii y Otospermophilus beecheyi, las cuales confirman el uso del **AP**, **AI** y/o **RE** por mamíferos propios de ambientes abiertos y vegetación secundaria. Dentro del **AI** se registró Uta stansburiana, y también se obtuvo el registro de Athene cunicularia hypugaea. De acuerdo con la matriz de campo, esta última especie se reporta bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En términos de paisaje, el **AP** y **AI** presentan una calidad visual baja, debido al predominio de suelo expuesto, vegetación escasa y fragmentada, caminos, superficies intervenidas e infraestructura industrial y periurbana en el entorno inmediato. La **RE** presenta una calidad visual media, ya que conserva mayor heterogeneidad derivada de la combinación de agricultura de temporal, lomeríos, áreas abiertas, asentamientos e infraestructura. Sin embargo, esta condición se encuentra influida por procesos acumulativos de transformación territorial.

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

En la **RE** se identificaron diversas condiciones y actividades preexistentes que ejercen presión sobre los componentes ambientales. Estas problemáticas se relacionan principalmente con la transformación del uso del suelo, la agricultura de temporal, la expansión urbana y periurbana, la presencia de infraestructura industrial y de servicios, la apertura de caminos y brechas, la modificación de la cobertura vegetal, la degradación del suelo y la dinámica de escurrimientos intermitentes.

Las condiciones identificadas son preexistentes al **Proyecto** y constituyen parte de la línea base ambiental. Su análisis permite diferenciar las presiones acumulativas presentes en el territorio de los impactos potenciales atribuibles a las obras y actividades propuestas, así como definir medidas para evitar que el Proyecto incremente la fragmentación de la vegetación, la erosión, la alteración del drenaje superficial, la generación de residuos o la perturbación de fauna silvestre.

El crecimiento urbano y la expansión de infraestructura han contribuido históricamente a la transformación de los componentes bióticos y físicos de Tijuana. Instrumentos de planeación y diagnóstico ambiental municipal reconocen que la expansión urbana, el deterioro de los recursos naturales, la pérdida de vegetación y la insuficiencia de infraestructura de saneamiento constituyen problemáticas ambientales relevantes en el municipio.

- **Transformación de la cobertura vegetal y uso agropecuario.** Dentro de la **RE** predomina la unidad de Agricultura de Temporal Anual. Esta configuración refleja la transformación previa del paisaje para fines productivos, de acceso y ocupación territorial. Las actividades agrícolas de temporal implican cambios recurrentes en la cobertura vegetal asociados con preparación del terreno, barbecho, remoción de vegetación, establecimiento de cultivos, tránsito de maquinaria, apertura de accesos y manejo de residuos agrícolas. En los periodos de descanso o posterior a la cosecha, los predios pueden presentar suelo expuesto,



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

cobertura herbácea escasa o vegetación ruderal, lo que disminuye temporalmente la protección del suelo frente al efecto de la lluvia y el viento. La transformación de áreas naturales o secundarias hacia usos agrícolas reduce la continuidad de la vegetación arbustiva, modifica la disponibilidad de refugio y alimento para fauna silvestre y favorece una matriz dominada por especies generalistas, oportunistas o tolerantes a perturbación. Asimismo, puede inducir compactación del suelo, disminución de infiltración, incremento de escurrimiento superficial y erosión localizada, particularmente cuando coinciden pendientes, suelo desnudo y lluvias concentradas.

- **Expansión urbana e infraestructura.** La presencia de asentamientos humanos, construcciones dispersas, instalaciones industriales, vialidades, cercos, infraestructura de servicios y predios previamente nivelados constituye una fuente relevante de transformación y fragmentación territorial dentro y alrededor de la **RE**. Estos elementos modifican la fisonomía del paisaje, reducen la continuidad de la cobertura vegetal y limitan la permeabilidad del territorio para el desplazamiento de fauna terrestre. La urbanización y el establecimiento de infraestructura pueden incrementar la impermeabilización y compactación del suelo, modificar rutas de escurrimiento, generar puntos de concentración de agua pluvial y aumentar el riesgo de arrastre de sedimentos, residuos o contaminantes hacia cauces intermitentes. Asimismo, el crecimiento urbano puede propiciar la ocupación progresiva de espacios abiertos y de vegetación secundaria, con efectos acumulativos sobre el paisaje y la conectividad local.
- **Caminos, brechas y accesibilidad.** La **RE** cuenta con vialidades, caminos rurales, brechas, accesos agrícolas y superficies utilizadas para el tránsito de vehículos. Estos elementos facilitan la comunicación y operación de las actividades existentes; sin embargo, también constituyen una fuente de fragmentación de la cobertura vegetal y de perturbación sobre el suelo y la fauna. La apertura, ampliación o uso intensivo de caminos puede ocasionar remoción puntual de vegetación, compactación del suelo, generación de polvo, modificación de microrelieves y alteración de las rutas locales de drenaje. En sitios con pendiente o suelo expuesto, los caminos pueden concentrar escurrimientos durante lluvias y favorecer la formación de surcos, erosión lineal, arrastre de sedimentos y afectaciones hacia zonas bajas. Los caminos y brechas también pueden funcionar como corredores de dispersión para especies oportunistas, ruderales o exóticas. Esta condición es relevante en la RE, donde se registraron o se identificaron potencialmente especies vegetales asociadas con disturbio y ambientes intervenidos, así como fauna generalista y especies vinculadas con áreas abiertas.

## 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.14** se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del **Proyecto.**

**Tabla III.14.** Incidencia del **Proyecto** en usos de suelo y vegetación



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Uso de suelo y vegetación | Obra y/o componente | Área | % | Área por afectar |
|---|---|---|---|---|
| agricultura de temporal anual | Contenedores SAEE | 0.1595 | 2.09% | 0.1595 |
| agricultura de temporal anual | Estaciones de transformación | 0.0399 | 0.52% | 0.0399 |
| agricultura de temporal anual | Subestación elevadora | 0.4926 | 6.46% | 0.4926 |
| agricultura de temporal anual | Edificio de operaciones (Edificio O&M) | 0.5084 | 6.67% | 0.5084 |
| agricultura de temporal anual | Línea de interconexión (derecho de vía) | 2.7702 | 36.35% | 2.7702 |
| agricultura de temporal anual | Caminos de acceso e internos | 0.4944 | 6.49% | 0.4944 |
| agricultura de temporal anual | Red de media tensión (subterránea) | 0.1109 | 1.46% | 0.1109 |
| agricultura de temporal anual | Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras) | 1.9092 | 25.05% | 1.9092 |
| agricultura de temporal anual | Área libre | 1.1356 | 14.90% | 1.1356 |
| Total | | 7.6207 | 100% | 7.6207 |

### 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.15 a**

**Tabla III.**17**).**

**Tabla III.15.** Incidencia de la **RE** en áreas de importancia ambiental

| Incidencia | Elemento del Proyecto con el que incide | Superficie de incidencia (ha) | % de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto |
|---|---|---|---|
| ANP | Ninguno | 0 | 0 |
| ADVC | Ninguno | 0 | 0 |
| Sitio RAMSAR | Ninguno | 0 | 0 |
| Humedales | Ninguno | 0 | 0 |
| Manglar | Ninguno | 0 | 0 |
| Áreas de Importancia para la Conservación de Aves | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Terrestres Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Hidrológicas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Marinas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre | Ninguno | 0 | 0 |
| Ecosistemas relevantes | No aplica | | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.16.** Incidencia del **AI** en áreas de importancia ambiental

| Incidencia | Elemento del Proyecto con el que incide | Superficie de incidencia (ha) | % de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto |
|---|---|---|---|
| ANP | Ninguno | 0 | 0 |
| ADVC | Ninguno | 0 | 0 |
| Sitio RAMSAR | Ninguno | 0 | 0 |
| Humedales | Ninguno | 0 | 0 |
| Manglar | Ninguno | 0 | 0 |
| Áreas de Importancia para la Conservación de Aves | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Terrestres Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Hidrológicas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Marinas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre | Ninguno | 0 | 0 |
| Ecosistemas relevantes | No aplica | | |

**Tabla III.17.** Incidencia del **AP** en áreas de importancia ambiental

| Incidencia | Elemento del Proyecto con el que incide | Superficie de incidencia (ha) | % de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto |
|---|---|---|---|
| ANP | Ninguno | 0 | 0 |
| ADVC | Ninguno | 0 | 0 |
| Sitio RAMSAR | Ninguno | 0 | 0 |
| Humedales | Ninguno | 0 | 0 |
| Manglar | Ninguno | 0 | 0 |
| Áreas de Importancia para la Conservación de Aves | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Terrestres Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Hidrológicas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Regiones Marinas Prioritarias | Ninguno | 0 | 0 |
| Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre | Ninguno | 0 | 0 |
| Ecosistemas relevantes | No aplica | | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### III.11.3. Incidencia en escurrimientos y cuerpos de agua

Con el propósito de evaluar la interacción de la **RE**, el **AI** y el **AP** con la hidrografía superficial de la región, se realizó la consulta y compilación de la información disponible en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas **(SIATL)**, complementada con la interpretación de la cartografía e imagen satelital del sitio.

De acuerdo con la cartografía analizada, dentro de la **RE** se identifican exclusivamente corrientes de condición intermitente y segmentos de flujo virtual asociados con la continuidad de la red de drenaje. Los cauces intermitentes conducen agua temporalmente, principalmente durante y después de eventos de precipitación, por lo que su activación se vincula con las lluvias de invierno características del clima BSks de la zona de Tijuana. No se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP**.

La red de drenaje de la **RE** presenta una configuración ramificada, conformada principalmente por cauces de primer y segundo orden, con presencia adicional de corrientes de tercer y cuarto orden en sectores externos al **AI** y **AP**. Esta configuración es congruente con un entorno de lomeríos, mesetas complejas, bajadas y superficies con modificaciones antrópicas, donde los escurrimientos se originan en las partes altas y se concentran progresivamente en cauces de mayor jerarquía hacia las zonas de menor elevación.

Dentro de la **RE** se registra una longitud total de incidencia de 37.368 km de corrientes intermitentes. Los cauces de primer orden representan la mayor proporción de la red, con 19.350 km, seguidos por las corrientes de segundo orden, con 10.019 km. Las corrientes de tercer orden suman 6.386 km, mientras que las de cuarto orden representan 1.613 km. La predominancia de corrientes de primer orden indica la presencia de múltiples áreas de captación y rutas de escurrimiento de pequeña escala, especialmente relevantes durante lluvias intensas o concentradas.

En el **AI** se identifican corrientes intermitentes de primer y segundo orden, con una longitud total de incidencia de 1.234 km. Las corrientes de segundo orden registran 1.036 km, lo que equivale aproximadamente al 84% de la red presente en esta unidad; en tanto, las corrientes de primer orden suman 0.198 km. No se identificó incidencia de cauces de tercer o cuarto orden dentro del **AI**.

Por su parte, el **AP** presenta una incidencia reducida de la red hidrográfica, correspondiente a 0.060 km, equivalentes a aproximadamente 60 m, de una corriente intermitente de segundo orden. No se identifican corrientes intermitentes de primer, tercer o cuarto orden dentro del **AP**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

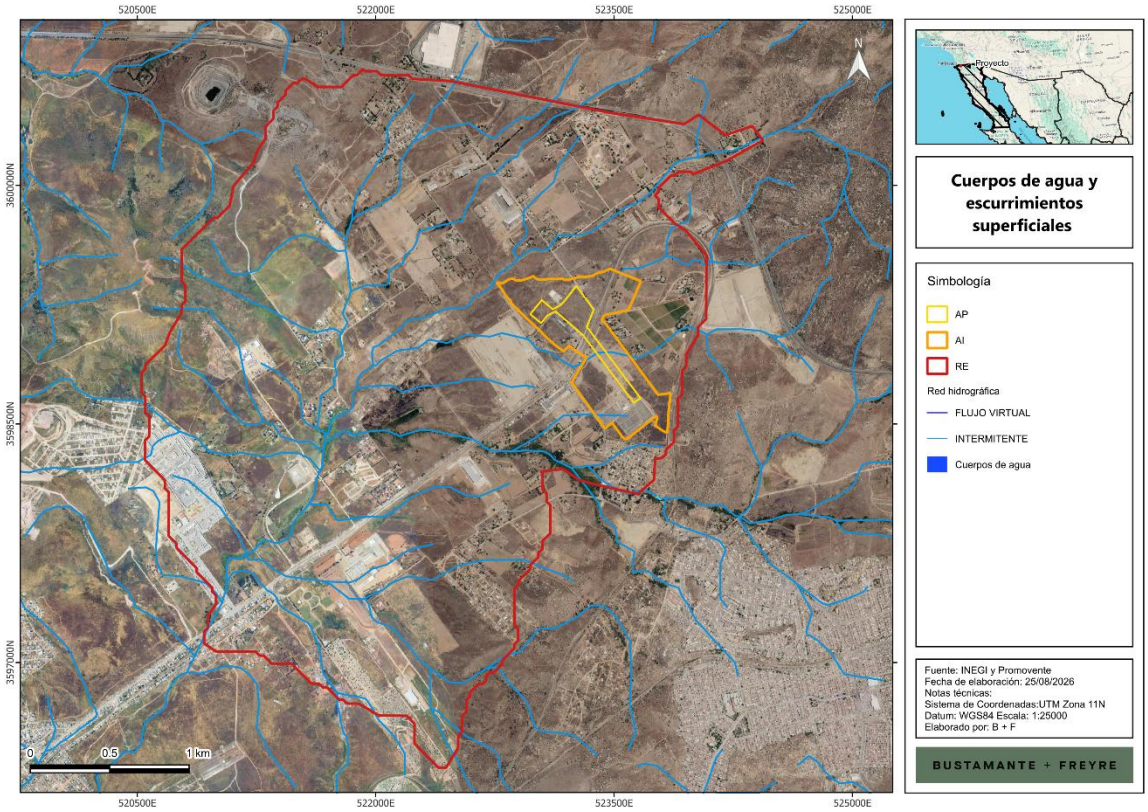



**Tabla III.18.** Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP

| Condición | Orden | Longitud de incidencia (km) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | RE | AI | AP |
| INTERMITENTE | 1 | 19.35 | 0.198 | 0.00000 |
| INTERMITENTE | 2 | 10.019 | 1.036 | 0.06 |
| INTERMITENTE | 3 | 6.386 | 0 | 0 |
| INTERMITENTE | 4 | 1.613 | 0 | 0 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| | | | |
|---|---|---|---|
| Total | 37.368 | 1.234 | 0.06 |

## 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**<br>**Anexo III.2** Listado potencial de especies<br>**Anexo III.3** Curvas de acumulación flora<br>**Anexo III.3** Memorias de cálculo de diversidad de flora<br><br>**Fauna**<br>**Anexo III.2** Listado potencial de especies<br>**Anexo III.4** Curvas de acumulación fauna<br>**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**<br>**Anexo III.3** Cartografía<br><br>**Fauna**<br>**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**<br>**Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.<br>**Anexo III.3** Cartografía<br><br>**Fauna**<br>**Anexo III.4** Memorias de Cálculo de Diversidad Fauna. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Descripción | Anexos |
|---|---|
| | |
| 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**<br>**Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.<br><br>**Fauna**<br>**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**<br>**Anexo III.3** Memorias de Cálculo de Diversidad Flora.<br><br>**Fauna**<br>**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 HERRADURA”**

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

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA:**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**

# ÍNDICE

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

IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección ..... 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 ..... 10

IV.3.5. Identificación de los impactos ambiéntales ..... 15

IV.3.6. Caracterización y valoración de los impactos ..... 16

IV.4. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ..... 17

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 ..... 51

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 . 55

IV.6.1. Impactos Significativos ..... 58

IV.6.2. Impactos ambientales Acumulativos ..... 59

IV.6.3. Impactos ambientales Sinérgicos ..... 60

IV.6.4. Impactos Residuales ..... 60

IV. 7. Estrategias donde se implementar las medidas de prevención y mitigación ..... 61

# 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 ..... 10
Tabla IV.3. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto ..... 15
**Tabla IV.4.** Resumen de impactos y medidas ambientales ..... 17
Tabla IV.5. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en la RE. ..... 54
**Tabla IV.6.** Significancia de los Impactos Ambientales ..... 58
Tabla IV.7. Medidas ambientales de prevención y mitigación seleccionadas para el Proyecto ..... 61

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales ..... 6
Figura IV.2. Obras y actividades que se desarrollan en la Región Ecológica ACTUALMENTE ..... 9

**Figura IV.3.** Ambientes encontrados en la **RE, AI** y **AP**.....9
Figura IV.3. Region Ecológica con la implementación del Proyecto..... 53
Figura IV.4. Área de Influencia delimitado para el Proyecto..... 56
Figura IV.5. Área de Influencia delimitada para el Proyecto..... 57

## 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).

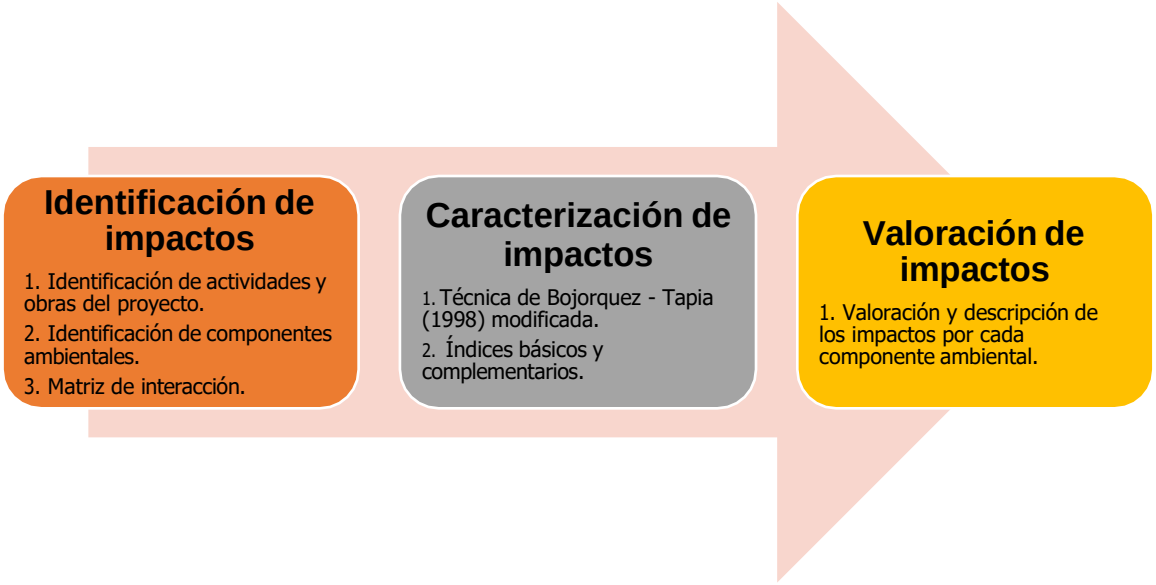
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de 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**) presenta muchas actividades, se ubica en una de las áreas más distantes dentro de la **zona limítrofe de la ciudad de Tijuana**, en este sentido las obras y actividades que se establecen actualmente refieren varios **almacenes de actividades industriales**, un predio de **almacenamiento de gas natural** de **PEMEX**, una **empresa de reciclaje** denominada "**SAMEX**", la **subestación eléctrica** denominada "La Herradura" de **CFE**, una **ladrillera**, una **banco de materiales**, un **panteón**, una zona de **desarrollo habitacional** y varios **asentamientos urbanos no controlados** con pocos servicios municipales, y en pequeñas áreas **actividades agropecuarias** (particularmente pastoreo de borregos), también como medios de comunicación se observa la presencia de la **autopista** Mexicali-Tijuana, , **Boulevard** Ferrocarril, camino a una **vía férrea**, **calles no pavimentadas**, **caminos de terracería**, que interconectan esta área con la ciudad de Tijuana.

En términos generales, la **RE**, se encuentra muy fragmentada, con el desarrollo de muchas actividades de diversos sectores, esto derivado de la cercanía con la ciudad de Tijuana y de manera relevante con la cercanía a la frontera México -Estados Unidos, de manera principal se observan como actividades relevantes, las industriales principalmente zona de almacenes, también se observa una zona de almacenamiento de gas natural, la de desarrollo habitacional, y en menor proporciona zonas agrícolas.

Por otra parte, con respecto al **Área de Influencia** (**AI**) la única actividad presente es la **Subestación eléctrica "La Herradura**" de la **CFE**, en la restante superficie se observa actividades industriales y desprovisto de vegetación**.**

En el caso del **Área del Proyecto** (**AP**) este se ubica en un área desprovista de vegetación, sin ninguna actividad desarrollándose.

De acuerdo con lo anterior, la **Región Ecológica** se presenta como una región con mucha fragmentación, ya que se ubica en la zona limítrofe de la ciudad de Tijuana y ubicándose en el límite fronterizo de México-Estados Unidos, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

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

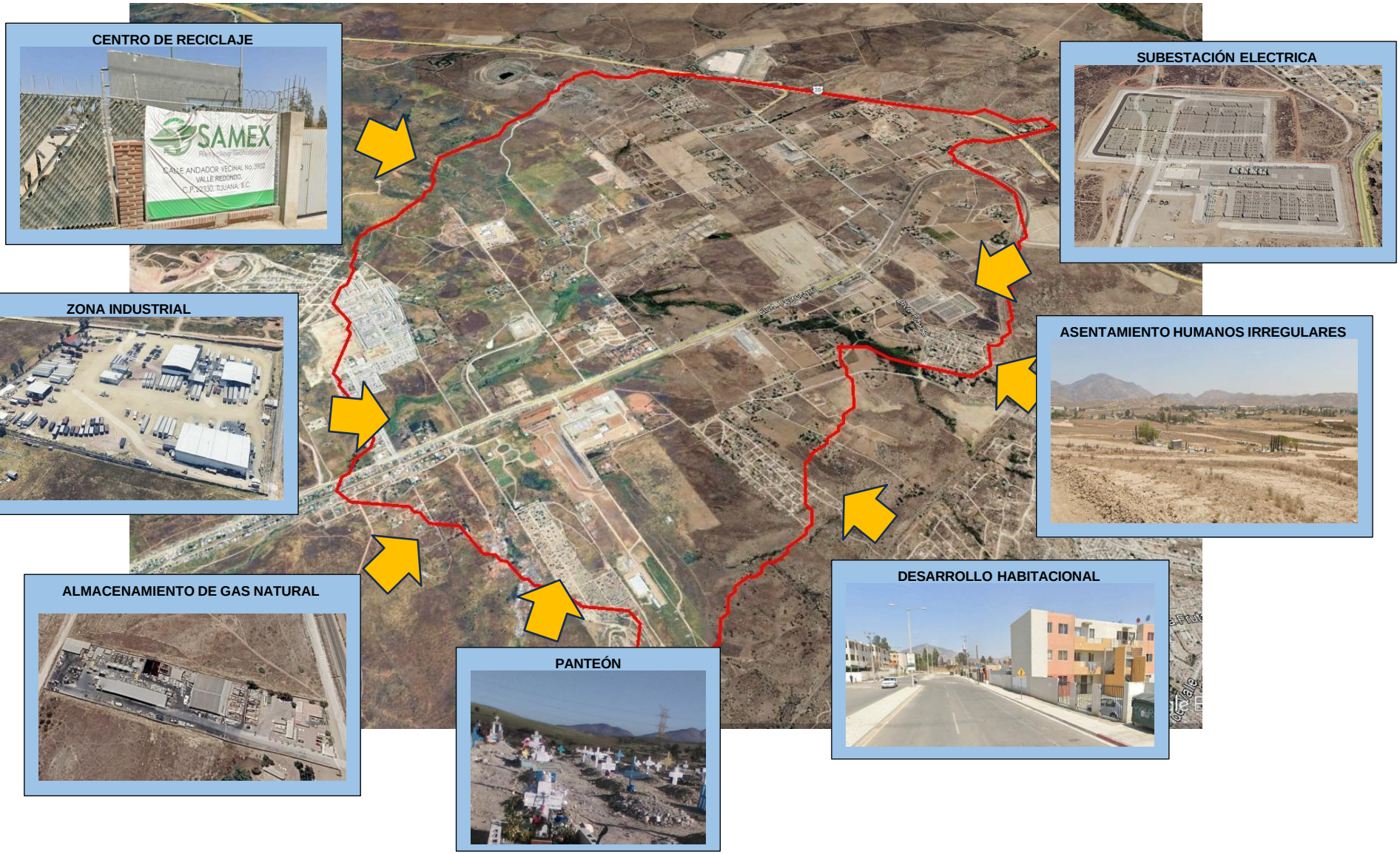
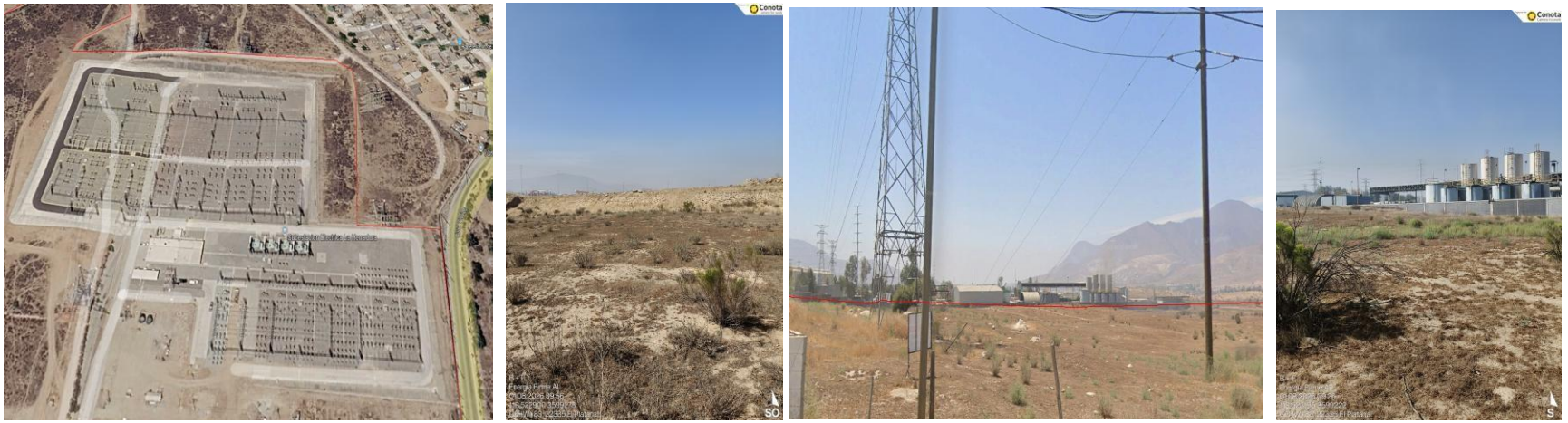


**Figura IV.3.** Ambientes encontrados en la **RE, AI** y **AP.**

**REGIÓN ECOLÓGICA**




**ÁREA DE INFLUENCIA**



## ÁREA DEL PROYECTO





















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

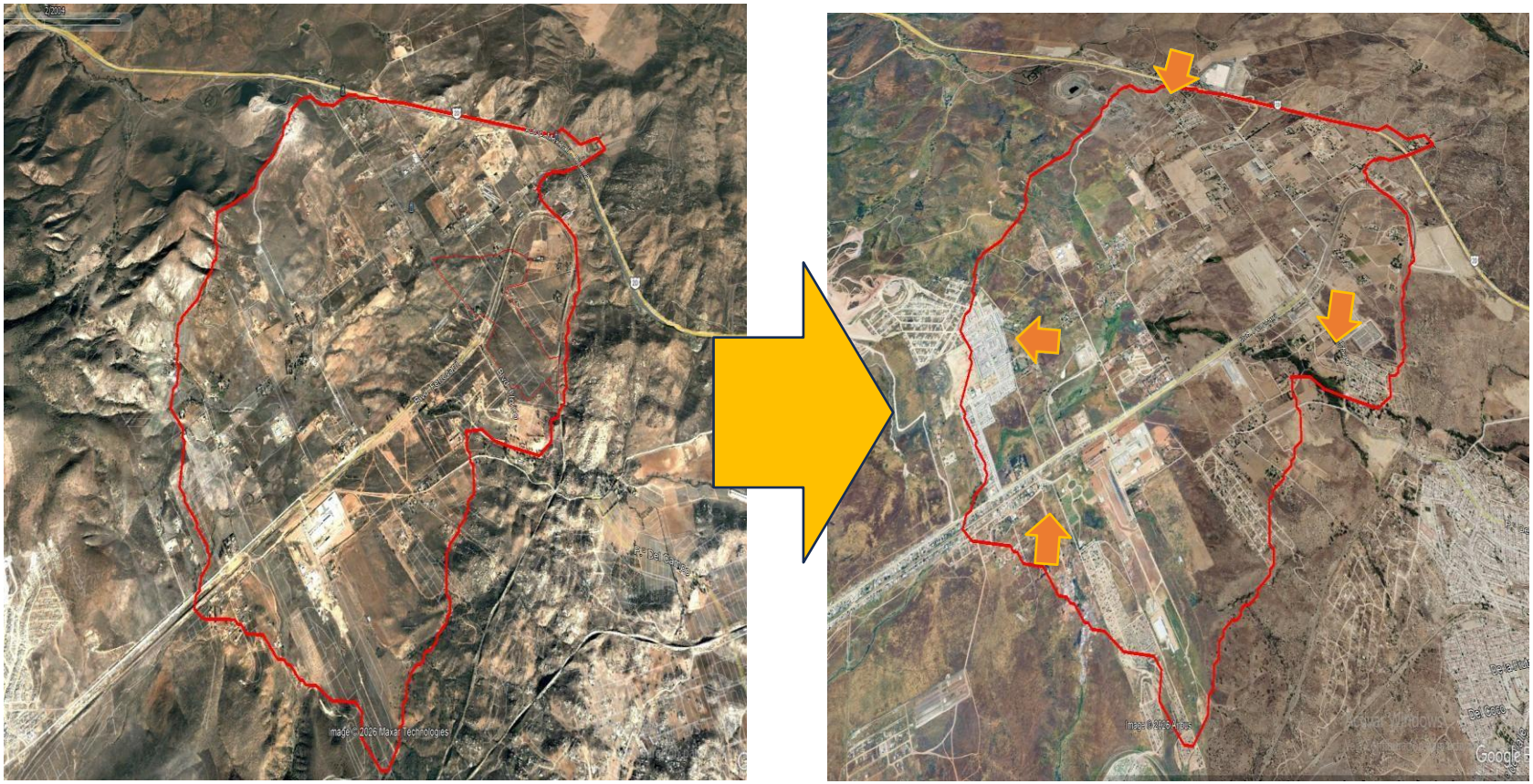
| Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto | Componente ambiental impactado | Impacto Ambiental | Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tipo | Duración | Extensión | Intensidad | Efectos |
| **DESARROLLOS HABITACIONALES /ASENTAMINOS HUMANOS IRREGULARES**<br> | Suelo | Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.<br>Incremento de la erosión y pérdida de suelo | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| | Flora y Fauna | Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora y Fauna silvestre<br>Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Regional | Indirecto |
| | Hidrología superficial | Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. | Residual/ Acumulativo | Permanente | Local | Moderada | Directo |
| | Hidrología subterránea | Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea<br>Disminución en la infiltración | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| | Aire | Afectación de la calidad del aire<br>Modificación del nivel sonoro | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| **MEDIOS DE COMUNICACIÓN** | Suelo | Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.<br>Incremento de la erosión y pérdida de suelo | Residual/ Acumulativo | Permanente | Regional | Moderada | Indirecto |

| Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto | Componente ambiental impactado | Impacto Ambiental | Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Tipo** | **Duración** | **Extensión** | **Intensidad** | **Efectos** |
|   | Flora y fauna | Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora y fauna silvestre<br>Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales | Residual/ Acumulativo | Permanente | Regional | Moderada | Directo |
| | Hidrología subterránea | Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea<br>Disminución en la infiltración | Residual/ Acumulativo | Permanente | Regional | Mínimo | Indirecto |
| | Aire | Afectación de la calidad del aire<br>Modificación del nivel sonoro | Residual/ Acumulativo | Permanente | Regional | Moderada | Directo |
| ACTIVIDADES INDUSTRIALES | Suelo | Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.<br>Incremento de la erosión y pérdida de suelo | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| | Flora y Fauna | Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora y Fauna silvestre<br>Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Regional | 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** |
|  | Hidrología superficial | Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. | Residual/ Acumulativo | Permanente | Local | Moderada | Directo |
| | Hidrología subterránea | Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea<br>Disminución en la infiltración | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| | Aire | Afectación de la calidad del aire<br>Modificación del nivel sonoro | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| | Paisaje | Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |
| **SERVICIOS DIVERSOS PARA LA CIUDAD DE TIJUANA**<br> | Suelo | Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.<br>Incremento de la erosión y pérdida de suelo | Residual/ Acumulativo | Permanente | Local | Mínima | Directo |
| | Hidrología superficial | Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. | Residual/ Acumulativo | Permanente | Local | Mínima | Directo |
| | Flora y fauna | Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre<br>Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales | Residual/ Acumulativo | Permanente | Local | Mínima | Directo |
| | Paisaje | Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI | Residual/ Acumulativo | Permanente | Puntual | Moderada | Directo |

La tendencia de la **Region Ecológica** ha sido el aumento de actividades, principalmente de actividades de desarrollos habitacionales y crecimiento de asentamientos humanos irregulares, a la vez de actividades de crecimiento industrial desde hace más de 20 años, es decir se puede observar que la mancha urbana de la ciudad de Tijuana 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, como lo es el panteón, la subestación eléctrica o el almacenamiento de gas natural.

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

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

**ANEXOS:**

**Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales**

[3] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos.

### IV.3.4. Descripción de 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 eq**uipo, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos.<br>• **Las características físicas del suelo se verán modificadas** 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.<br>• 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 habilitación 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 movimiento de tierras. |
| | | 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 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 recuperación 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.<br>• 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.<br>• 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 mantenimiento | • El **nivel de ruido es mínimo para la etapa de operación y únicamente se podría modificar en el área del Proyecto por mantenimiento mayor a la infraestructura del Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo, para dicho propósito. |
| | | Desmantelamiento y abandono | • El **nivel de ruido se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo que sea empleado para el desmantelamiento** de la infraestructura del **Proyecto**. |
| **Hidrología superficial** | **- Calidad (características físicas y químicas)** | Preparación del sitio<br>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 los escurrimientos intermitentes 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 el caso de escurrimientos intermitentes, en caso de haber un mal manejo de residuos y mal manejo o derrame de aguas residuales,** por las actividades de mantenimiento. No obstante lo anterior, se tiene establecido una zona de restricción para protección del recurso hídrico, con lo cual se evitará dichas afectaciones. |
| | **Modificación de escurrimientos superficiales y cuerpos de agua temporales** | Preparación del sitio<br>Construcción<br>Operación y mantenimiento | • **En el caso de la posible modificación de escurrimientos superficiales se considera que este impacto podría tener como alcance el escurrimiento presente en el AP,** principalmente en la línea de interconexión. Sin embargo, el **Proyecto** considera respetar **el** escurrimiento superficial presentes en el área de desarrollo del **Proyecto**, particularmente en la línea de interconexión. |
| | | Desmantelamiento y abandono | • Y en el **caso de la etapa de cierre, por las actividades de desmantelamiento, existiendo maquinaria que pude generar interrupciones al flujo hidrológico**. |
| **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA** | **Calidad de agua subterránea** | Preparación del sitio y construcción | • En el caso **de la calidad del agua, la afectación puede darse por la posible infiltración de 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 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. |
| | | Desmantelamiento y | • Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en todo el sitio del |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | abandono | **Proyecto**. |
| **FAUNA** | **Riqueza y abundancia de poblaciones de especies de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010** | Preparación del sitio y construcción | • Se considera la **afectación a la fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el AI, que pudiera estar presente en el área del Proyecto por daño accidental durante las acciones de 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.<br>• 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 asociada a zonas urbanas dentro del AP y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el AI. que podría verse afectada por el tránsito de vehículos, maquinaria y equipos de mantenimiento**, o bien, por el personal presente en las instalaciones.<br>• 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 asociada a zonas urbanas 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.<br>• 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. |
| **PAISAJE** | **Calidad paisajística** | Preparación del sitio y construcción | • **Alteración de la configuración escénica del área del Proyecto por el retiro de la vegetación forestal**, así como por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto**, por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos. |
| | | Desmantelamiento y abandono | • Con el retiro de la infraestructura del **Proyecto** y la restitución de la flora en el sitio se mejorará la calidad paisajística en el área del **Proyecto**. |
| **SOCIAL** | **Fuentes de empleo** | Preparación del sitio y construcción | • Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local por el consumo de bienes y servicios, lo que deriva en ingresos tanto para los trabajadores, como para la región. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Operación y mantenimiento | • Generación de empleos permanentes, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local. |
| | | Cierre y abandono | • Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local. |

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

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.**

| Denominación | Descripción |
|---|---|
| **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. |
| **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. |
| **AIR1**. Afectación de la calidad del aire. | **Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI) asociados al uso de vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la emisión de material particulado (polvos) derivado de las actividades de movimiento de tierras, preparación del sitio y tránsito sobre caminos sin pavimentar. |
| **AIR2.** Modificación del nivel sonoro | **Incremento de los niveles de ruido d**ebido al empleo de maquinaria y equipos utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento del Proyecto. |
| **HSP1**. 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. |
| **HSUP2**. Modificación de escurrimiento intermitentes | **Modificación de escurrimientos superficiales temporales,** modificación temporal de la dinámica del escurrimiento superficial intermitente identificado dentro del Área del Proyecto, derivada de la ejecución del cruce subterráneo de la línea de interconexión. |
| **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. |
| **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. |

| Denominación | Descripción |
|---|---|
| **FAU1.** Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 | **Afectación a la abundancia y riqueza de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010** en el 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. |
| **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. |
| **SOC1.** Generación de fuentes de empleo | **Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales y/o permanentes. |

*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 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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS,**<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>*Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **M9** | **NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO**<br>**OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Relación de acciones propuestas contra las realizadas |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *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**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS. | Reportes en el **PVA**<br>Anexo Fotográfico |
| | | **Hidrología superficial** | HSUP1.<br>**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | 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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | Hidrología subterránea | HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**<br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Mediana**<br>EXTENCIÓN: **Regional**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Fauna** | **FAU1.** Afectación de la abundancia y riqueza de poblaciones de especies de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.<br><br>*Considerando el registro de especies, esto por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental 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 asociada a zonas urbanas* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Larga**<br>EXTENCIÓN: **Regional**<br>INTENSIDAD: **Moderada** | Directo | **P3** | **NOMBRE: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | | | | | **M7** | **NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010**<br>**OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación, para posteriormente monitorear su establecimiento en el nuevo ecosistema.<br>**PERIODO**: Con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C. | Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados<br>Bitácora de rescate y reubicación de fauna<br>Anexo fotográfico |
| | | | | | | **M8** | **NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes de actividades en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico** de las señalizaciones |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Trazo, nivelación, excavaciones, compactaciones, cortes y rellenos** | Aire | AIR1. **Afectación de la calidad del aire.**<br>*Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>*Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio.* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | | **SUE2.**<br>Incremento de la erosión y pérdida de suelo.<br><br>*Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **M9** | **NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO**<br>**OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Relación de acciones propuestas y contra las realizadas |
| | | | | | | **M2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA**<br>**Anexo Fotográfico** |
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Hidrología superficial** | HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta |
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. | Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | |
| | | | **HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P4** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**OBJETIVO**: Se mantendrá protegida la zona donde se localiza dentro del área del proyecto el escurrimiento intermitente<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C,<br>**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**<br>**OBJETIVO**: Obras de protección, como encauzamientos y obras de drenaje pluvial<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C,<br>**PLAZO**: Durante todas las etapas del proyecto | Relación de acciones propuestas contra las realizadas Reportar en el PVA Anexo fotográfico |
| | | Hidrología subterránea | HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**<br><br>*Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>**OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS.<br>**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**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C. | Evidencias documentales: Bitácoras de renta **Anexo fotográfico** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | |
| | | | HSUB2. **Disminución de la infiltración.**<br>*Por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las actividades de trazo, nivelación, excavaciones, compactaciones* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M4** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**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.**<br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Indirecto | **M6** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA Anexo Fotográfico** |
| | **Obras y actividades provisionales y complementarias** | Aire | AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados. | Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE: MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | 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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta** | Directo | **M2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión | Reportes en el **PVA** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | | | por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.<br>**PERIODO**: Etapas de PS.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS. | **Anexo Fotográfico** |
| | | **Hidrología superficial** | HSUP1.<br>**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**<br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | Hidrología subterránea | HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M4** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA**<br>**Anexo Fotográfico** |
| | | Paisaje | PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Indirecto | **M6** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA**<br>Anexo Fotográfico |
| | **Generación de residuos** | **Suelo** | SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **(calidad) del suelo** | | | | residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |
| | | **Hidrología superficial** | HSUP1.<br>**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**<br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 subterránea** | HSUB1.<br>**Afectación de las características fisicoquímicas** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **(calidad) del agua subterránea** | | | | residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |
| | | Paisaje | PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |
| **Construcción** | **Construcción de obras de drenaje, instalación del vallado perimetral, videovigilancia e** | Aire | AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo | Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **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** | | *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de Construcción, así como por la generación de polvos.* | INTENSIDAD: **Mínima** | | | para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por residuos, además de disminuir ruidos no deseados.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Verificación vehicular |
| | | | AIR2. **Modificación del nivel sonoro**<br>*Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado durante la etapa de construcción* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | Suelo | SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**<br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.**<br><br>*Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **M9** | **NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO**<br>**OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP.**<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA**<br>**Anexo Fotográfico** |
| | | **Hidrología superficial** | HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.**<br><br>*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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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, |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | Hidrología subterránea | HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>**OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. | Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta |
| | | | HSUB2. **Disminución de la infiltración.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M4** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes en el **PVA**<br>**Anexo Fotográfico** |
| | | Fauna | **FAU1.**Riqueza y abundancia de especies de fauna asociadas a zonas urbanas:<br>*Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M7** | **NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010**<br>**OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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<br>Bitácora de rescate y reubicación de fauna<br>Anexo fotográfico |
| | **Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio, supervisión local y remota** | Aire | AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** así como posibles contaminantes por | Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo.<br>Verificación vehicular |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | residuos, además de disminuir ruidos no deseados.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | |
| | | | AIR2.<br>**Modificación del nivel sonoro.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.<br>Verificación vehicular |
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | |
| **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.**<br>*Por el empleo de los vehículos y equipos durante el mantenimiento* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>*Debido al empleo de maquinaria y equipo para las actividades de mantenimiento* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br><br>*Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad) durante las actividades de mantenimiento* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>**OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | Fauna | **FAU1.**Riqueza y abundancia de especies de fauna asociadas a zonas urbanas:<br>:<br>*Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento* | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M7** | **NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010**<br>**OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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<br>Bitácora de rescate y reubicación de fauna<br>Anexo fotográfico |
| | | | | | | **M8** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes de actividades en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico** de las señalizaciones |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>**OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |
| | | | | | | **M8** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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<br>**PERIODO**: Etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cierre de operaciones y Abandono** | **Desmantelamiento y cierre de las instalaciones** | Aire | AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.<br>Verificación vehicular |
| | | | AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Directo | **P2** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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.<br>**PERIODO**: Etapa de construcción.<br>**PLAZO**: Etapa de construcción. | Reportes de actividades y horarios en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico**<br>Bitácoras de verificación |
| | | | | | | **P1** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**<br>**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**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.<br>Verificación vehicular |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suelo | SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Corta**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Mínima** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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.**<br>**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.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C. | Número de capacitaciones.<br>Personal capacitado (%).<br>Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados |
| | | Fauna | FAU1. **Afectación a las zonas de desplazamiento de fauna asociado a zonas urbanas** | CARÁCTER: **Negativo**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Directo | **M7** | **NOMBRE PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**<br>**OBJETIVO:** Proteger a la posible fauna que transite en el **AP**.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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<br>Bitácora de rescate y reubicación de fauna<br>Anexo fotográfico |
| | | | | | | **M8** | **NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA**<br>**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<br>**PERIODO**: Todas las etapas.<br>**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C. | Reportes de actividades en el **PVA**<br>**Anexo fotográfico** de las señalizaciones |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **P3** | **NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>OBJETIVO: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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**<br>TIPO: **Acumulativo**<br>DURACIÓN: **Permanente**<br>EXTENCIÓN: **Puntual**<br>INTENSIDAD: **Moderado** | Indirecto | **M1** | **NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**,<br>OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición.<br>**PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.<br>**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 |

**(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 muchas actividades, se ubica en una de las áreas más distantes dentro de la **zona limítrofe de la ciudad de Tijuana**, en este sentido las obras y actividades que se establecen actualmente refieren varios **almacenes de actividades industriales**, un predio de **almacenamiento de gas natural** de **PEMEX**, una **empresa de reciclaje** denominada "**SAMEX**", la **subestación eléctrica** denominada "La Herradura" de **CFE**, una **ladrillera**, una **banco de materiales**, un **panteón**, una zona de **desarrollo habitacional** y varios **asentamientos urbanos no controlados** con pocos servicios municipales, y en pequeñas áreas **actividades agropecuarias** (particularmente pastoreo de borregos), también como medios de comunicación se observa la presencia de la **autopista** Mexicali-Tijuana, , **Boulevard** Ferrocarril, camino a una **vía férrea**, **calles no pavimentadas**, **caminos de terracería**, que interconectan esta área con la ciudad de Tijuana.

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 industriales de desarrollo habitacional y asentamiento humanos irregulares con varias actividades desarrollándose que brindan servicios a la ciudad de Tijuana, las vías de comunicación que conectan toda el área con la Ciudad.

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**, particularmente se observaron muchas actividades, se ubica en una de las áreas más distantes dentro de la **zona limítrofe de la ciudad de Tijuana**, en este sentido las obras y actividades que se establecen actualmente refieren varios **almacenes de actividades industriales**, un predio de **almacenamiento de gas natural** de **PEMEX**, una **empresa de reciclaje** denominada "**SAMEX**", la **subestación eléctrica** denominada "La

Herradura” de **CFE**, una **ladrillera**, una **banco de materiales**, un **panteón**, una zona de **desarrollo habitacional** y varios **asentamientos urbanos no controlados** con pocos servicios municipales, y en pequeñas áreas **actividades agropecuarias** (particularmente pastoreo de borregos), también como medios de comunicación se observa la presencia de la **autopista** Mexicali-Tijuana, **Boulevard** Ferrocarril, camino a una **vía férrea**, **calles no pavimentadas**, **caminos de terracería**, que interconectan esta área con la ciudad de Tijuana. 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.**

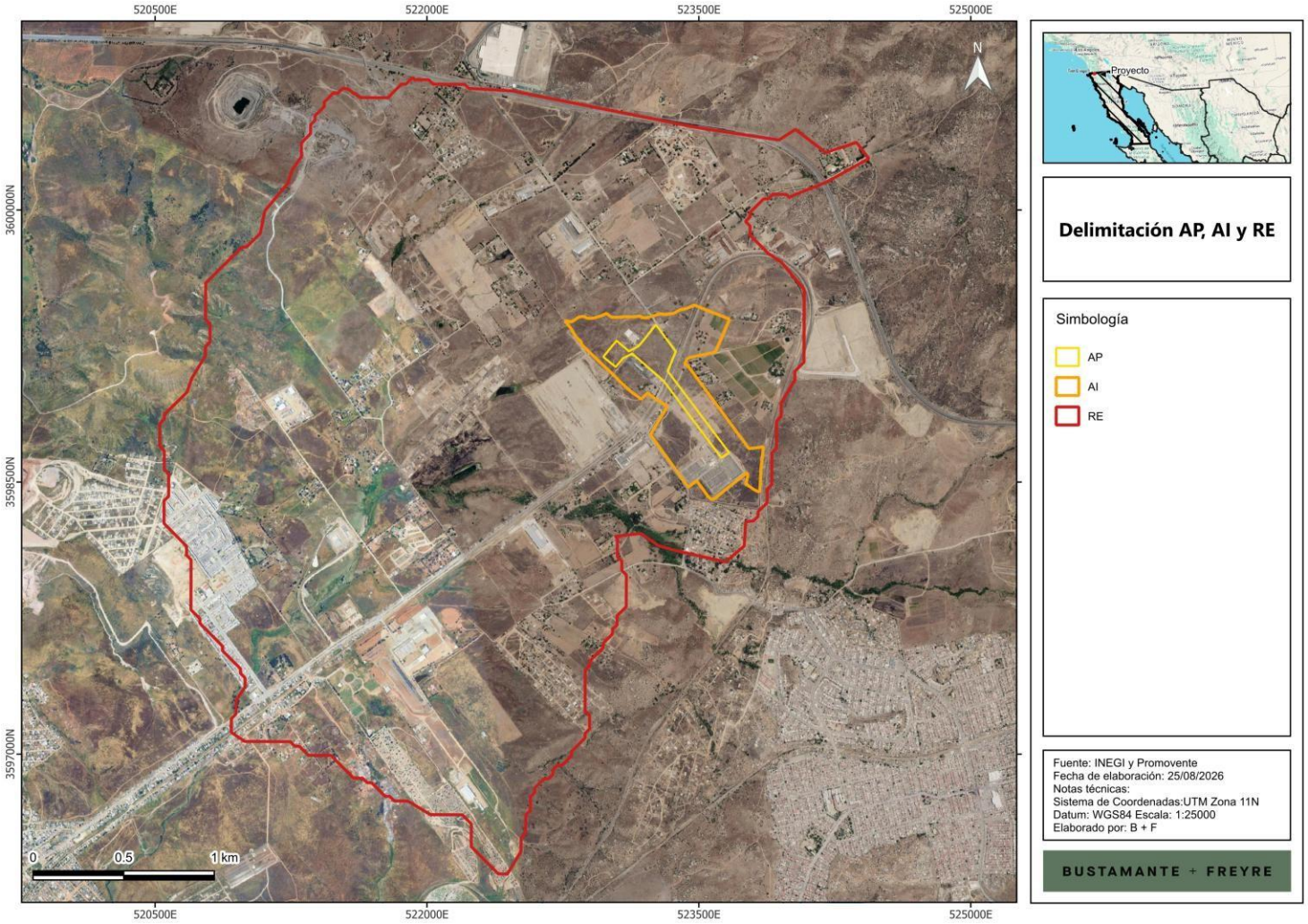


**Tabla IV.5.** Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en la **RE.**

| Factor ambiental | Indicador | Clave y denominación de los impactos ambientales identificados para el Proyecto | Zonas industriales | Calles, caminos, Boulevard, carretera | Desarrollos habitacionales /Asentamientos humanos irregulares | 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 | **HSP1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial** | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| | Escurrimientos intermitentes | **HSUP2. Modificación de escurrimiento intermitentes** | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Hidrología subterránea | Calidad del agua subterránea | **HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| | Infiltración | **HSUB2. Disminución de la infiltración.** | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Fauna | Abundancia y riqueza de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 | **FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010** | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| 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**

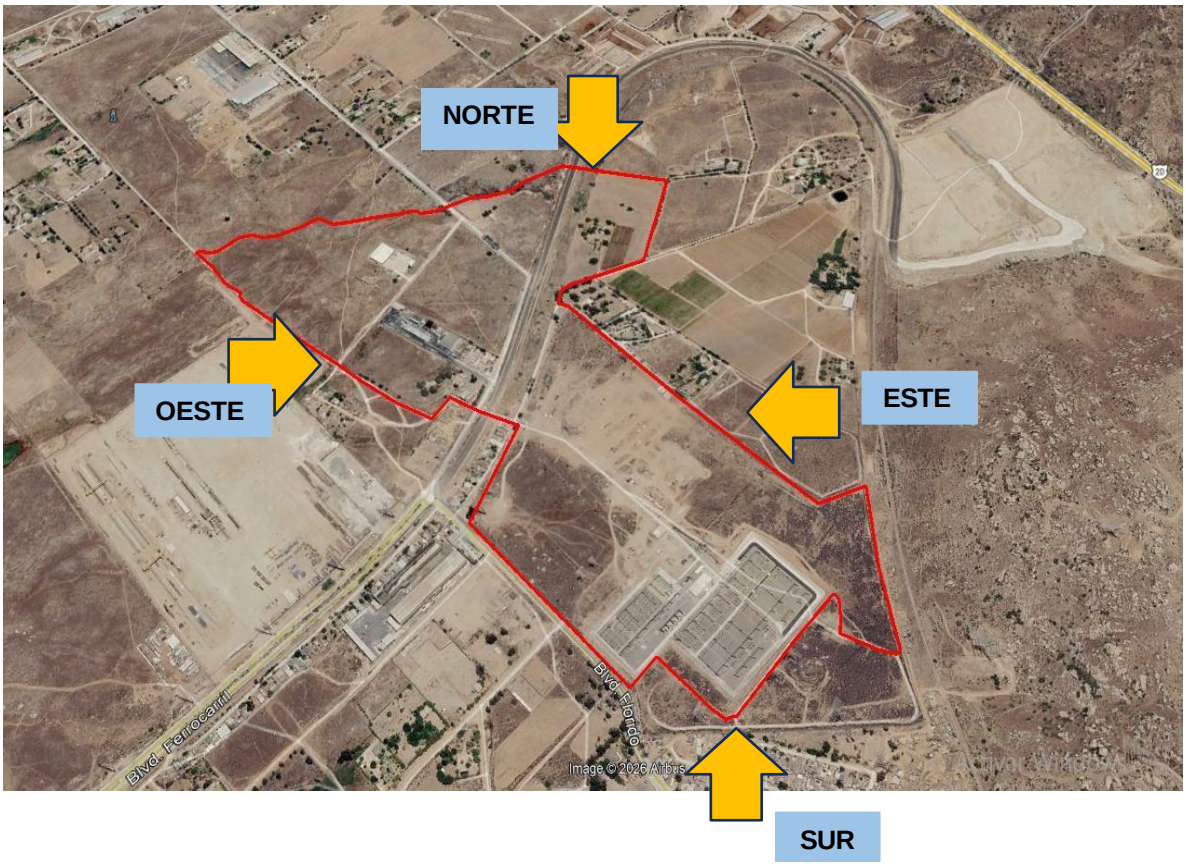
La delimitación del **Área de Influencia AI** se realizó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos, que puedan tener alguna interacción con las obras y actividades del **Proyecto,** sean analizados. Tomando en cuenta lo anterior, el **AI** se determinó tomando como base las características 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 escurrimiento intermitente
- Al este: Caminos de terracería
- Al sur: Límite con el predio donde se ubica la Subestación eléctrica “La Herradura” de la CFE
- Oeste: Camino de terracería.

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

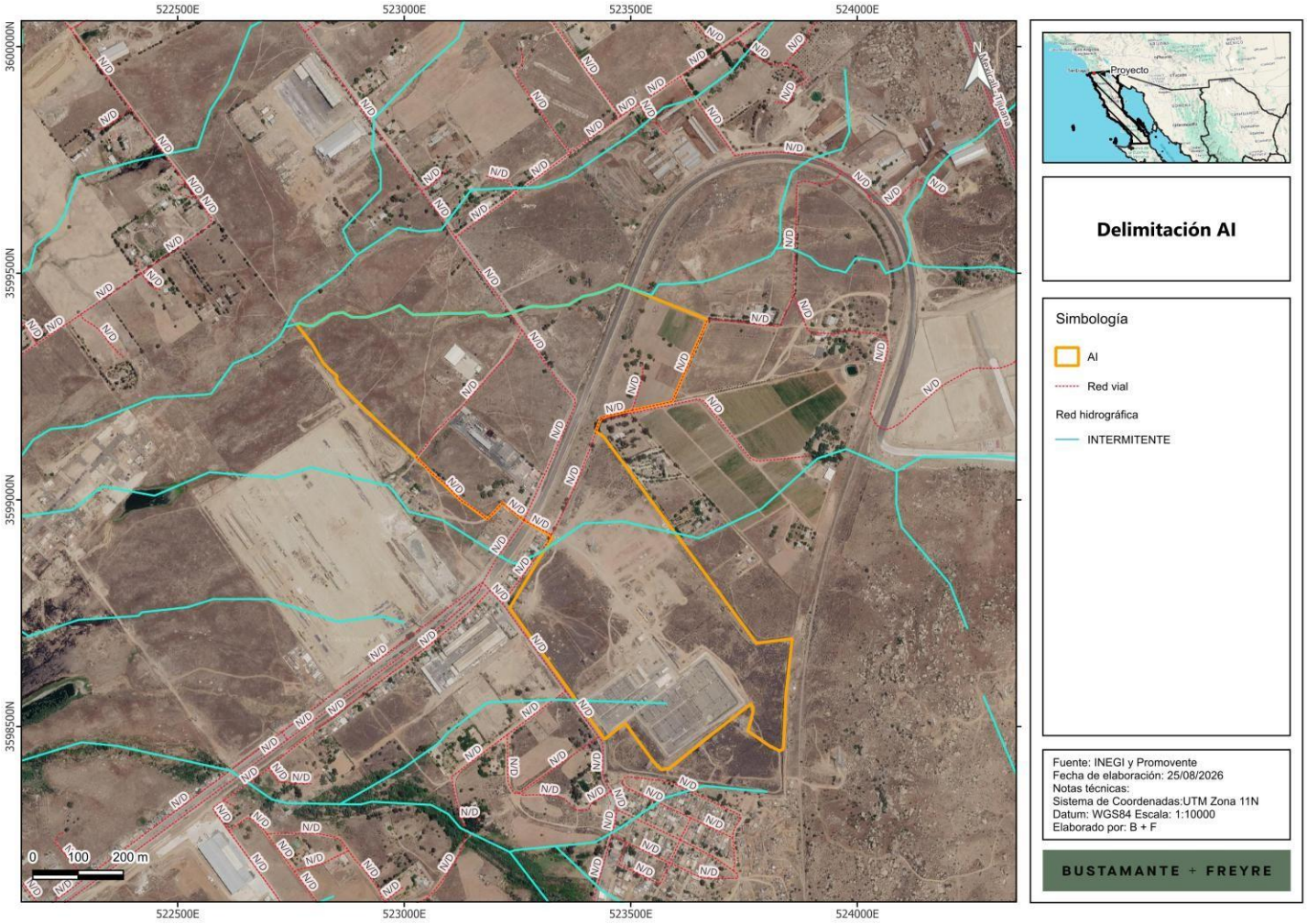



**ANEXOS:**

**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** presentan un valor de "**MODERADASMENTE SIGNIFICATIVO**", **SUE1**, y **SUE2**, **HSUP2, HSUB1**, **HSUB2**, y **PAI1**presentan un valor de "**SIGNIFICATIVO**" y finalmente el impacto **FAU1** presenta un valor 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, FAU1,** 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.

| Clave y denominación del impacto | Impacto | Significancia de impactos sin medidas | Significancia de impacto con medidas |
|---|---|---|---|
| **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. | **S** | **PS** |
| **AIR1. Afectación de la calidad del aire.** | **Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI) asociados al uso de vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la emisión de material particulado (polvos) derivado de las actividades de movimiento de tierras, preparación del sitio y tránsito sobre caminos sin pavimentar. | **MS** | **NS** |
| **AIR2. Modificación del nivel sonoro** | **Incremento de los niveles de ruido d**ebido al empleo de maquinaria y equipos utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y desmantelamiento del Proyecto. | **MS** | **NS** |
| **HSP1. 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. | **S** | **NS** |

| Clave y denominación del impacto | Impacto | Significancia de impactos sin medidas | Significancia de impacto con medidas |
|---|---|---|---|
| **HSUP2. Modificación de escurrimiento intermitentes** | **Modificación de escurrimientos superficiales temporales,** modificación temporal de la dinámica del escurrimiento superficial intermitente identificado dentro del Área del Proyecto, derivada de la ejecución del cruce subterráneo de la línea de interconexión. | **S** | **NS** |
| **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. | **MS** | **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. | **S** | **PS** |
| **FAU1. Afectación de la abundancia y riqueza de especies de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010** | **Afectación a la abundancia y riqueza de fauna asociada a zonas urbanas y en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010** en el 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**. | **MMS** | **PS** |
| **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. | **S** | **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** particularmente se observaron muchas actividades, varios **almacenes de actividades industriales**, un predio de **almacenamiento de gas natural** de **PEMEX**, una **empresa de reciclaje** denominada "**SAMEX**", la **subestación eléctrica** denominada "La Herradura" de **CFE**, una **ladrillera**, una **banco de materiales**, un **panteón**, una zona de **desarrollo habitacional** y varios **asentamientos urbanos no controlados** con pocos servicios municipales, y en pequeñas áreas **actividades agropecuarias** (particularmente pastoreo de borregos), también como medios de comunicación se observa la presencia de la **autopista** Mexicali-Tijuana, **Boulevard** Ferrocarril, camino a una **vía férrea, calles no pavimentadas, caminos de terracería,** que interconectan esta área con la ciudad de Tijuana, 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 que los siguientes **SUE1, SUE2**, **HSUP1**, **HSUP2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUB2**, **HSUB1**, **FAU1** y **PAI1**, son sinérgicos con una categoría de ligeros. 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**, **FAU1** 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. |
| 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 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 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 aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010** |
| 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. |

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 HERRADURA "**

**ANEXO**

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

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA:**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, 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 ..... 8

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

## I.1 Presentación de la información

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) como el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (**REIA**), así como lo dispuesto en el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan**,** y se incorporaron los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

En cada capítulo han sido descritos los elementos metodológicos utilizados, asimismo, en el documento se presentan mapas, figuras, imágenes y anexos que contribuyen como sustento a la información señalada.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información veraz de fuentes formales y trabajo de campo metódico. Es de señalar que la documentación señalada a continuación, se presenta adjunta al presente Capítulo.

### I.1.1 Anexos presentados

Adjunto al presente **MIA-R** se incluye información de diversa índole, que consiste en:

**Capítulo I**

**Anexo I.1** Documentos legales

- Cédula profesional RT
- Energía Firme Beta – Acta Constitutiva Esc. 2,858
- Energía Firme Beta – ACUSE Inscripción RFC
- Energía Firme Beta – Constancia de situación fiscal
- INE Mauricio Buenrostro – INE 2023-2033

**Anexo I.2** SHP, KML, CSV

- Cartografía
    - Área libre
    - Caminos
    - Colindancias
    - Componentes
    - Componentes LI
    - Contenedores
    - Cuencas

  - DDV
  - Edificio de operaciones
  - Estaciones de transformación
  - LI
  - Microcuencas
  - Obras provisionales
  - Red de media tensión
  - Representación gráfica regional
  - RH
  - Subcuencas
  - Subestación elevadora
  - Ubicación
  - Uso de suelo
  - Vías de acceso
- Coordenadas
  - Área libre
  - Caminos pol 1
  - Caminos pol 2
  - Caminos pol 3
  - Contenedores v1
  - Coordenadas del área del Proyecto
  - Coordenadas del DDV
  - Edificio de operaciones
  - Estaciones de transformación
  - Obras provisionales
  - Red de media tensión
  - Subestación elevadora
- KMZ
  - AP
  - Componentes
  - Línea de interconexión
- SHP
  - Área del Proyecto
  - Componentes USV
  - Línea de interconexión

**Anexo I.3** Memoria técnica

**Anexo I.4** Programa de cierre

**Anexo I.5** Memoria de cálculo

**Capítulo II**

Anexo Capítulo II

**Capítulo III**

**Anexo III.1** RE AI

- CSV
  - AI
  - 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
  - Mapas sitios de muestreo
  - Mapas sitios de verificación
- Reporte fotográfico
- Memorias de cálculo

**Anexo III.4** Fauna

- Cartografía
  - Aves
  - Observación de aves
  - Transectos de fauna
- Reporte fotográfico
- 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 – Escurrimientos y cuerpos de agua
- Plano 31 – Humedales
- Plano 32 – Hidrología subterránea
- Plano 33 – Calidad del agua subterránea
- Plano 34 – USV RE
- Plano 35 – USV AI
- Plano 36 – USV AP
- Plano 37 – Corredor biológico
- Plano 38 – Corredor bioclimático

- 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

**Anexo IV.5** Estrategias para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales

**Anexo IV.6** Pronósticos ambientales

## I.2 Referencias Bibliográficas


- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2024). Estadísticas de capacidad renovable 2024. Recuperado de https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024
- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En S. Gallina & C. López (Eds.), Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna (pp. 48-65). Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Nacional de Ecología, A.C.
- Aizpuru, G. E. 1982. Manejo de Pastizales. Apuntes del curso de maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila., México.
- Base de datos INEGI “México en Cifras”.
- Becerra, M., A. 1999. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. UACh. Pp 149-184.
- Becerra, M.A., 1997. Erosión de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.
- Buckland, S. T.; Anderson, D. R.; Burnham, K. P. & Laake, J. L. (1993). Distance sampling. London, UK: Chapman & Hall.
- Carta Climática INEGI, escala 1:50000.
- Chao, A. 1984. Proporciona la base teórica para los estimadores Chao1 (basado en abundancia) y Chao2 (incidencia), destacando la importancia de capturar especies raras en el muestreo . REDALYC.
- Chao, A. and C. H. Chiu. 2016. Species richness: estimation and comparison. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. 1–26. doi: 10.1002/0471667196.ess5051.
- COLPOS-SARH. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Pp 72-109. México.
- Colwell, R. K., y Coddington, J. A. (1994): Este estudio clásico detalla el uso de estimadores no paramétricos como Chao1 y Chao2 en la estimación de la riqueza de especies. Se destaca su aplicación en estudios de biodiversidad para calcular la cobertura de muestreo.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- CONAFOR-UACh. 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco.
- Consejo Nacional de Población CONAPO. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
- Cortés T. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, pp 168, México.
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T. y Muñoz A. 2013. Capítulo: Técnicas de monitoreo de fauna. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile (pp. 51-118). Editorial: Fauna Australis.

- Diccionario escolar de la lengua española. (2008) Diccionario. Editorial Everest. Segunda reimpresión.
- Efron, B. 1979. Métodos bootstrap: otra mirada al método Jackknife. Ann. Statist. 7 (1) 1 - 26. https://doi.org/10.1214/aos/1176344552https://doi.org/10.1214/aos/1176344552
- Espinoza G. (2001) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago, Chile.
- EstimateS software: Herramienta popular para calcular estos estimadores, desarrollada por Colwell, accesible gratuitamente y ampliamente utilizada en estudios de ecología . REDALYC.
- Familia de aves (Guías de la naturaleza). Austin, Oliver L. Trillas. 1994. México. P.p. 210.
- FAO. 1980. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Food and Agriculture Organization. 86 p.
- FAO. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation, and communication. Rome: FAO, 2006
- Figueroa B. S. 1991: Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Pp 72-109. México.
- Foster, G. R., Meyer, L. D. & Onstad, C. A. (1977) An erosion equation derived from basic erosion principles. Trans. Am. Soc. Agric. Engrs, 678-682
- Gotelli, N. J., y Colwell, R. K. (2001): Revisión sobre métodos de rarefacción y estimación de riqueza en estudios ecológicos. Explora las fortalezas y limitaciones de Bootstrap y otros métodos de extrapolación.
- INE (2000). Memoria técnica. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas (2017).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta edafología.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta topografía.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta uso potencial del suelo.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta vegetación.
- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem
- J. Rzedowski. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA
- Jiménez A., y Hortal J., 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 8: 151-161.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- McCool, D. K., Foster, G. R., Mutchler, C. K., & Meyer, L. D. (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of the ASAE, 32(5), 1571–1576.
- Miranda F. y Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.
- Montes-León, María & Uribe, Edgar & García-Celis, Efraín. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y ciencias del agua. 2. 05-17.
- Moreno, C., E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.

- Norma Oficial Mexicana -NOM-059-SEMARNAT-2010.- protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.
- Salgado M. V.; Montgomery R; Margaret Walsh (2001). Ficha impacto ambiental y social México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Guía para DTU-B Regional.
- SEDUE, 1988. Manual de ordenamiento ecológico. México
- SEMARNAT (2003). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico.
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 diciembre.
- SEMARNAT, 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5877/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html.
- SEMARNAT, Dirección de Geomática, (2004). 'Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal.
- SEMARNAT-UACh. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica a nivel nacional. Escala 1:1 000 000.
- Servicio Geológico Mexicano https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/#
- Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). http://www.snim.rami.gob.mx/
- Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB). https://www.snib.mx/taxonomia/descarga/
- Thornthwaite, C. W., 1948. An approach towards a rational classification of climate. Geogr. Rev., 39, 55-94.
- UNAM (2004). Técnicas y métodos de muestreo. Primera edición. México.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña, 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Segunda edición). Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 236 pp.
- Wischmeier, W.H. & SMITH, D.D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation. Washington, D.C.: U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. No. 282.

# MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

**PROYECTO:**

**" SAEE HERRADURA"**

**MEMORIA TÉCNICA**

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**
**2026**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

# ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO....6
II.1. Información general del proyecto, plan o programa....6
II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa....8
II.1.2. Justificación....9
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto....10
II.1.3.1. Ubicación física del Proyecto....10
II.1.3.2. Uso de suelo y vegetación....14
II.1.3.3. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)....16
II.1.3.4. Dimensiones del Proyecto....16
II.1.4. Inversión requerida....19
II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa....20
II.2.1. Componentes principales del SAEE....22
II.2.1.1. Contenedores de baterías....22
II.2.1.2. Sistema de conversión de potencia (“PCS”)....24
II.2.1.3. Estaciones de transformación de media tensión....25
II.2.1.4. Sistema de gestión de baterías....27
II.2.1.5. Sistema de control y monitoreo (EMS y SCADA)....27
II.2.1.6. Sistema de control térmico por refrigeración líquida....27
II.2.1.7. Sistema de detección y supresión de incendios....27
II.2.2. Sistemas de conexiones eléctricas....28
II.2.2.1. Cableado de baja tensión....28
II.2.2.2. Cableado de media tensión (34.5 kV)....28
II.2.2.3. Suministro a servicios auxiliares....29
II.2.3. Sistema de puesta a tierra....29
II.2.4. Protecciones eléctricas....30
II.2.5. Sistema de seguridad y vigilancia....30
II.2.6. Subestación elevadora....31
II.2.6.1. Consideraciones generales....31
II.2.6.2. Transformador de potencia....31
II.2.6.3. Interruptores....32
II.2.6.4. Seccionadores o cuchillas....33
II.2.6.5. Transformadores de medida y/o potencial....34
II.2.6.6. Sistema de protección y control....35
II.2.6.7. Barras colectoras....35
II.2.6.8. Sistema de puesta a tierra....36
II.2.6.9. Edificio de control....37
II.2.7. Línea de interconexión....37
II.2.7.1. Características generales de la línea de interconexión....39
II.2.7.2. Trazo y ubicación de la estructura de la línea de interconexión....39
II.2.7.3. Conductores....40
II.2.7.4. Aisladores....42
II.2.7.5. Estructura de soporte (torres)....42
II.2.7.6. Cimentaciones....46
II.2.7.7. Sistemas de Protección....46



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2.7.8. Accesorios ....47
II.2.8. Edificio de operación y mantenimiento ....47
II.2.9. Componentes permanentes secundarios ....48
II.2.9.1. Caminos internos y de acceso ....48
II.2.9.2. Obras de drenaje pluvial ....49
II.2.9.3. Cercado perimetral, videovigilancia e iluminación....50
II.2.10. Obras provisionales....50
II.2.10.1. Área de faenas....50
II.2.10.2. Almacén temporal de residuos....50
II.2.10.2. Área de maniobras....51
II.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones)....52
II.2.12. Obra civil y electromecánica....53
II.3. Programa de trabajo ....53
II.3.1. Representación gráfica regional....56
II.3.2. Representación gráfica local ....59
II.4. Descripción de las etapas del Proyecto....62
II.4.1. Actividades Previas ....62
II.4.2. Preparación del sitio....63
II.4.2.1. Trazo y Delimitación del sitio del Proyecto....63
II.4.2.2. Preparación del terreno....63
II.4.2.3. Instalación de obras provisionales ....64
II.4.2.4. Delimitación perimetral....64
II.4.3. Construcción ....64
II.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras ....65
II.4.3.2. Construcción de obras de drenaje ....65
II.4.3.3. Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación....65
II.4.3.4. Conformación de plataformas, accesos y caminos internos ....65
II.4.3.5. Instalación del SAEE....65
II.4.3.6. Instalación de la red subterránea de media tensión....66
II.4.3.7. Construcción de la Subestación Elevadora....66
II.4.3.8. Excavación de cimentaciones de subestación....66
II.4.3.9. Instalación de la Torre de la Línea de Interconexión....66
II.4.3.10. Tendido del cable de la Línea de Interconexión....67
II.4.3.11. Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio ....67
II.4.4. Operación y Mantenimiento....67
II.4.4.1. Mantenimiento preventivo ....68
II.4.4.2. Mantenimiento correctivo ....68
II.4.4.3. Mantenimiento predictivo ....68
II.4.5. Desmantelamiento....69
II.5. Requerimientos de Recursos....69
II.5.1. Personal ....69
II.5.2. Agua....70
II.5.3. Energía eléctrica....71
II.5.4. Combustibles....71
II.5.5. Maquinaria y equipo ....73
II.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales)....76
II.5.7. Residuos y aguas residuales....76



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.5.7.1. Manejo de aguas residuales ....76
II.5.7.2. Manejo de residuos ....76
II.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido ....79
II.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero ....79
II.6.1. Emisiones a la atmósfera ....79
II.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa ....80
II.6.3. Conceptos básicos sobre GEI ....81
II.6.4. Cálculo de $CO_2$ equivalente ....82
II.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI ....83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Características generales del Proyecto ....7
Tabla II.2. Coordenadas del centro y vértices generales del polígono del Proyecto ....13
Tabla II.3. Uso de suelo y vegetación del Proyecto ....14
Tabla II.4. Uso de suelo y vegetación de cada componente ....15
Tabla II.5. Superficies del Proyecto por componente, tipo de obra y sellamiento ....18
Tabla II.6. Características generales del Proyecto ....21
Tabla II.7. Principales características de los contenedores de baterías ....23
Tabla II.8. Características principales de las estaciones de transformación de media tensión ....25
Tabla II.9. Características generales de la línea de interconexión ....39
Tabla II.10. Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión ....39
Tabla II.11. Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre) ....42
Tabla II.12. Programa de trabajo del Proyecto ....55
Tabla II.13. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto ....70
Tabla II.14. Resumen del requerimiento de agua por etapa ....71
Tabla II.15. Estimación preliminar de consumo de combustibles ....72
Tabla II.16. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción ....73
Tabla II.17. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento ....74
Tabla II.18. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento ....74
Tabla II.19. Clasificación de residuos a generar por etapa ....77
Tabla II.20. Emisiones atmosféricas principales por etapa ....80
Tabla II.21. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI ....80
Tabla II.22. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001) ....82
Tabla II.23. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022) ....83
Tabla II.24. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto ....84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación del Proyecto ....10
Figura II.2. Colindancias respecto al Proyecto ....11
Figura II.3. Ubicación del Proyecto con relación a obras identificadas en el SIGEIA ....12
Figura II.4. Vías de acceso al Proyecto ....13
Figura II.5. Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto (verificada en campo) ....15



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.6. Componentes del Proyecto ..... 19
Figura II.7. Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías ..... 22
Figura II.8. Ubicación de los contenedores de baterías ..... 24
Figura II.9. Ejemplo de estación de transformación de media tensión ..... 25
Figura II.10. Ubicaciones de las estaciones de transformación ..... 26
Figura II.11. Ubicación de la red de media tensión ..... 29
Figura II.12. Ejemplo de transformador de potencia (Imagen obtenida del sitio: https://www.freepik.es/fotos-premium/transformador-potencia-conversion-tension-115-kv-22-kv_110291359.htm) ..... 31
Figura II.13. Ubicación de la subestación elevadora ..... 32
Figura II.14. Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto (Imagen obtenida del sitio: Interruptor de Potencia de Tanque Muerto) ..... 33
Figura II.15. Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral (Imagen obtenida del sitio: Seccionador giratorio de apertura lateral) ..... 34
Figura II.16. Ejemplo de transformador de potencia (Imagen obtenida del sitio ¿Qué es un transformador de potencial y cómo funciona?) ..... 34
Figura II.17. Ejemplo de arreglo de barras colectoras (Imagen obtenida del sitio Tipos de arreglos de las subestaciones eléctricas) ..... 35
Figura II.18. Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras (Imagen obtenida del sitio Kit de Tierra Física (Terrometro30kΩ) ..... 36
Figura II.19. Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones (Imagen obtenida del sitio: CASETAS PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.) ..... 37
Figura II.20. Ubicación de la línea de interconexión ..... 38
Figura II.21. Ubicación de los componentes de la línea de interconexión ..... 40
Figura II.22. Cable ACSR/AS 1113 kcmil "Bluejay" ..... 41
Figura II.23. Aislador sintético de suspensión ..... 42
Figura II.24. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de suspensión ..... 43
Figura II.25. Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de deflexión ..... 44
Figura II.26. Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de deflexión ..... 45
Figura II.27. Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 230 kV (imagen obtenida del sitio: Galería - MYD – MYD) ..... 46
Figura II.28. Ubicación del edificio de operación y mantenimiento ..... 48
Figura II.29. Ubicación de caminos internos y de acceso en el Proyecto ..... 49
Figura II.30. Ubicación de las obras provisionales ..... 51
Figura II.31. Ubicación del área libre ..... 52
Figura II.32. Representación gráfica regional del Proyecto ..... 57
Figura II.33. Regional Hidrológica en la que se ubica el Proyecto ..... 58
Figura II.34. Cuenca Hidrológica en la que se ubica el Proyecto. ..... 59
Figura II.35. Representación gráfica local del Proyecto ..... 60
Figura II.36. Subcuencas en donde se ubica el Proyecto ..... 61
Figura II.37. Microcuenca en las que se ubica el Proyecto ..... 62
Figura II.38. Actividades típicas de desmonte y despalme ..... 64
Figura II.39. Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión ..... 67



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

El proyecto "SAEE HERRADURA" (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 140 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 560 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 745.6 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 140 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 Herradura, 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**).

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

| | |
|---|---|
| **Nombre del Proyecto** | SAEE HERRADURA |
| **Promovente** | Energía Firme Beta, S.A.P.I. de C.V. |
| **RFC del promovente** | EFB260626TP8 |
| **Representante legal** | Mauricio Buenrostro Ruíz |
| **Domicilio para notificaciones** | Vía Rápida Ote 15000, Interior 1008, Colonia Chapultepec Alamar, C.P. 22110, Tijuana, Baja California |
| **Modalidad de evaluación** | Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (**MIA-R**) |
| **Sector de actividad** | Almacenamiento de Energía Eléctrica |
| **Tipo de tecnología** | Tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“LFP”) o similar |
| **Ubicación general** | Municipio de Tijuana, Baja California, México |
| **Capacidad nominal total instalada de baterías** | Hasta 745.6 MWh |
| **Potencia neta de inyección y retiro en el POI** | Hasta 140 MW |
| **Energía neta de diseño en el POI** | Hasta 560 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. 108 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh) |
| **No. de unidades de conversión de potencia (PCS)** | Aprox. 108 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA) |
| **No. de estaciones de transformación de MT** | Aprox. 27 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| | |
|---|---|
| **Subestación elevadora** | Transformador elevador 34.5 kV/230 kV |
| **Línea de Interconexión** | Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 0.600 km hacia SE Herradura. |
| **Punto de Interconexión (POI)** | Subestación SE Herradura, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“CFE”), |
| **Superficie total del polígono del Proyecto** | 7.6207 ha |
| **Duración del Proyecto** | 2 años de preparación de sitio y construcción + 40 años operación y mantenimiento + 1 año desmantelamiento |
| **Inversión estimada** | **USD** 102.7 millones |

### II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

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

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## II.1.2. Justificación

El **Proyecto** tiene como propósito el almacenamiento de energía eléctrica contribuyendo a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad de la red, al tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al **SEN** cuando ésta sea requerida. Su instalación en el municipio de Tijuana, Baja California, 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 7.6207 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 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 Tijuana, Baja California, cercano a la Subestación SE Herradura 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 Herradura 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

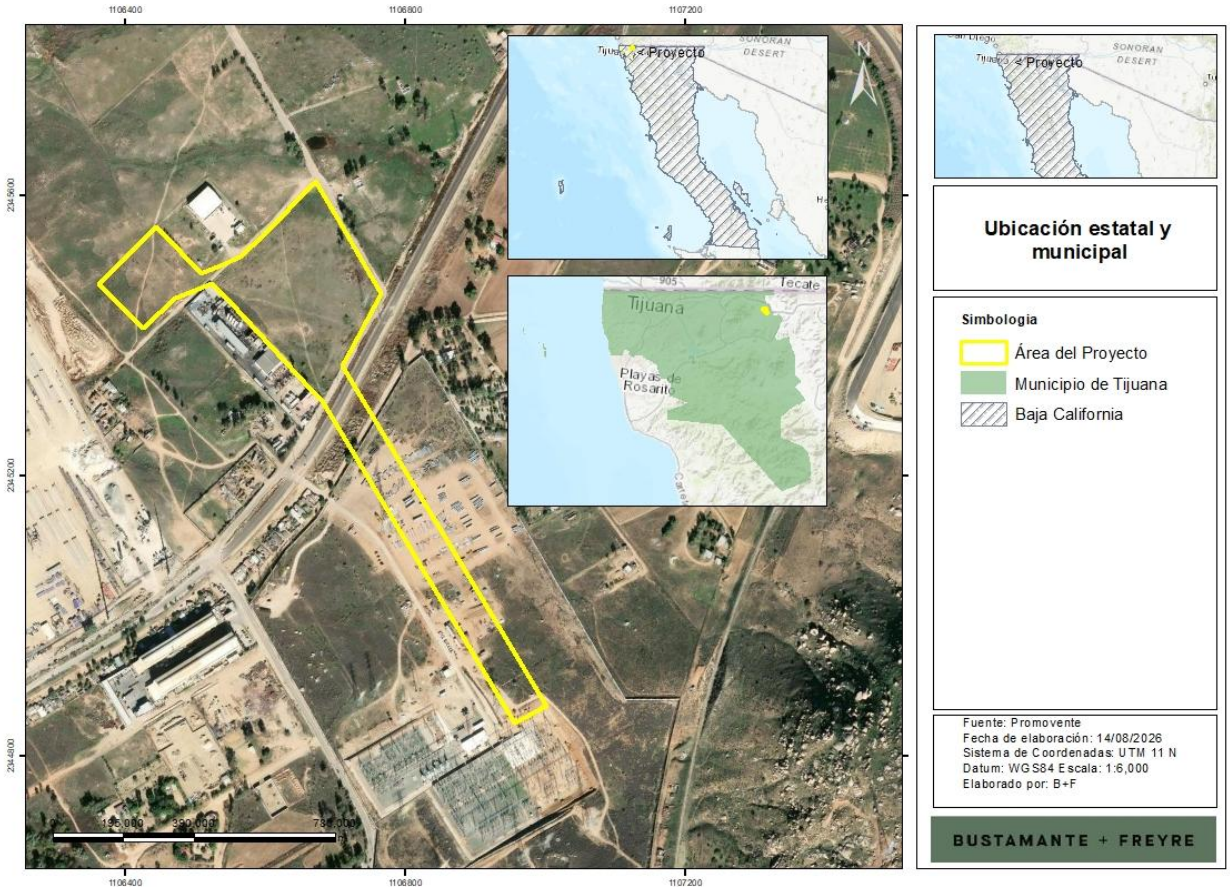
## II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto

### II.1.3.1. Ubicación física del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en el municipio de Tijuana, en el estado de Baja California, dentro de la Meseta Compleja en una zona situada aproximadamente a 25 kilómetros al oeste de la cabecera municipal de Tijuana (C.P. 22334). El acceso al sitio se realiza a través de la Carretera Federal "Autopista Mexicali-Tijuana” conectándose con la red de caminos rurales locales que facilitan el ingreso al predio

El **Proyecto** se ubica en el municipio de Tijuana, Baja California en las inmediaciones de la localidad de Santa Fe. La región se caracteriza por presentar un relieve predominantemente plano, así como por una accesibilidad adecuada a través de caminos rurales que enlazan con la carretera federal. La ubicación general del **Proyecto** dentro del estado se presenta en la siguiente figura.

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




## Colindancias del Proyecto

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Hacia el norte**, colinda con superficies predios utilizados para agricultura.

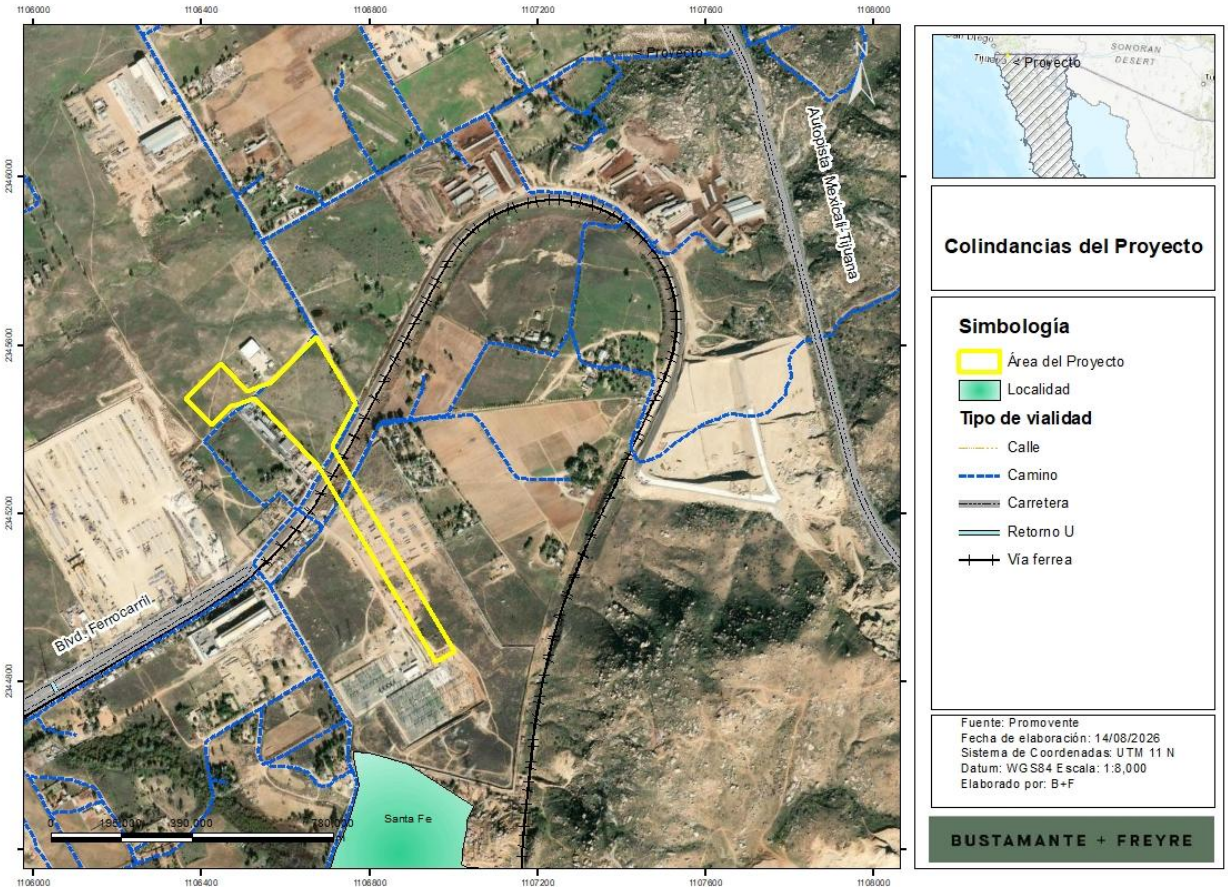
**Hacia el sur**, con la Subestación Eléctrica La Herradura y predios utilizados para la agricultura.

**Hacia el este**, el polígono colinda con predios utilizados para agricultura.

**Hacia el oeste**, el **Proyecto** colinda con las instalaciones de Prodyserva

En conjunto, estas colindancias confirman que el **Proyecto** se emplaza en un entorno con comunicación terrestre adecuada, sin afectación directa a los centros de población o localidades y cuenta con una posición estratégica con relación a la SE Herradura de la **CFE**, condición que favorece su implementación.

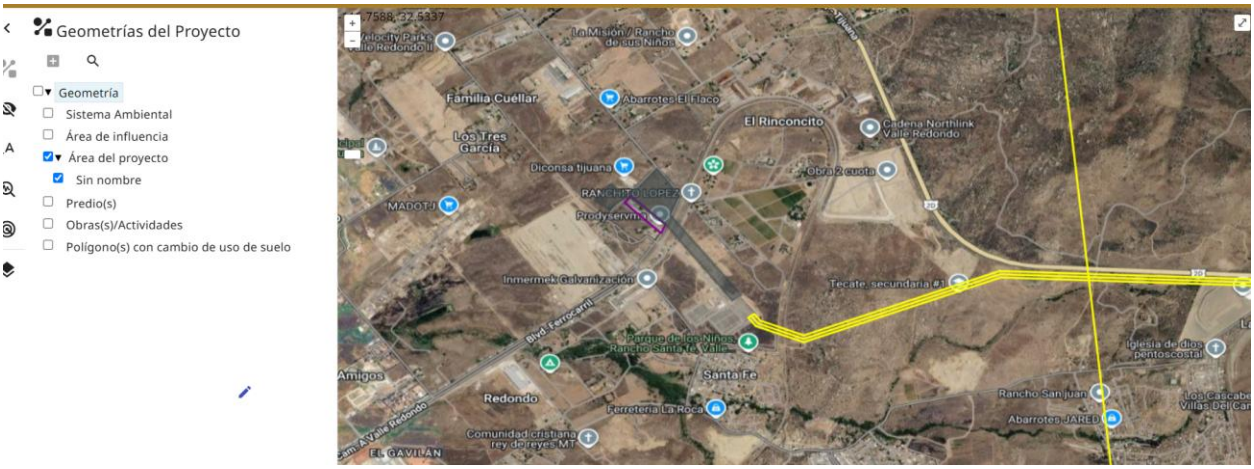
**Figura II.2.** Colindancias respecto al **Proyecto**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




## Vías de acceso

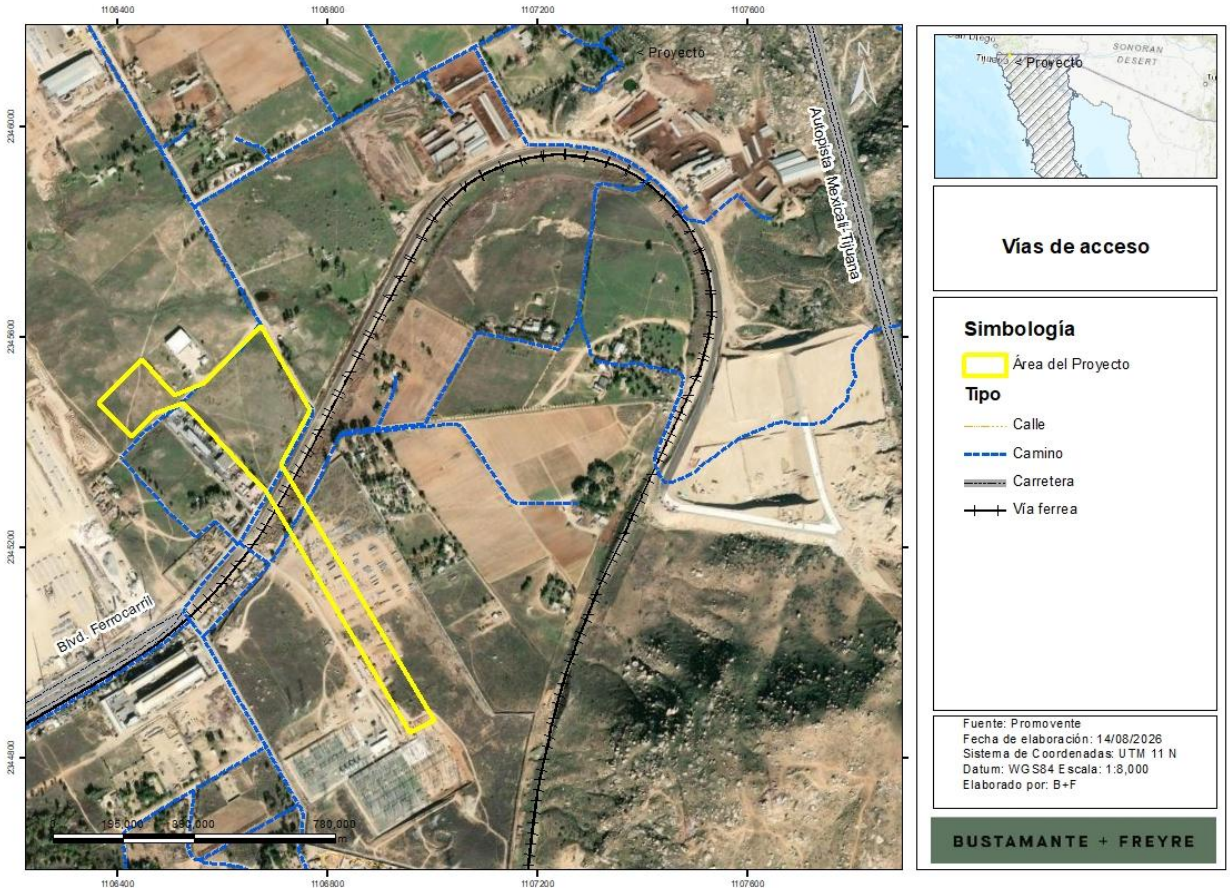
El acceso al polígono del **Proyecto** se realizará principalmente a través de la Carretera Federal "Autopista Mexicali-Tijuana", el cual conecta con un camino de acceso conectado directamente al predio.

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




## Coordenadas del área del Proyecto

La delimitación geográfica del área del **Proyecto** se representa mediante el centro aproximado y los vértices del polígono general, expresados en coordenadas **UTM** (Zona 11 N, Datum **WGS84**). En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices generales del **Proyecto**.

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

| Vértice | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 523263.3387 | 3599367.2214 |
| 2 | 523372.0591 | 3599218.8880 |
| 3 | 523370.4634 | 3599214.9858 |
| 4 | 523369.2586 | 3599212.0396 |
| 5 | 523331.5849 | 3599119.9113 |
| 6 | 523328.1106 | 3599111.4152 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Vértice | X | Y |
|---|---|---|
| 7 | 523667.0848 | 3598662.1018 |
| 8 | 523624.5218 | 3598633.3272 |
| 9 | 523306.0592 | 3599057.4912 |
| 10 | 523240.1127 | 3599114.6925 |
| 11 | 523132.5211 | 3599208.0187 |
| 12 | 523081.8655 | 3599182.5178 |
| 13 | 523041.2986 | 3599134.5061 |
| 14 | 522972.6743 | 3599189.7920 |
| 15 | 523046.0349 | 3599279.5189 |
| 16 | 523114.2455 | 3599220.8405 |
| 17 | 523167.9835 | 3599249.5543 |
| 18 | 523196.4068 | 3599282.8455 |
| 19 | 523200.9171 | 3599288.9007 |
| 20 | 523263.3387 | 3599367.2214 |

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

### II.1.3.2. Uso de suelo y vegetación

El análisis del uso de suelo y la vegetación presente en el sitio del **Proyecto** se realizó 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 II.3.** Uso de suelo y vegetación del **Proyecto**

| Uso de suelo y vegetación | Superficie (ha) |
|---|---|
| Agricultura de temporal anual | 7.6207 |
| Total análisis de uso de suelo | 7.6207 |

La siguiente figura muestra la distribución espacial de las coberturas de uso de suelo y vegetación de acuerdo con la visita de campo y la tabla siguiente presenta el desglose por componente:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

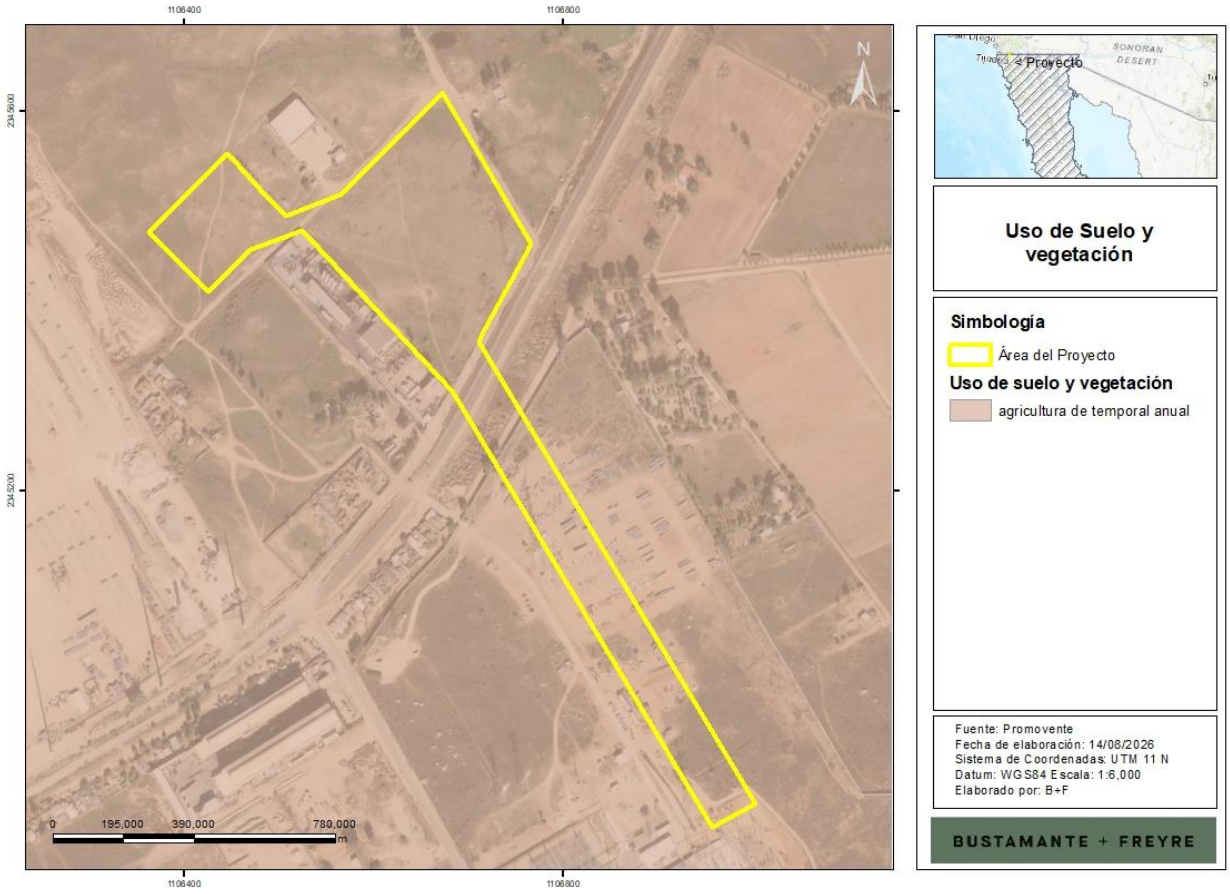



**Tabla II.4.** Uso de suelo y vegetación de cada componente

| Obra y/o componente | Uso de suelo y tipo de vegetación | Superficie total (ha) |
|---|---|---|
| Contenedores **SAEE** | agricultura de temporal anual | 0.1595 |
| Estaciones de transformaciones | agricultura de temporal anual | 0.0399 |
| Subestación elevadora | agricultura de temporal anual | 0.4926 |
| Edificio de operaciones (Edificio O&M) | agricultura de temporal anual | 0.5084 |
| Línea de interconexión (derecho de vía) | agricultura de temporal anual | 2.7702 |
| Red de media tensión (subterránea) | agricultura de temporal anual | 0.1109 |
| Caminos de acceso e internos | agricultura de temporal anual | 0.4944 |
| Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras) | agricultura de temporal anual | 1.9092 |
| Área libre para futuras adecuaciones | agricultura de temporal anual | 1.1356 |
| **Total** | | **7.6207** |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.1.3.3. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)

Durante la ejecución del **Proyecto** se limitarán las actividades al polígono autorizado y a las superficies previamente definidas para el desplante de las obras. En caso de que, durante las actividades previas a la construcción, se identifique alguna condición distinta a la registrada en los recorridos de campo, se realizará la verificación técnica correspondiente antes de efectuar cualquier intervención.

En síntesis, la información cartográfica y los resultados de campo confirman que el **Proyecto** se desarrollará sobre terrenos de uso preferentemente agrícola, sin presencia de vegetación forestal dentro de su polígono, por lo que no se requiere llevar a cabo cambio de uso de suelo en terrenos forestales (**CUSTF**).

### II.1.3.4. Dimensiones del Proyecto

El **Proyecto** contempla diversos componentes eléctricos, civiles y operativos distribuidos dentro del polígono. Entre los principales elementos se encuentran los contenedores, las estaciones de 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 0.4944 ha.

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

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

- **Primera fase de desarrollo** (6.4851 ha). Corresponden a las superficies que serán ocupadas durante toda la vida útil del **Proyecto**, incluyendo el área de contenedores SAEE (0.1595 ha), estaciones de transformación (0.0399 ha), la subestación elevadora (0.4926 ha), edificio de operaciones (0.5084 ha), derecho de vía de la línea de Interconexión (2.7702 ha), caminos de acceso e internos (0.4944 ha) y red de media tensión subterránea (0.1109 ha), y las obras provisionales (1.9092 ha), las cuales corresponden áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras y quedarán embebidas dentro de las superficies que serán ocupadas por las instalaciones permanentes.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Segunda fase de desarrollo (área libre)** (1.1356 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.

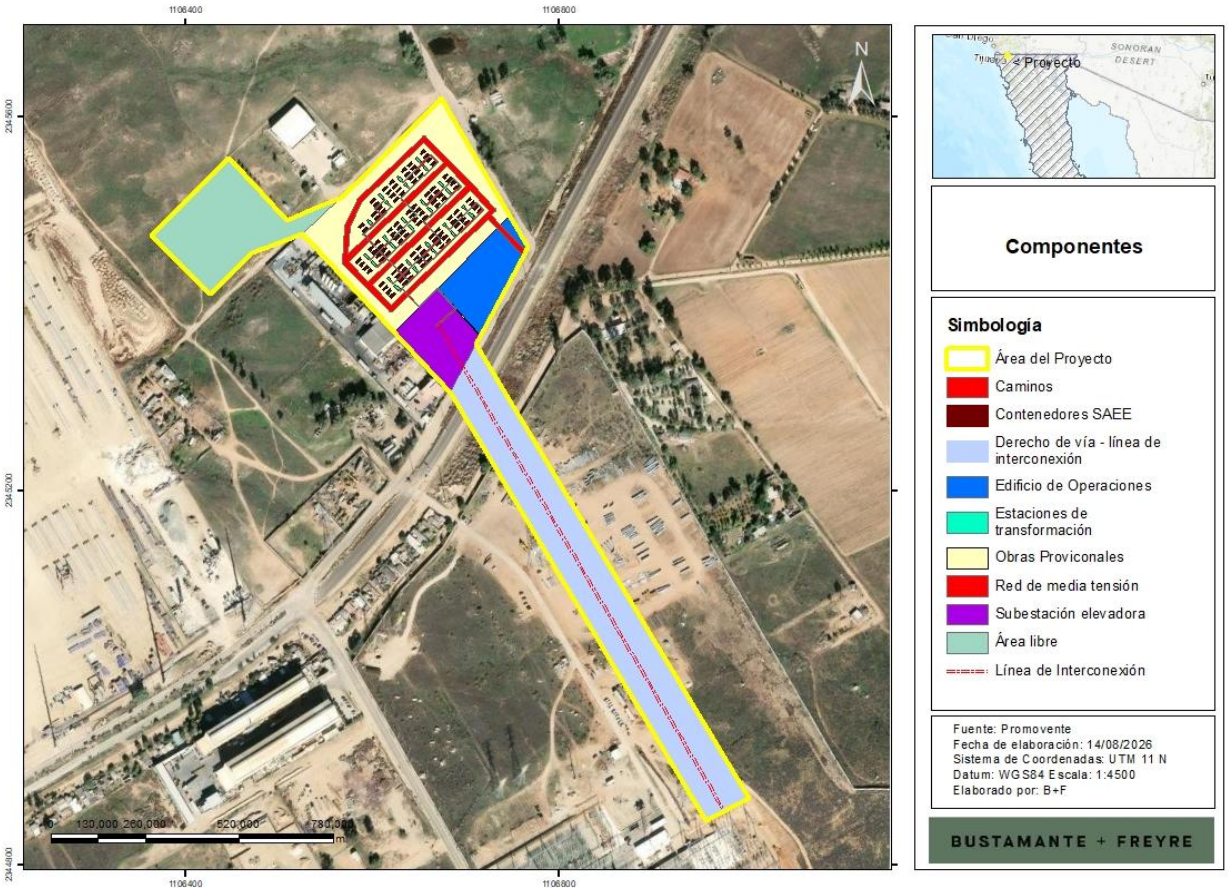


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.5.** 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 | 0.1595 | agricultura de temporal anual | 0.1595 | | | Si |
| Estaciones de transformación | 0.0399 | agricultura de temporal anual | 0.0399 | | | Si |
| Subestación elevadora | 0.4926 | agricultura de temporal anual | 0.4926 | | | Si |
| Edificio de operaciones (Edificio O&M) | 0.5084 | agricultura de temporal anual | 0.5084 | | | Si |
| Línea de interconexión (derecho de vía) | 2.7702 | agricultura de temporal anual | 2.7702 | | | Si (únicamente en cimentaciones de las torres) |
| Caminos de acceso e internos | 0.4944 | agricultura de temporal anual | 0.4944 | | | No |
| Red de media tensión (subterránea) | 0.1109 | agricultura de temporal anual | 0.1109 | | | No |
| Obras provisionales (áreas de faenas, almacén temporal de residuos y área de maniobras) | 1.9092 | agricultura de temporal anual | 1.9092 | | | No |
| Área libre | 1.1356 | agricultura de temporal anual | 1.1356 | | | No |
| **Subtotal** | | | 7.6207 | 0.000 | 0.000 | |
| **Total** | **7.6207** | | **7.6207** | | | |

**Figura II.6.** Componentes del **Proyecto**




## II.1.4. Inversión requerida

La inversión total estimada para la ejecución del **Proyecto**, considerando las etapas de actividades previas, preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento, es del orden de **102.7 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**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

El **Proyecto** consiste en un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (“**SAEE**” o “**BESS**”, por sus siglas en inglés), con una potencia neta de retiro e inyección (carga y descarga, respectivamente) de hasta 140 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 560 MWh.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, se considera una capacidad nominal total instalada de baterías de hasta 745.6 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 140 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 Herradura, 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

**Tabla II.6.** Características generales del **Proyecto**

| Componente / Parámetro | Descripción general |
|---|---|
| Ubicación | Municipio de Tijuana, Baja California, México (inmediaciones de la Localidad de Santa Fe) |
| Superficie total del **Proyecto** | 7.6207 ha |
| Tecnología | Tecnología de baterías de ion-litio con química de litio-ferrofosfato (“LFP”) o similar |
| Capacidad nominal total instalada de baterías | Hasta 745.6 MWh |
| Potencia neta de inyección y retiro en el POI | Hasta 140 MW |
| Energía neta de diseño en el POI | Hasta 560 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. 108 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 6,904 kWh) |
| No. de unidades de conversión de potencia (PCS) | Aprox. 108 (Capacidad unitaria de referencia: Aprox. 1800 kVA) |
| No. de estaciones de transformación de MT | Aprox. 27 |
| Subestación elevadora | Transformador elevador 34.5 kV/230 kV |
| Línea de Transmisión | Aérea, tensión nominal de 230 kV, longitud aproximada 0.6 km, hacia SE Herradura |
| Punto de Interconexión (POI) | Subestación SE Herradura, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (“**CFE**”), |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente / Parámetro | Descripción general |
|---|---|
| Etapas del **Proyecto** | Preparación del sitio y Construcción (2 años); Operación y mantenimiento (40 años); Desmantelamiento (1 año). |

## II.2.1. Componentes principales del SAEE

### II.2.1.1. Contenedores de baterías

El almacenamiento de energía se realizará en contenedores prefabricados (ver figura siguiente) que alojan las celdas de batería agrupadas en módulos y racks, junto con sus sistemas auxiliares de gestión, control térmico y seguridad. Se utilizarán contenedores tipo estándar (del orden de 6.1 metros / 20 pies, o similar) instalados sobre losas o cimentaciones que los mantienen por encima del nivel de piso terminado para evitar afectaciones por encharcamiento.

**Figura II.7.** Ejemplo de contendedores prefabricados de almacenamiento de energía por baterías




El **Proyecto** considera aproximadamente 108 contenedores de baterías, tomando como referencia el sistema Sungrow Power Titan 3 o similar, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 6,904 MWh. 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

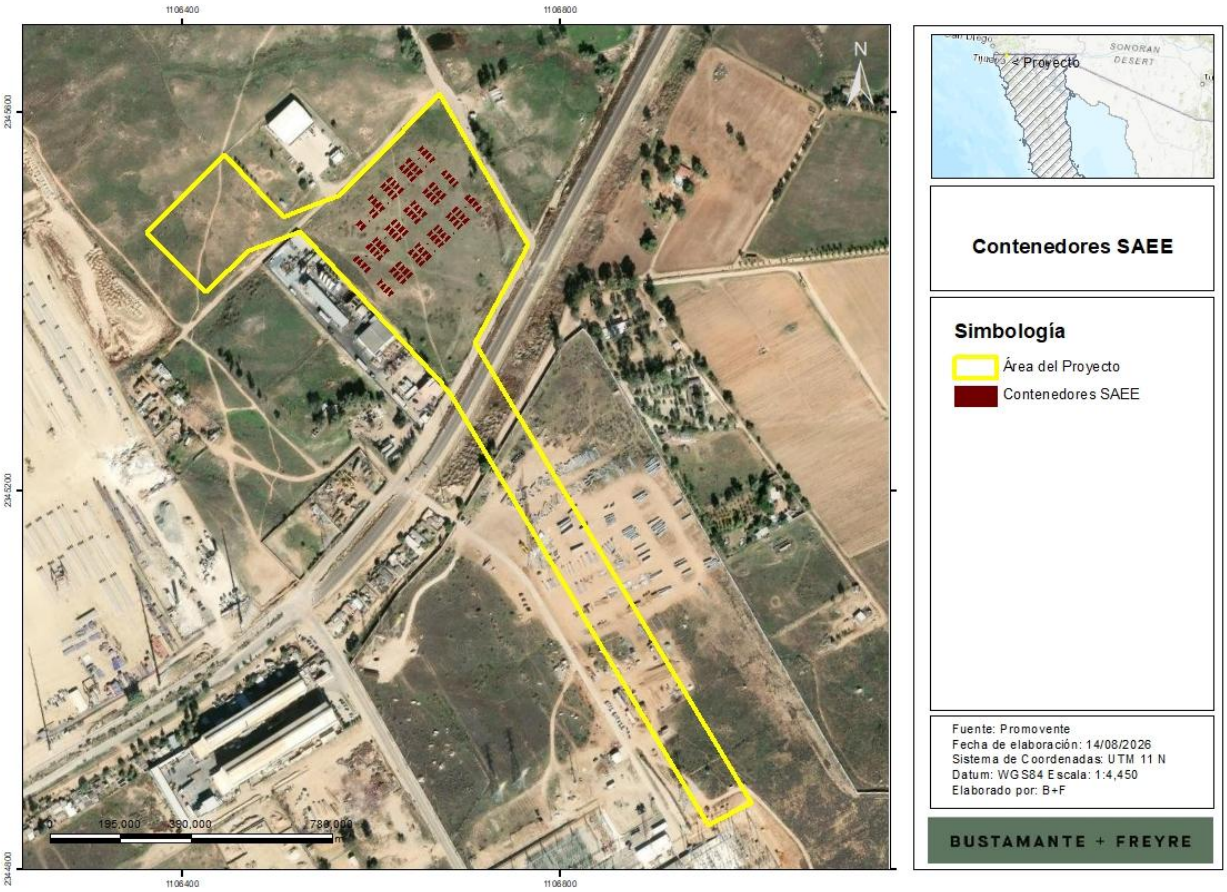
**Tabla II.7.** Principales características de los contenedores de baterías

| | |
|---|---|
| **Fabricante** | Sungrow o similar |
| **Modelo** | Sungrow Power Titan 3 o similar |
| **Capacidad unitaria** | Aproximadamente 6,904 kWh |
| **Tecnología** | Celdas de química LFP o similar |
| **Estructura** | Módulos prefabricados |
| **Dimensiones** | Tipo estándar, del orden de 6.1 metros / 20 pies, o similar |
| **Instalación** | Sobre losas o cimentaciones por arriba del nivel del piso |
| **Cantidad** | 108 contenedores |
| **Normas de referencia** | IEC 62619, UL 1973, UL 9540 e IEC 62933 |
| **Sistema de Conversión de Potencia (“PCS”)** | Inversores bidireccionales |
| **Cantidad de PCS y capacidad** | 108 unidades de **PCS**, con una capacidad unitaria de referencia de aproximadamente 1,800 kVA |
| **Estaciones de transformación** | Equipo Sungrow MVS7400-LS (PowerTitan 3.0)o similar |
| **Cantidad de estaciones de transformación** | 27 estaciones |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.8.** Ubicación de los contenedores de baterías




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

El sistema de conversión de potencia (“**PCS**”) está conformado por inversores bidireccionales que convierten la energía entre corriente continua (lado de baterías) y corriente alterna (lado de red), permitiendo tanto la carga como la descarga del **SAEE**. El **Proyecto** considera aproximadamente 108 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 3.0, 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.1.3. Estaciones de transformación de media tensión

Con la finalidad de acondicionar y elevar la tensión de salida del **PCS** al nivel de la red interna de media tensión, el **Proyecto** contará con estaciones de transformación de media tensión que integran, en una solución compacta, las unidades de **PCS**, el transformador elevador de media tensión, las celdas de media tensión y los sistemas de protección asociados. El **Proyecto** considera aproximadamente 27estaciones de transformación. Se toma como referencia el equipo Sungrow MVS7400 o similar; para la instalación final podrá considerarse este equipo u otro equivalente.

**Figura II.9.** 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 II.8.** Características principales de las estaciones de transformación de media tensión

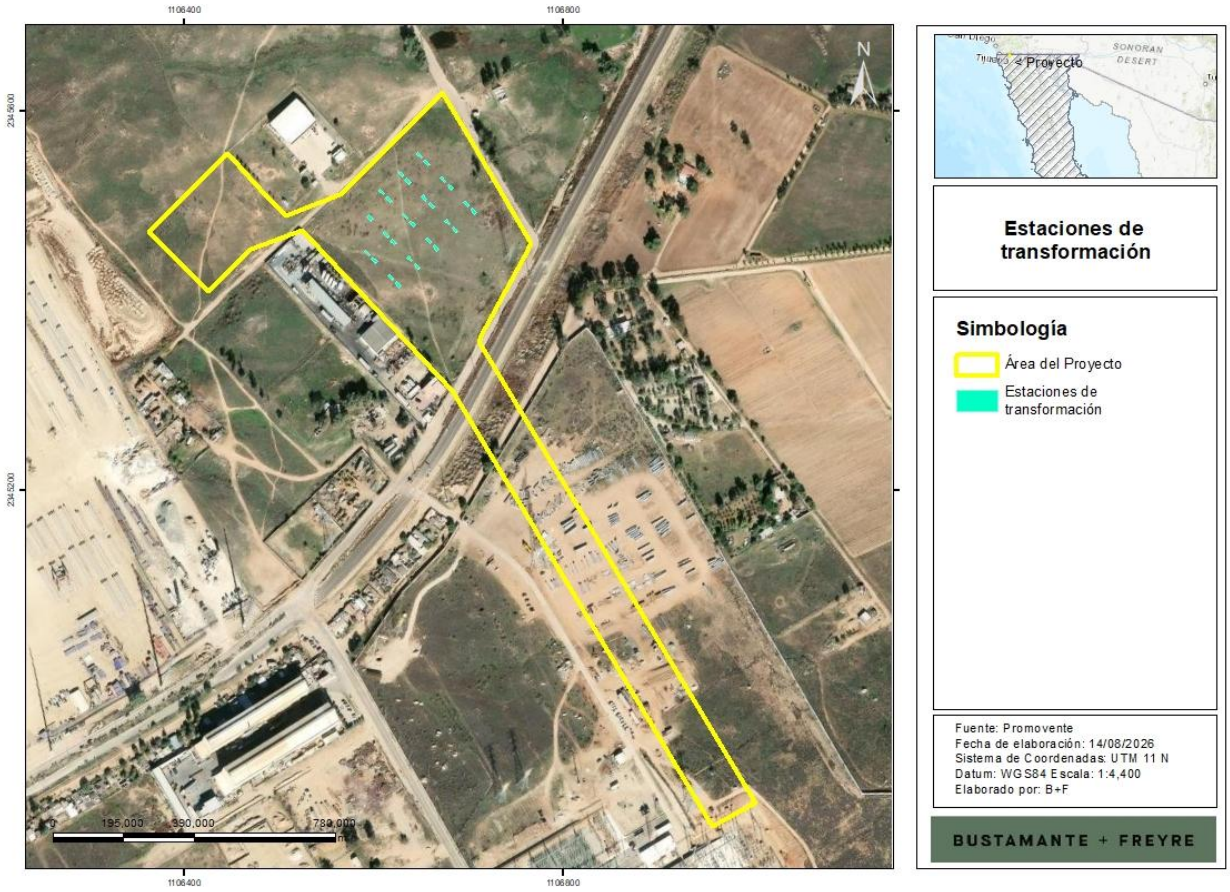
| Característica | Valor de referencia |
|---|---|
| Configuración | PCS + transformador elevador + celdas de MT integrados |
| Tipo de transformador | Inmerso en aceite o seco, según diseño |
| Relación de transformación (referencia) | Baja tensión (salida de PCS, aprox. 0.69 kV) / media tensión (aprox. 34.5 kV) |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Característica | Valor de referencia |
|---|---|
| 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 II.10.** Ubicaciones de las estaciones de transformación






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.1.4. Sistema de gestión de baterías

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

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

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

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

### II.2.1.6. Sistema de control térmico por refrigeración líquida

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

### II.2.1.7. Sistema de detección y supresión de incendios

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

- Detección temprana multinivel: detectores de gases de venteo (*off-gas*), humo, calor y monóxido/hidrógeno dentro de los contenedores.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



- Sistema de supresión de incendios (agente limpio, aerosol, agua o similar), coordinado con el **BMS**.
- Control de explosiones mediante ventilación de deflagración o sistemas de prevención (conforme a NFPA 68/69).
- Separación y distancias de seguridad entre contenedores y respecto a otras instalaciones, conforme a NFPA 855.
- Integración de alarmas con el SCADA y, en su caso, coordinación con cuerpos de emergencia locales.

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

### II.2.2. Sistemas de conexiones eléctricas

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

#### II.2.2.1. Cableado de baja tensión

El cable desde cada unidad de **PCS** hasta la estación de transformación se instalará preferentemente enterrado en zanjas o bancos de ductos, como cable armado o bajo conducto. Las zanjas tienen un ancho del orden de 0.60 a 1.20 m y una profundidad aproximada de 0.80 a 1.20 m, dependiendo del número de circuitos, ductos, separación eléctrica, cama de arena, protección mecánica y condiciones del terreno.

El conductor será de cobre o aluminio, con aislamiento tipo XLPE o HEPR y cubierta, resistente a la absorción de agua, radiación UV, agentes químicos, abrasión e impactos.

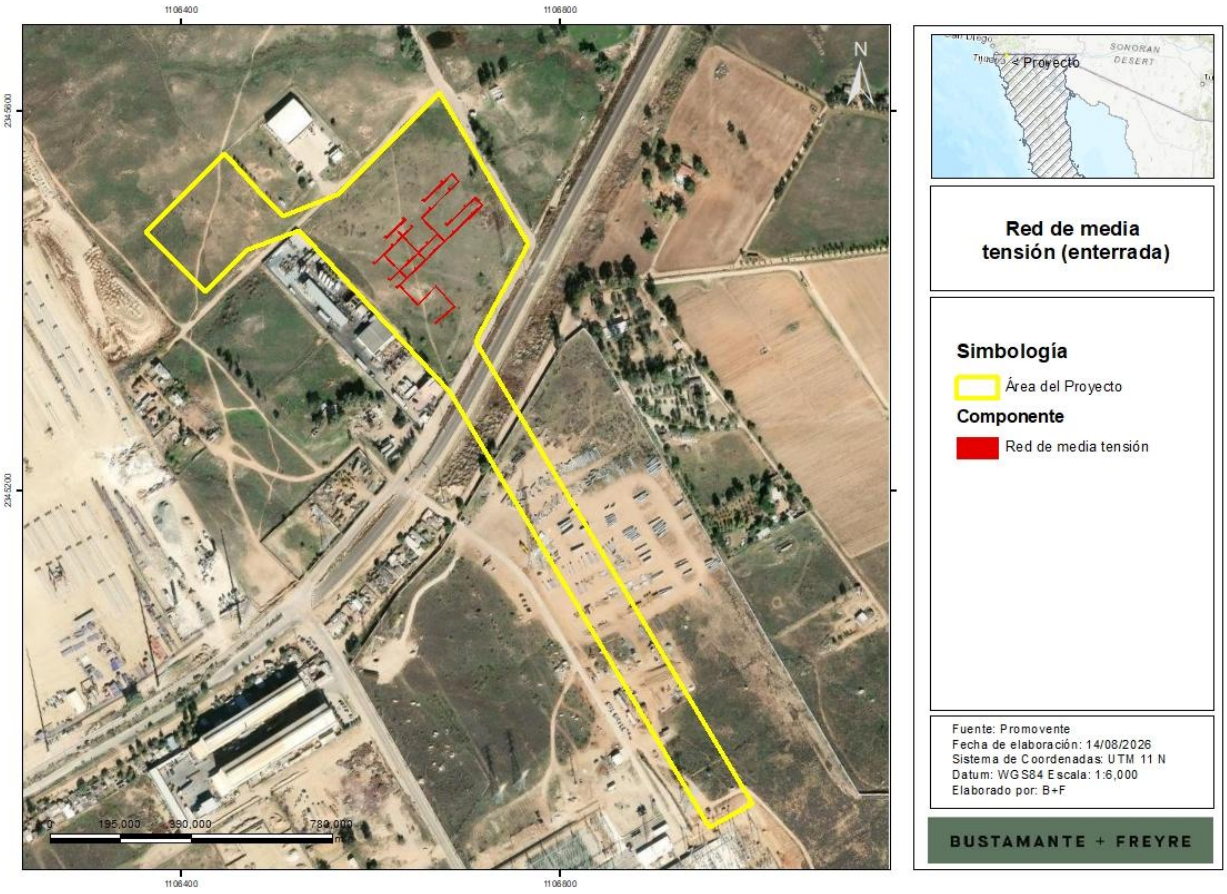
#### II.2.2.2. Cableado de media tensión (34.5 kV)

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.11.** Ubicación de la red de media tensión




## II.2.2.3. Suministro a servicios auxiliares

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

## II.2.3. Sistema de puesta a tierra

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

### II.2.4. Protecciones eléctricas

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

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

### II.2.5. Sistema de seguridad y vigilancia

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

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## II.2.6. Subestación elevadora

### II.2.6.1. Consideraciones generales

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

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

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

### II.2.6.2. Transformador de potencia

La subestación estará equipada con un transformador elevador 34.5 kV / 230 kV, con una capacidad se hasta 150 MVA a partir del mayor flujo bidireccional en el punto de interconexión, considerando la capacidad reactiva, las pérdidas, la sobrecarga admisible, la temperatura ambiente y el margen de crecimiento.

**Figura II.12.** Ejemplo de transformador de potencia **(**Imagen obtenida del sitio: https://www.freepik.es/fotos-premium/transformador-potencia-conversion-tension-115-kv-22-kv_110291359.htm**)**



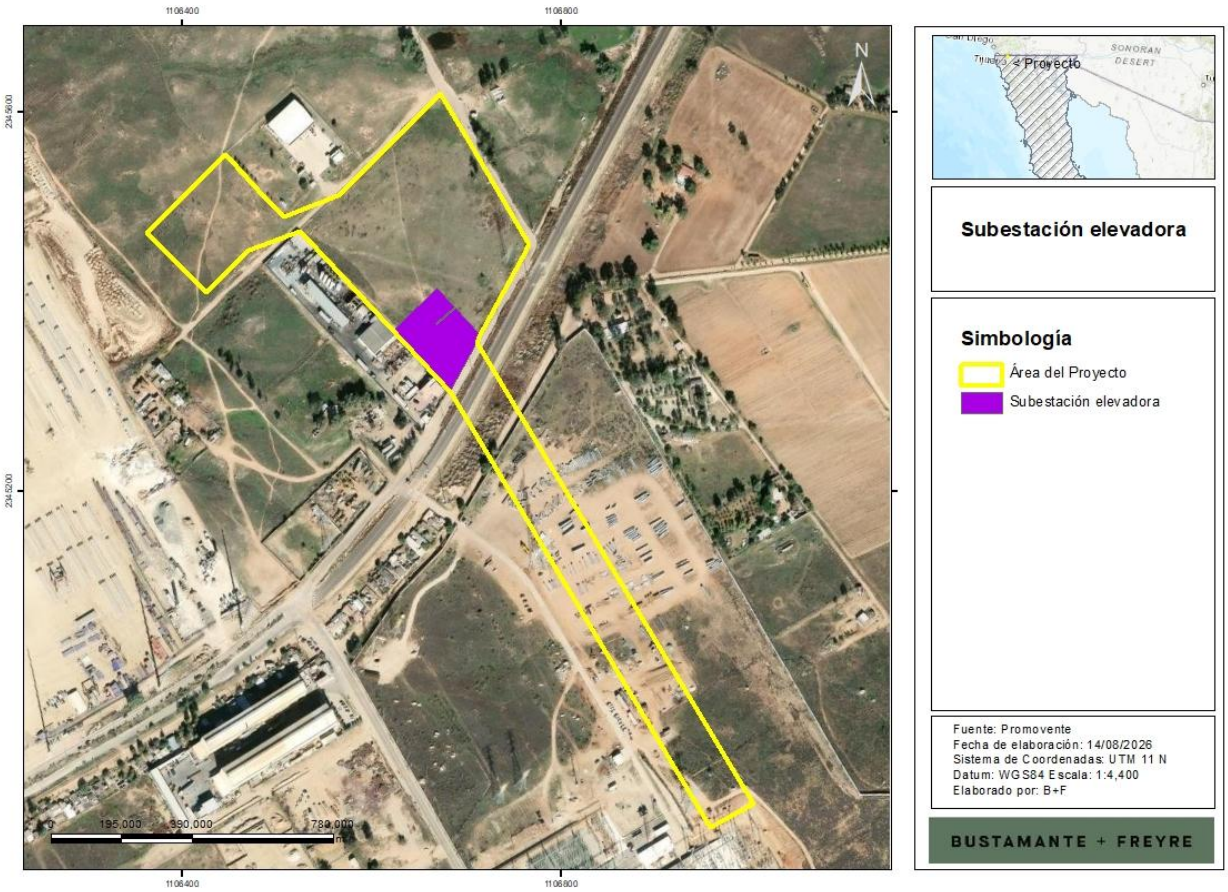
Para la instalación del transformador se construirá una bancada a la intemperie con su cimentación de apoyo y una fosa de contención de aceite. La contención se diseñará con capacidad para el 100 % del volumen de aceite del equipo (fosa dimensionada al 120 %) y considerará, además, el agua pluvial y las posibles descargas del sistema contra incendio, con impermeabilización, drenaje controlado y separación



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

aceite-agua. El diseño evitará la descarga al suelo o al drenaje pluvial sin tratamiento o verificación; el aceite recuperado y los materiales absorbentes se manejarán como residuos conforme a su clasificación.

**Figura II.13.** Ubicación de la subestación elevadora




## II.2.6.3. Interruptores

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.14.** Ejemplo de interruptor de potencia de tanque muerto **(**Imagen obtenida del sitio: Interruptor de Potencia de Tanque Muerto**)**



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

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

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

### II.2.6.4. Seccionadores o cuchillas

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.15.** Ejemplo de seccionador giratorio de apertura lateral **(**Imagen obtenida del sitio: Seccionador giratorio de apertura lateral)



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

### II.2.6.5. Transformadores de medida y/o potencial

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

**Figura II.16.** Ejemplo de transformador de potencia **(**Imagen obtenida del sitio ¿Qué es un transformador de potencial y cómo funciona?)





Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

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

### II.2.6.6. Sistema de protección y control

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

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

### II.2.6.7. Barras colectoras

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

**Figura II.17.** Ejemplo de arreglo de barras colectoras **(**Imagen obtenida del sitio Tipos de arreglos de las subestaciones eléctricas)



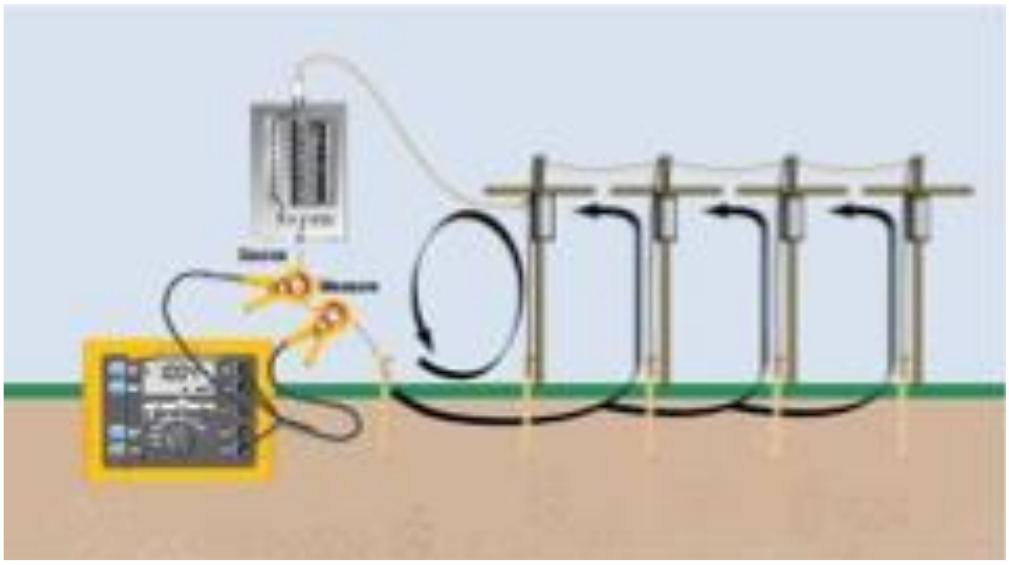


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.6.8. Sistema de puesta a tierra

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

**Figura II.18.** Imagen esquemática de un sistema de puesta a tierras **(**Imagen obtenida del sitio Kit de Tierra Física (Terrometro30kΩ)



Los componentes principales que lo integran son los siguientes:

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

Estos componentes trabajan juntos para crear un camino de baja impedancia que permite que la electricidad excedente se descargue de manera segura en la tierra, evitando daños y protegiendo a las personas y equipos.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.6.9. Edificio de control

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

**Figura II.19.** Ejemplos de cuartos eléctricos y/o casetas de control de subestaciones **(**Imagen obtenida del sitio: CASETAS PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.)



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

### II.2.7. Línea de interconexión

A partir de la subestación elevadora del **Proyecto** se construirá una línea particular de interconexión para conectar el **SAEE** con la Subestación SE Herradura de la **CFE**. La línea operará a un nivel de tensión nominal de 230 kV y estará dimensionada para una potencia de proyecto de 140 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 0.600 km y cumplirá con la Especificación **CFE** L1000-10.

La infraestructura de interconexión estará integrada por una subestación elevadora de 34.5 kV/230 kV y una línea aérea particular de interconexión de aproximadamente 0.600 km de longitud. Esta línea conectará la subestación elevadora del **SAEE** con la subestación de **CFE** mediante estructuras aéreas de soporte, deflexión y/o remate, marcos de remate en las subestaciones, 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

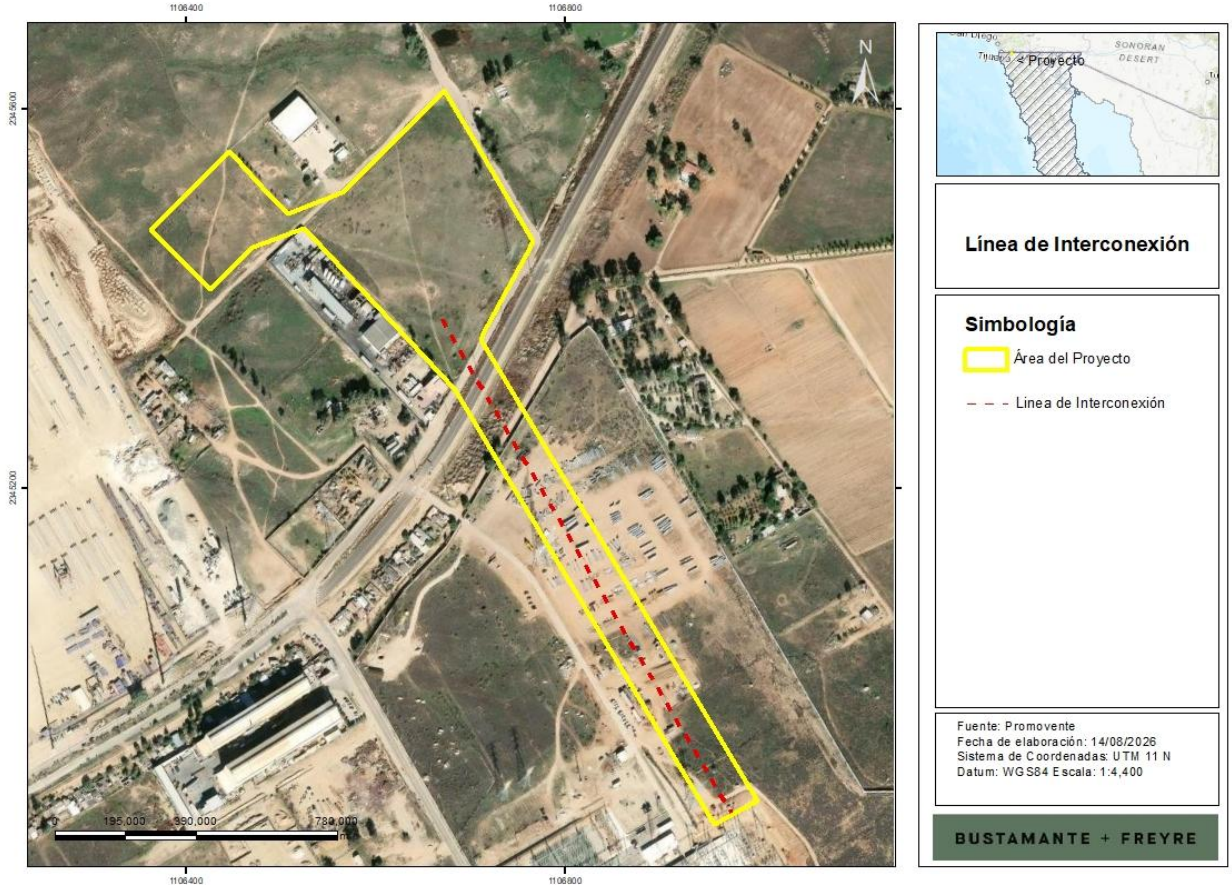
detalle mediante el estudio de coordinación de protecciones, considerando los criterios de selectividad, sensibilidad, respaldo y tiempos de despeje requeridos para la operación segura del sistema.

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

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

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

**Figura II.20.** Ubicación de la línea de interconexión






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.7.1. Características generales de la línea de interconexión

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

**Tabla II.9.** Características generales de la línea de interconexión

| Característica | Valor | Unidad |
|---|---|---|
| Tensión nominal | 230 | kV |
| Potencia nominal | 140 | 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 KCM o similar | n/a |
| Cable de guarda | OPGW con fibra óptica integrada y/o cable de guarda convencional o similar | n/a |
| Longitud aproximada de línea aérea | 0.600 | km |
| No. de estructuras aéreas | Dos estructuras aéreas de soporte, deflexión y/o remate, más marcos de remate en subestaciones. | n/a |
| Tipo de estructuras | Estructuras normalizadas o equivalentes CFE para 230 kV, 1 circuito, 1 conductor por fase; tipo suspensión, deflexión/remate o terminal, según perfil, claros y ángulos de la línea | n/a |
| Derecho de vía | Aprox. 50 | m |

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

El trazo de la Línea de Interconexión inicia en la subestación elevadora del **Proyecto** y termina en el punto de interconexión con la **CFE** (SE Herradura). En total, 2 torres conectarán los conductores de transmisión hasta el punto de interconexión. Las coordenadas del punto de inicio, 2 torres y el punto de interconexión, en **UTM** Zona 11 N **WGS84**, se listan en la siguiente tabla:

**Tabla II.10.** Coordenadas UTM de las torres de la línea de transmisión

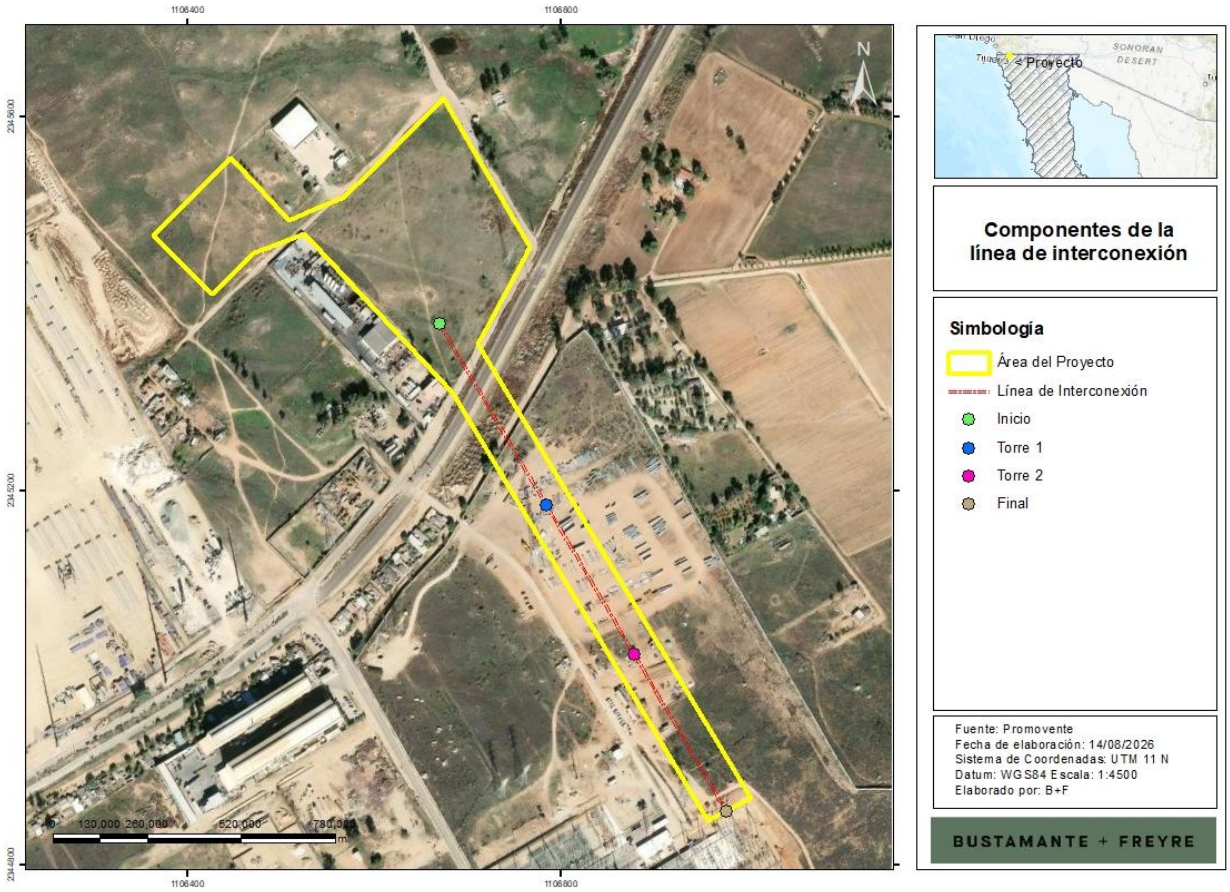
| Componente | Estructura | Tipo | x | y |
|---|---|---|---|---|
| Inicio | E1 | **E92W11** | 523285.72 | 3599126.32 |
| Estructura 1 | E2 | **E92W11** | 523418.11 | 3598948.75 |
| Estructura 2 | E3 | **E92W11** | 523527.68 | 3598800.94 |
| Final | E4 | **E92W11** | 523648.63 | 3598637.91 |

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.21.** 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. 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 considera tramo subterráneo de la línea particular de interconexión; por lo tanto, no se prevén bancos de ductos, canalizaciones subterráneas de potencia ni franja permanente asociada a cable subterráneo. Cualquier cruce, acceso o interferencia que se identifique durante la ingeniería de detalle será resuelto conforme a los criterios técnicos y ambientales aplicables

### II.2.7.3. Conductores

Los conductores de la línea aérea serán los elementos encargados de transportar la energía eléctrica desde la subestación elevadora del **Proyecto** hasta el punto de interconexión con la subestación de **CFE**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La línea particular de interconexión se considera exclusivamente aérea, con un nivel de tensión de 230 kV, potencia nominal de proyecto de 140 MW y longitud aproximada de 0.600 km.

Para una potencia de 140 MW a 230 kV, la corriente nominal de referencia es del orden de 351 A a un factor de potencia unitario y aproximadamente 370 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. De manera alternativa, y siempre sujeto a validación técnica, podrán evaluarse conductores ACSR 954 kcmil “Rail”, ACSR 795 kcmil “Drake” u otros conductores equivalentes que cumplan con los requerimientos eléctricos, mecánicos y ambientales del Proyecto.

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

**Figura II.22.** Cable ACSR/AS 1113 kcmil "Bluejay"



Debido a la longitud acotada 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 230 kV. En caso de que la ingeniería de detalle identifique restricciones por temperatura, pérdidas, esfuerzos mecánicos, libramientos, operación futura o capacidad de transferencia, podrá evaluarse un conductor de mayor sección o una configuración distinta. Para efectos de la presente memoria y de la evaluación ambiental preliminar, se considera una configuración simplex, salvo que la ingeniería definitiva determine lo contrario.

La línea contará además con cable de guarda con fibra óptica integrada —OPGW— y/o cable de guarda convencional, según se defina durante la ingeniería de detalle. Este sistema permitirá la protección de la línea contra descargas atmosféricas y, cuando se utilice OPGW, podrá servir como medio de comunicación



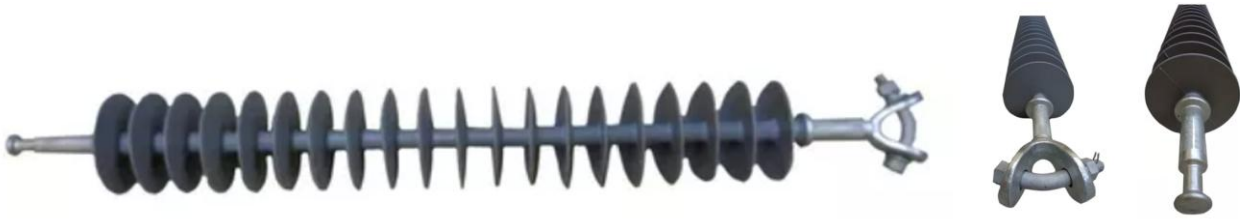
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

para señales de protección, telecontrol, medición, monitoreo remoto y enlace con los sistemas de control, SCADA y EMS del **Proyecto**

### II.2.7.4. Aisladores

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

**Figura II.23.** Aislador sintético de suspensión



### II.2.7.5. Estructura de soporte (torres)

Las estructuras de soporte, como torres de celosía, postes troncocónicos o estructuras equivalentes, son fundamentales para mantener los conductores en su lugar y a una altura segura sobre el suelo. Estas estructuras serán de acero galvanizado o material equivalente y estarán diseñadas para soportar las cargas mecánicas y ambientales, incluyendo viento, sismo, tensión mecánica de conductores, peso propio, herrajes y accesorios.

El Proyecto considera la utilización de estructuras normalizadas o equivalentes conforme a criterios **CFE** para líneas de 230 kV, distribuidas a lo largo del trazo de la línea particular de interconexión. De manera preliminar, conforme a la trayectoria de referencia, se consideran dos estructuras aéreas de soporte, deflexión y/o remate, además de los marcos de remate correspondientes en subestaciones. La ubicación, tipo y altura definitiva se confirmarán con topografía, perfil, claros, ángulos de deflexión, libramientos y condiciones de acceso.

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

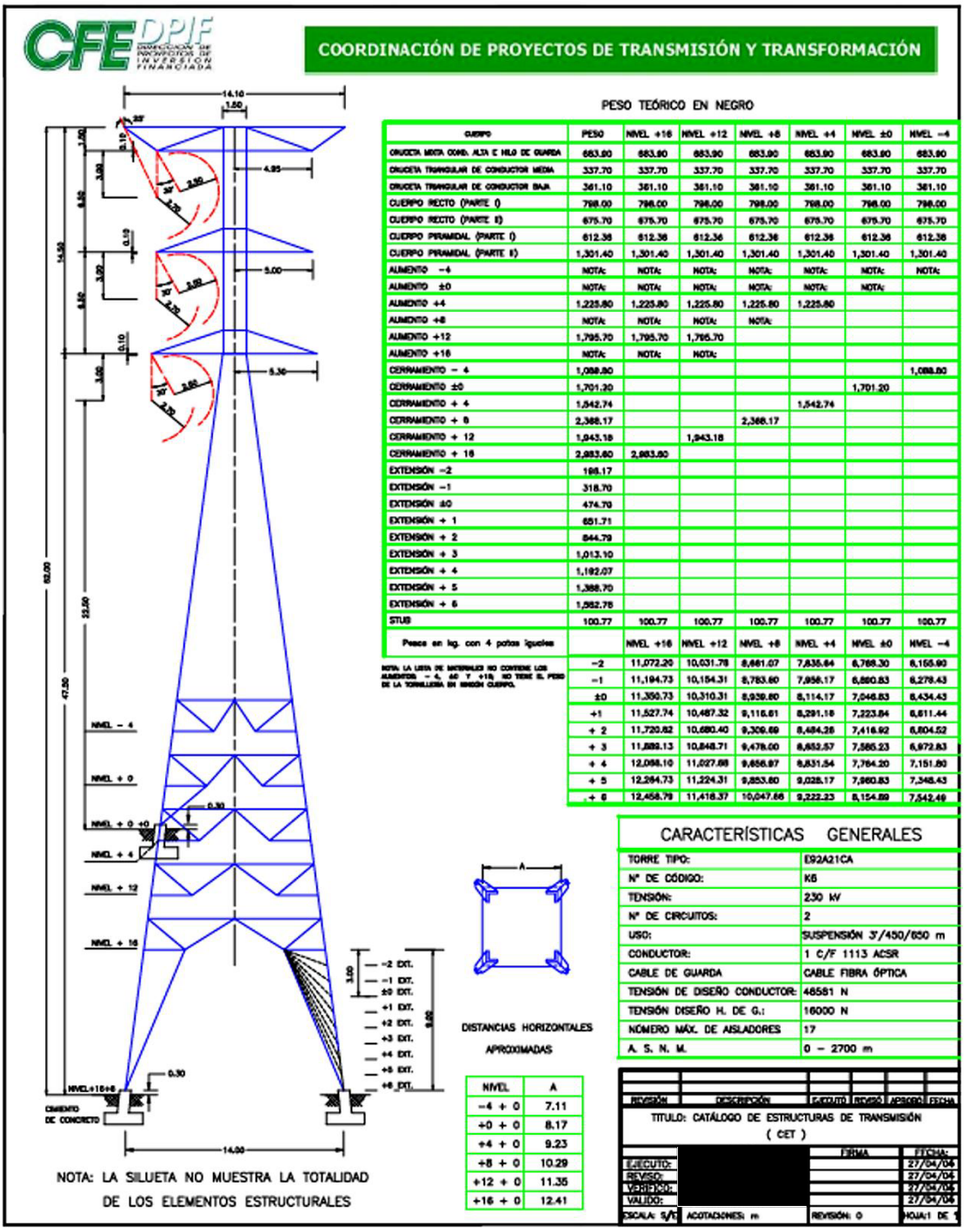
**Tabla II.11.** Coordenadas de ubicación de la estructura de soporte (torre)

| Componente | Estructura | Tipo | x | y |
|---|---|---|---|---|
| Inicio | E1 | **E92W11** | 523285.72 | 3599126.32 |
| Estructura 1 | E2 | **E92W11** | 523418.11 | 3598948.75 |
| Estructura 2 | E3 | **E92W11** | 523527.68 | 3598800.94 |
| Final | E4 | **E92W11** | 523648.63 | 3598637.91 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.24.** Torres de celosía auto soportadas para 2 circuitos de 230 kV de suspensión

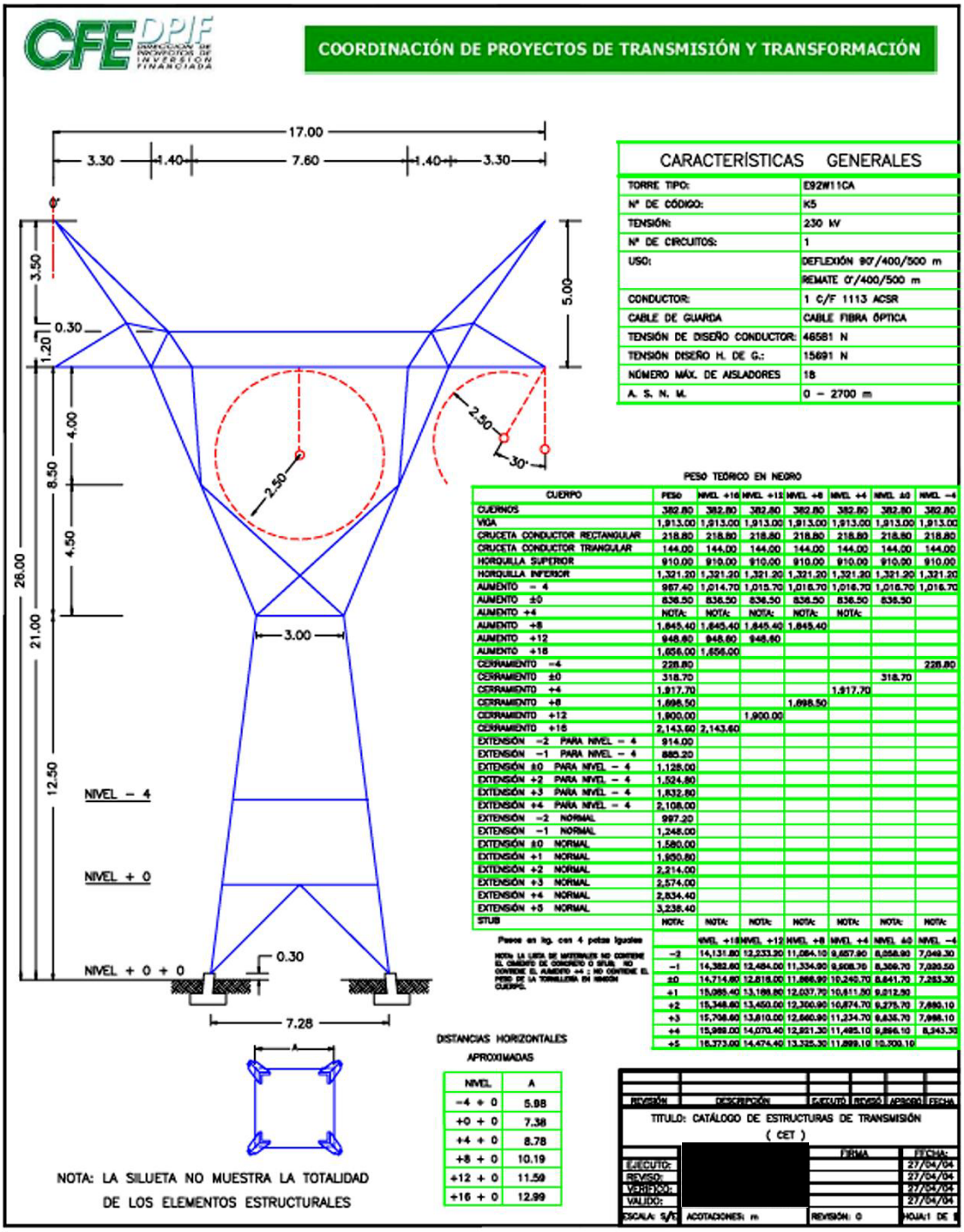






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

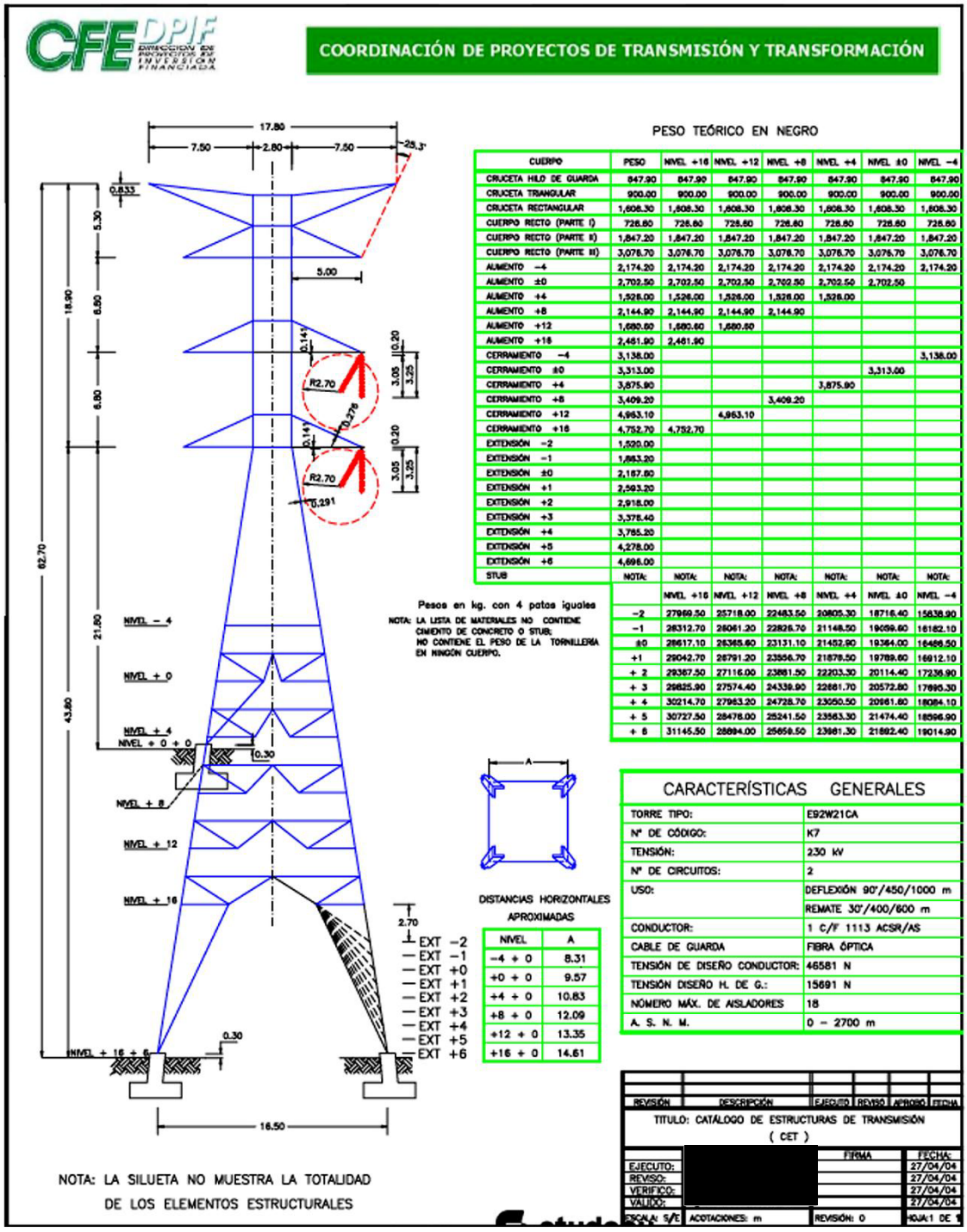
**Figura II.25.** Torres de celosía auto soportadas para 1 circuito de 230 kV de deflexión






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.2.7.6. Cimentaciones

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

**Figura II.27.** Ejemplos de cimentaciones para torres de celosía de 230 kV (imagen obtenida del sitio: Galería - MYD – MYD)



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

### II.2.7.7. Sistemas de Protección

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

### II.2.7.8. Accesorios

Los accesorios incluirán elementos como herrajes de suspensión y tensión, grapas, conectores, empalmes, amortiguadores de vibración, 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 necesarios para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la línea de interconexión, asegurando la continuidad del servicio y la integridad de los conductores.

## II.2.8. Edificio de operación y mantenimiento

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

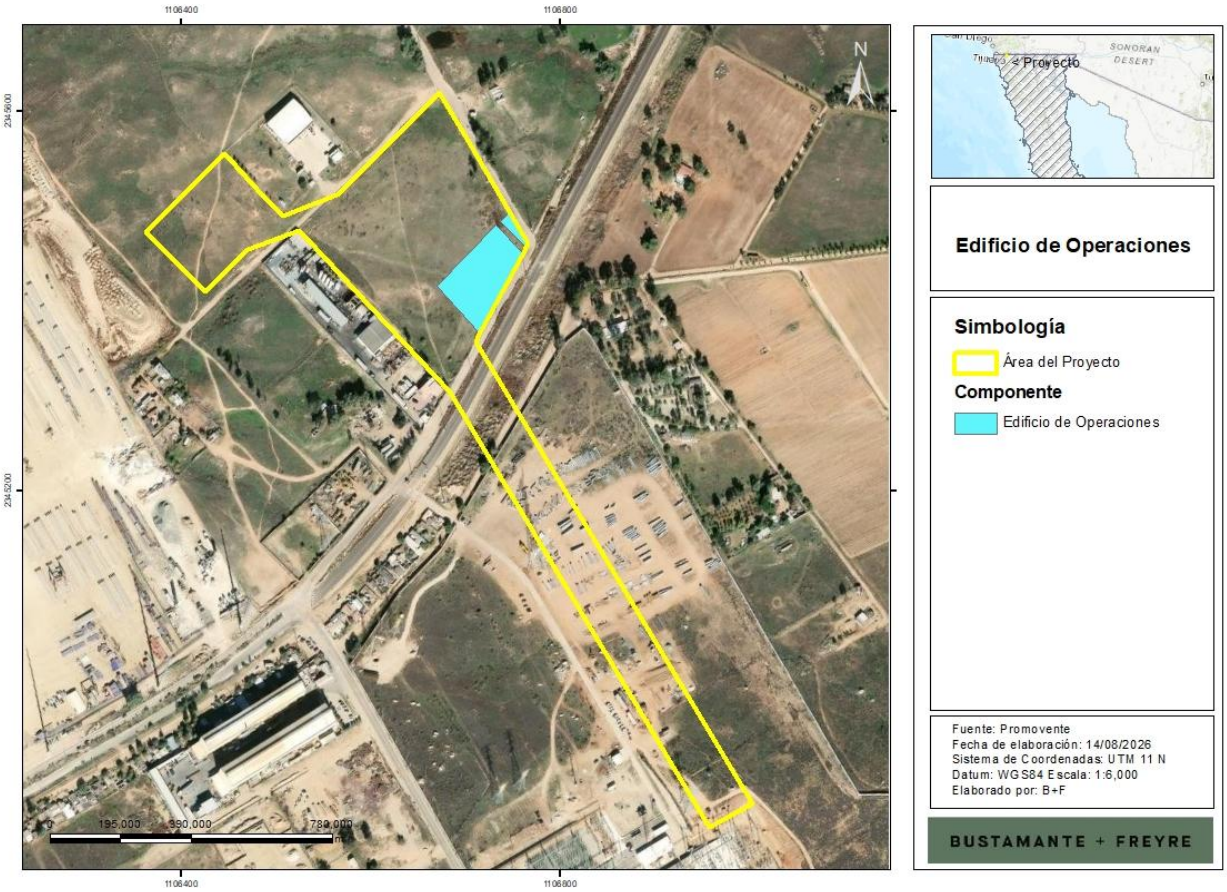
De manera complementaria, el edificio de operaciones podrá considerar una zona de almacenes cubiertos destinada al resguardo de herramienta, refacciones, consumibles y equipo de mantenimiento, así como un área de estacionamiento para los vehículos del personal de operación y mantenimiento, de los prestadores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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.28.** Ubicación del edificio de operación y mantenimiento




## II.2.9. Componentes permanentes secundarios

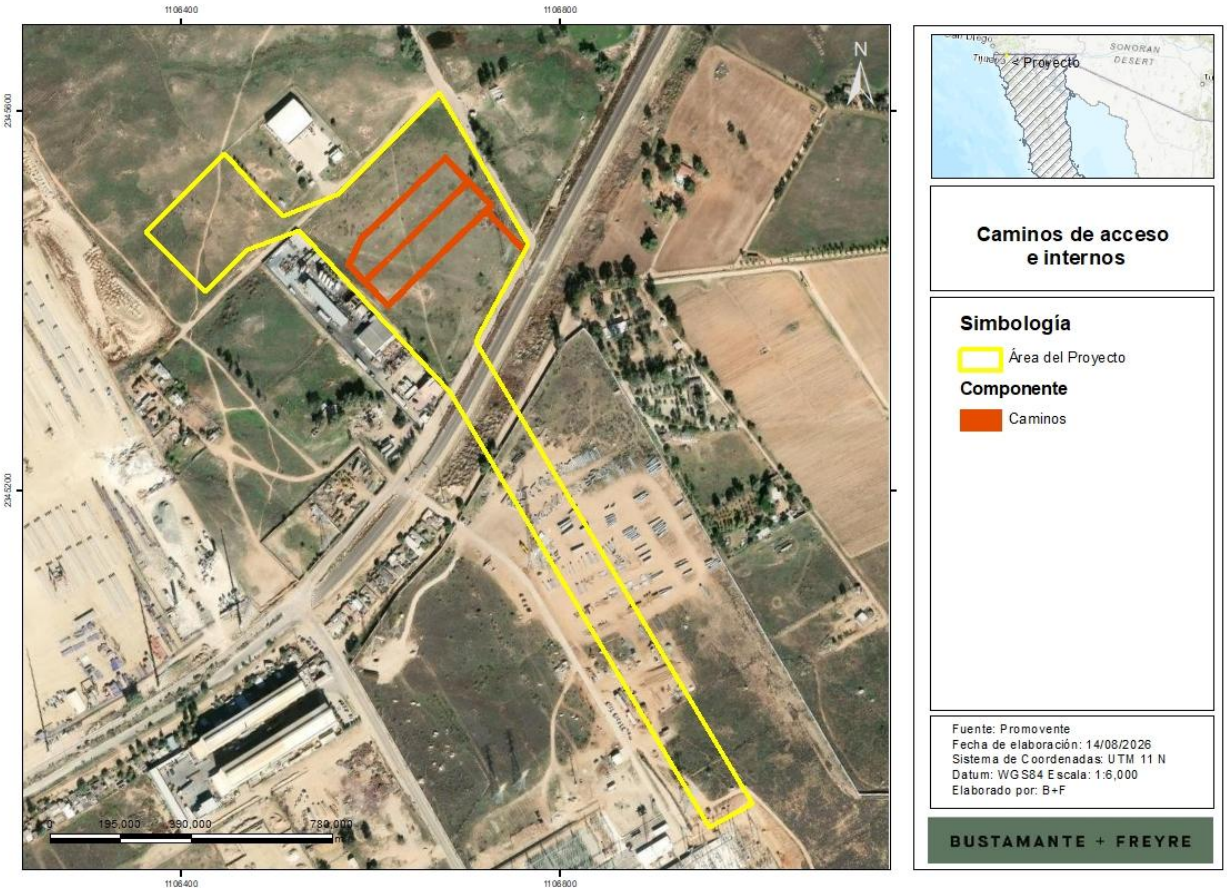
### II.2.9.1. Caminos internos y de acceso

El **Proyecto** considera 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 II.29.** Ubicación de caminos internos y de acceso en el **Proyecto**




## II.2.9.2. Obras de drenaje pluvial

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

El **Proyecto** no contempla un sistema de drenaje industrial permanente. En las áreas que utilicen aceites dieléctricos (principalmente transformadores de potencia y estaciones de transformación) se implementarán sistemas de contención secundaria para el manejo de derrames accidentales y contingencias ambientales. Cabe señalar que algunos equipos podrán incorporar su propio sistema de



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

#### II.2.9.3. Cercado perimetral, videovigilancia e iluminación

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

### II.2.10. Obras provisionales

#### II.2.10.1. Área de faenas

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

#### II.2.10.2. Almacén temporal de residuos

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



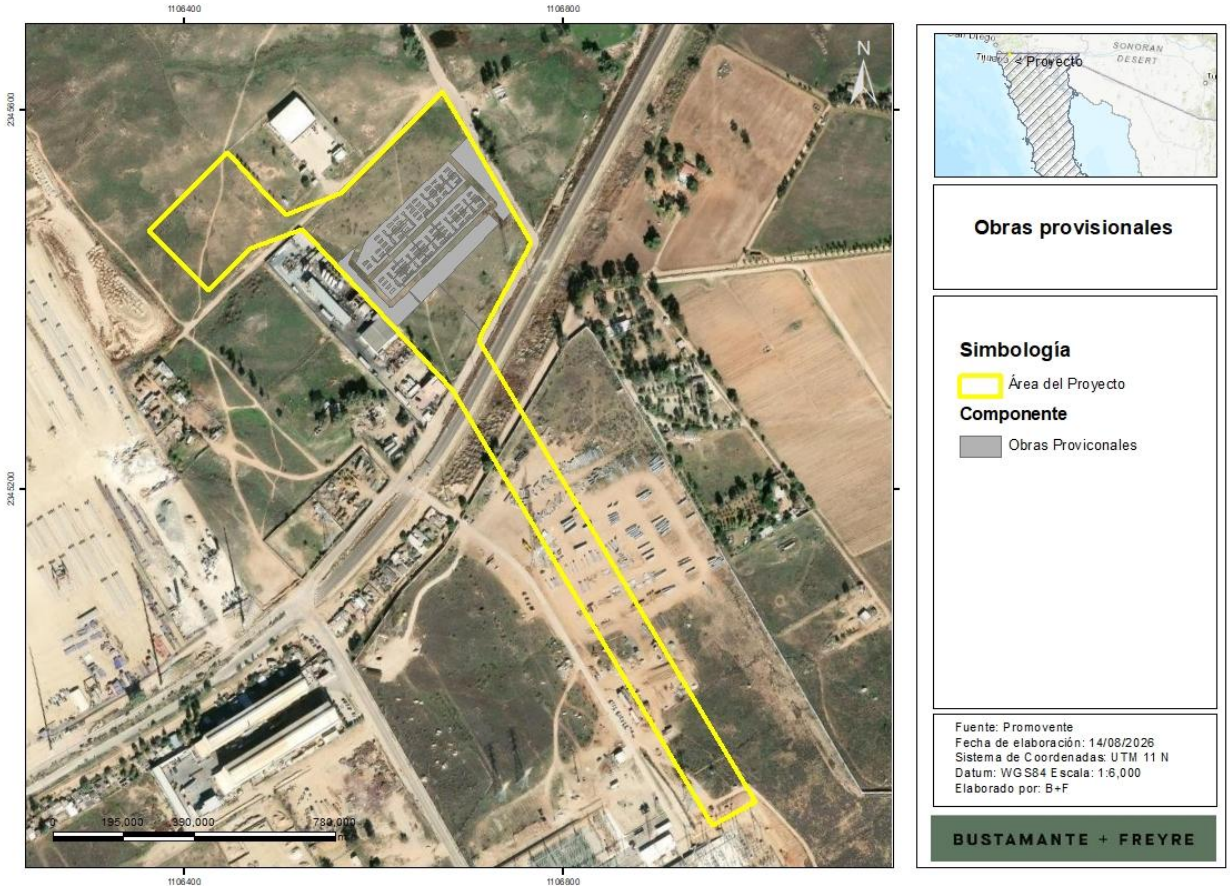
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

### II.2.10.2. Área de maniobras

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

**Figura II.30.** Ubicación de las obras provisionales



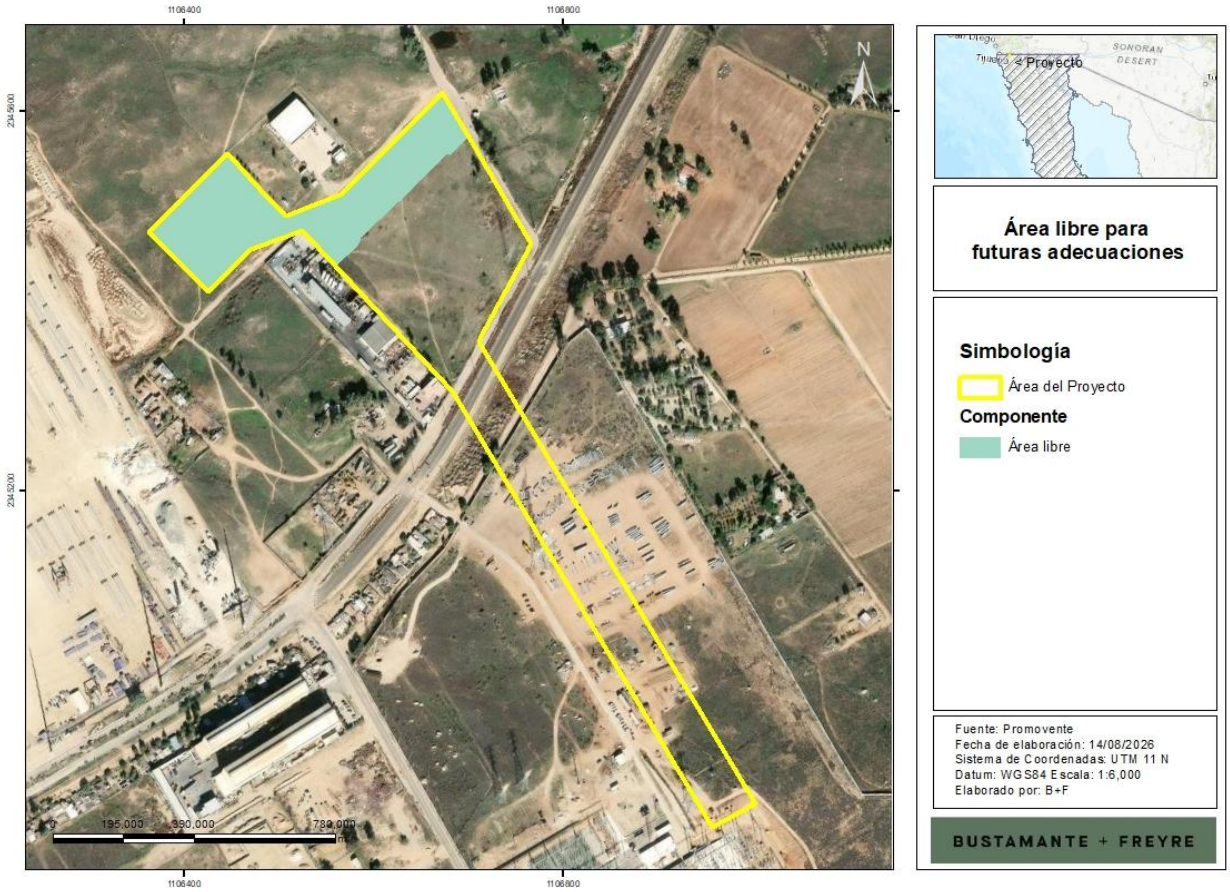



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## II.2.11. Área libre (para futuras adecuaciones)

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

**Figura II.31.** Ubicación del área libre




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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

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

### II.2.12. Obra civil y electromecánica

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

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

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

## II.3. Programa de trabajo

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.12.** 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 | | | | | | | |
| Preparación del terreno | | | | | | | |
| Instalación de obras provisionales | | | | | | | |
| Delimitación perimetral | | | | | | | |
| Excavación, nivelación y movimiento de tierras | | | | | | | |
| Construcción de obras de drenaje | | | | | | | |
| Instalación de vallado perimetral, videovigilancia e iluminación | | | | | | | |
| Conformación de plataformas (cimentación y construcción de losas), accesos y caminos internos | | | | | | | |
| Instalación del **SAEE** | | | | | | | |
| Instalación de la red subterránea de media tensión | | | | | | | |
| Construcción de la subestación elevadora y excavación de sus cimentaciones | | | | | | | |
| Instalación de la torre de la línea de interconexión | | | | | | | |
| Tendido del cable de la Línea de Interconexión | | | | | | | |
| Pruebas, precomisionamiento y puesta en servicio | | | | | | | |
| **Operación y mantenimiento** | | | | | | | |
| Supervisión local y remota | | | | | | | |
| Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) | | | | | | | |
| Mantenimiento preventivo y correctivo | | | | | | | |
| **Desmantelamiento y abandono** | | | | | | | |
| Desmantelamiento de los equipos e instalaciones | | | | | | | |
| Gestión de materiales y residuos conforme a la normatividad vigente | | | | | | | |
| Restauración del sitio | | | | | | | |

### II.3.1. Representación gráfica regional

La representación gráfica regional del **Proyecto** muestra la ubicación del polígono dentro del contexto territorial del municipio de Tijuana, Baja California, identificando la conectividad con la Carretera Federal "Autopista Mexicali-Tijuana", las localidades cercanas y la Subestación SE Herradura de la **CFE**, que constituye el Punto de Interconexión con el **SEN**.

Desde el punto de vista hidrológico, el **Proyecto** se localiza dentro de la Región Hidrológica **Baja California Noroeste (Ensenada)** particularmente en la cuenca hidrológica del **R. Tijuana - A. Des Maneadero** la cual constituye el principal sistema de drenaje superficial de la región. En esta zona predominan escurrimientos de carácter intermitente, asociados a arroyos y cauces temporales que se activan principalmente durante la temporada de lluvias, los cuales descargan sus flujos hacia la Presa Abelardo L. Rodríguez.

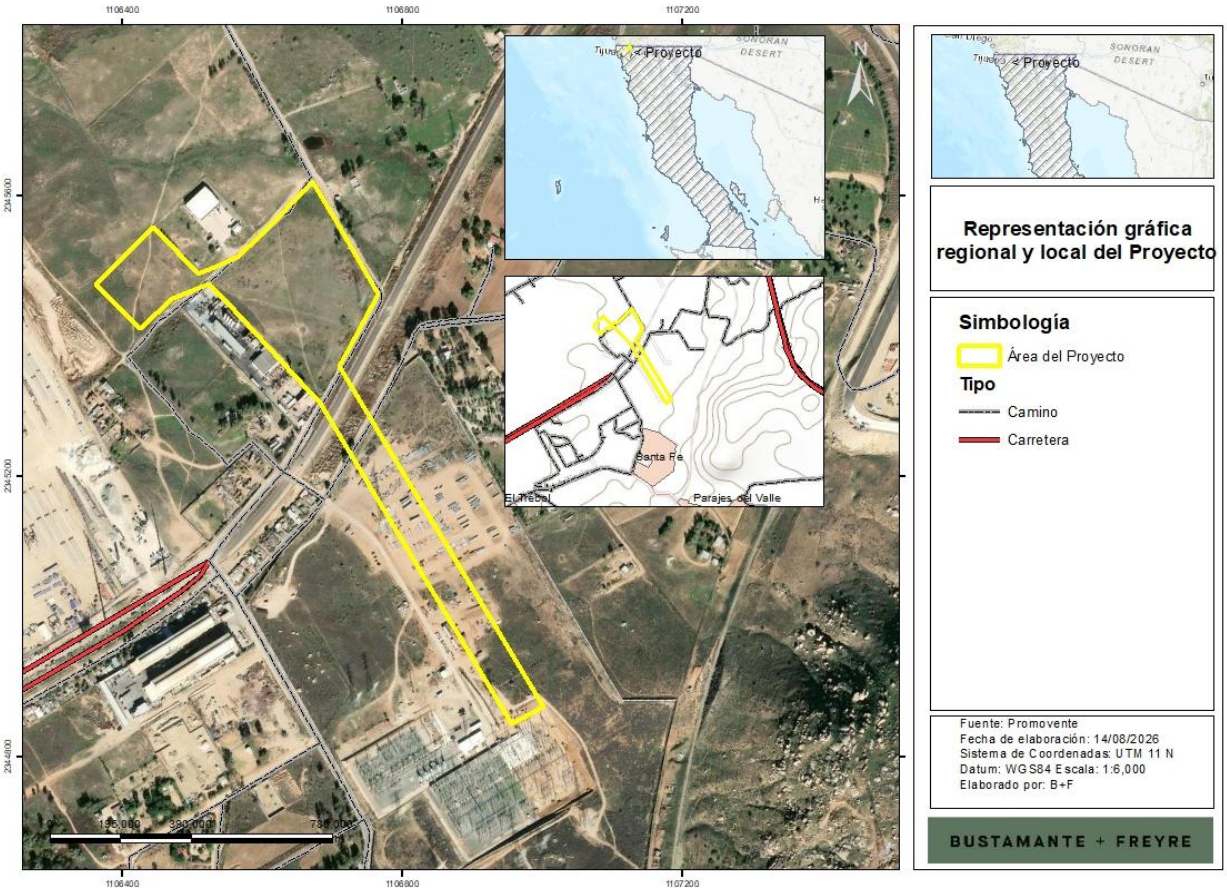
En términos de conectividad regional, el área del **Proyecto** cuenta con acceso directo a través de la Carretera Federal "Autopista Mexicali-Tijuana”, que constituye una vía estratégica del corredor de comunicación entre la zona conurbada del municipio de Tijuana y municipio de Mexicali con la ubicación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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

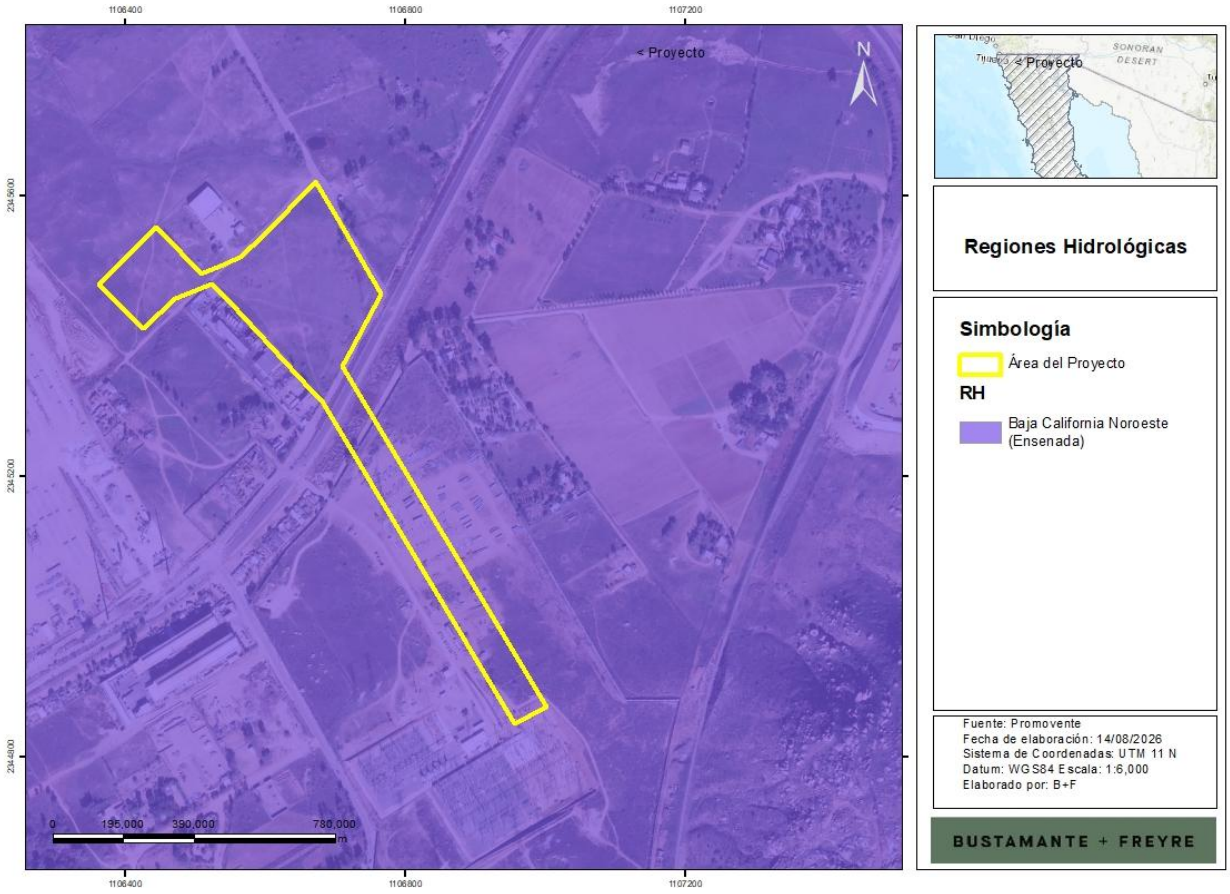
**Figura II.32.** Representación gráfica regional del **Proyecto**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

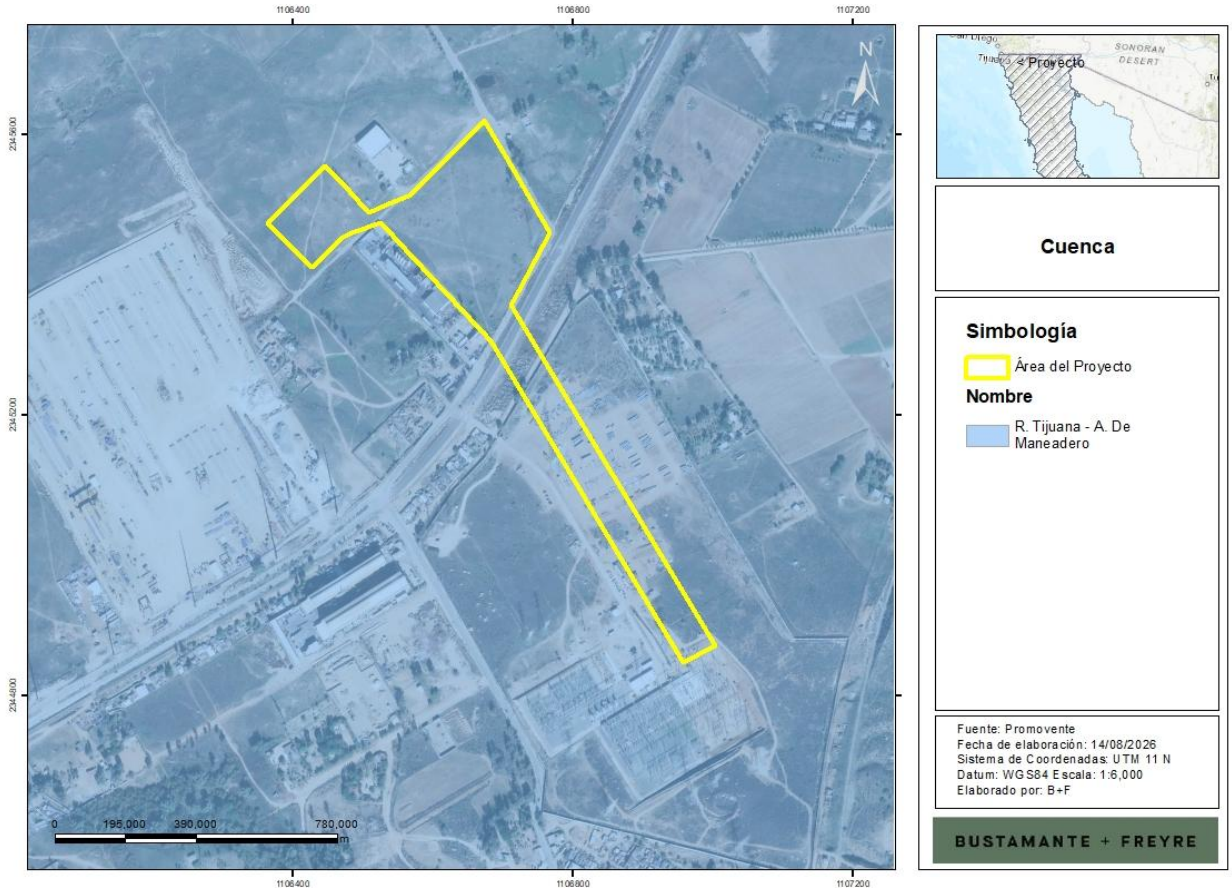
**Figura II.33.** Regional Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.34.** Cuenca Hidrológica en la que se ubica el **Proyecto**.




## II.3.2. Representación gráfica local

La representación gráfica local del **Proyecto** muestra el polígono detallado 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 R. Tijuana - A. De Maneadero. Estas unidades hidrológicas estructuran el patrón local de drenaje superficial del sitio y forman parte del sistema de drenaje regional que fluyen hacia la costa oeste.

En el área del **Proyecto** no existe presencia de cuerpos de agua, sin embargo, se identificó un escurrimiento intermitente. 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**.

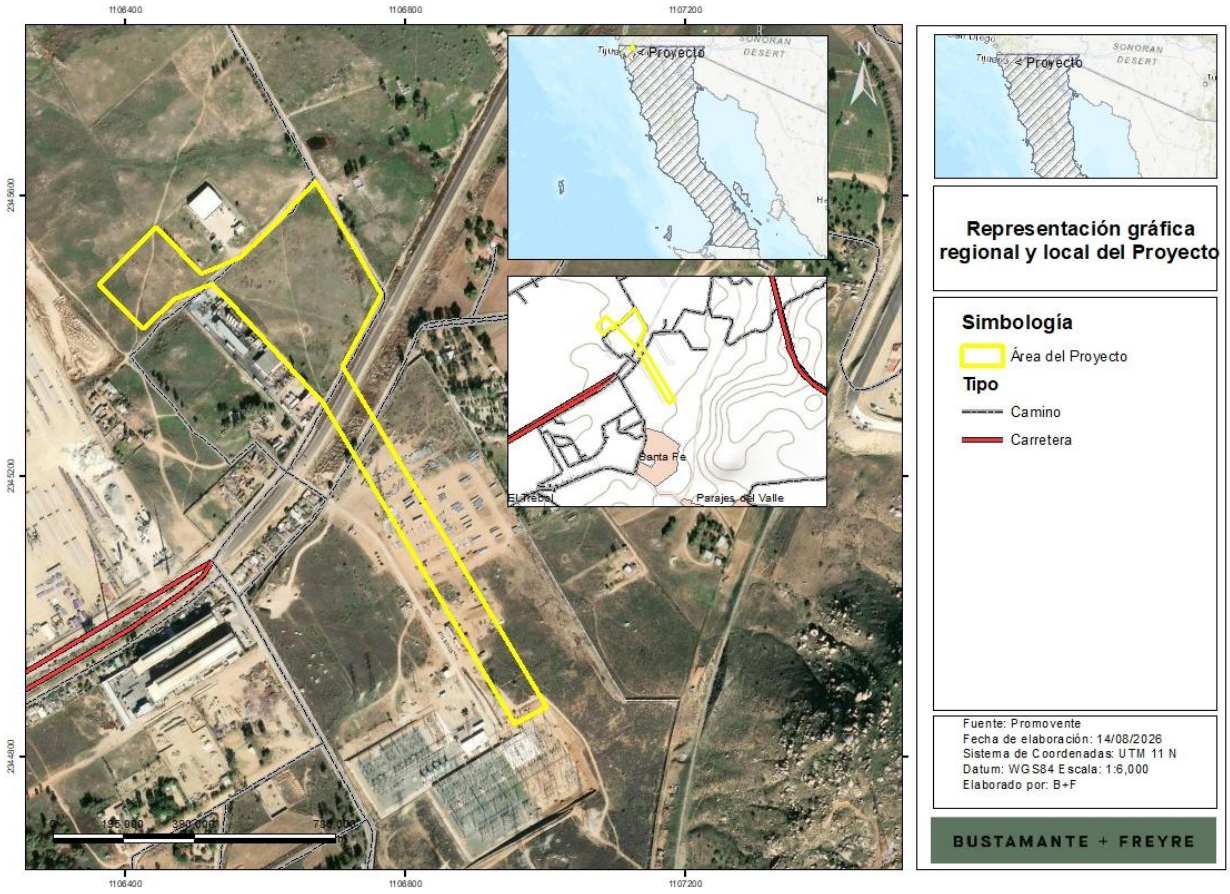


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con el recorrido de campo realizado al sitio, en el área del **Proyecto** se cuenta con un solo uso de suelo, el cual corresponde a agricultura temporal.

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

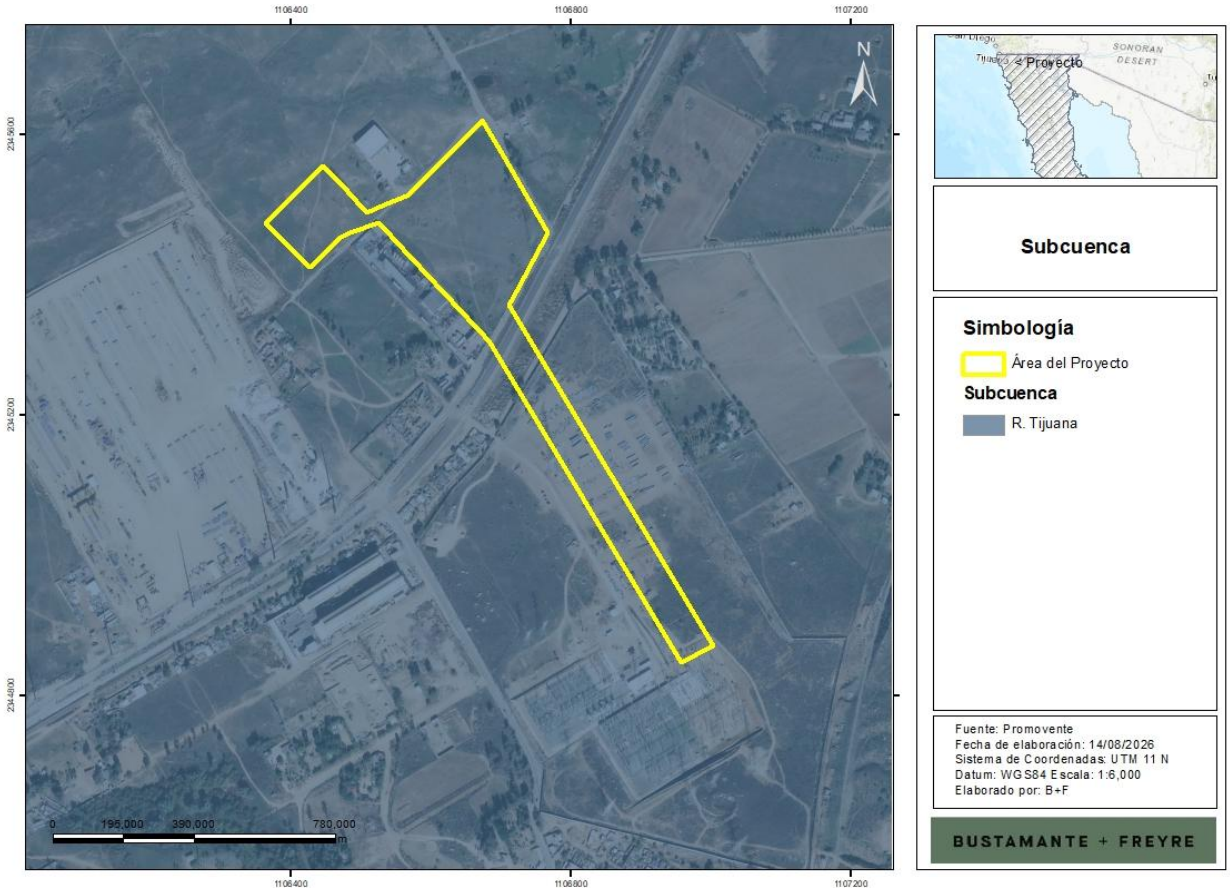
**Figura II.35.** Representación gráfica local del Proyecto






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

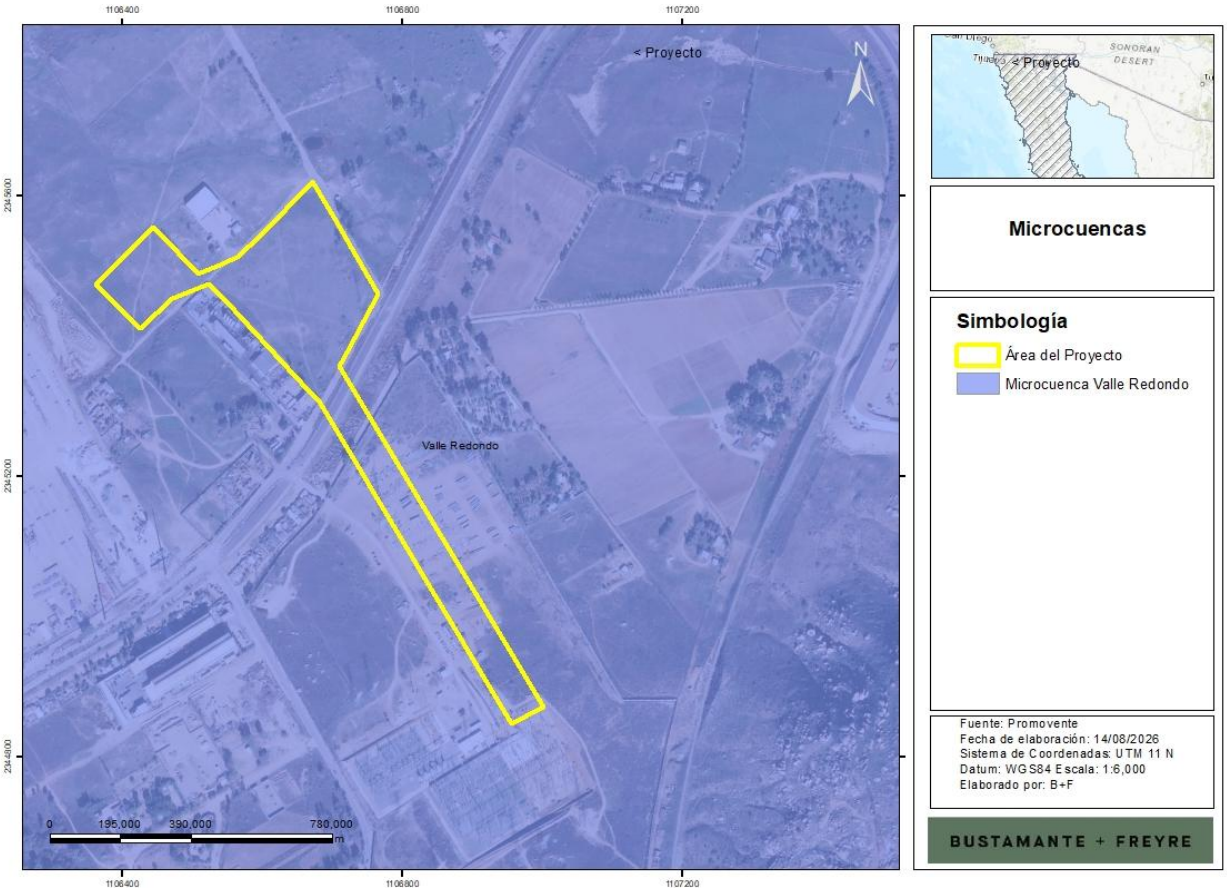
**Figura II.36.** Subcuencas en donde se ubica el **Proyecto**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.37.** Microcuenca en las que se ubica el **Proyecto**




## II.4. Descripción de las etapas del Proyecto

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

### II.4.1. Actividades Previas

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

- Estudios de ingeniería básica y de detalle (mecánica, eléctrica, civil, geotécnica, hidrológica e hidráulica).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Estudios ambientales (línea base, manifestación de impacto ambiental modalidad regional, estudios técnicos justificativos, etc.).
- Gestión de permisos, autorizaciones y licencias ante las autoridades federales (**SEMARNAT**, **CFE**/**CENACE**), estatales y municipales aplicables.
- Trámites administrativos y legales asociados a la tenencia de la tierra, contratos de arrendamiento o uso del suelo, servidumbres de paso y demás instrumentos jurídicos requeridos.
- Procura y compra de equipos principales.
- Selección de contratistas y formalización de contratos de obra y servicios.
- Estudios complementarios (topográfico de detalle, geotécnico final, hidráulico, eléctrico de coordinación con **CFE**-**CENACE**, etc.).

Durante esta etapa no se prevé la generación significativa de aguas residuales dentro del sitio del **Proyecto**, debido a que las actividades estarán enfocadas principalmente en estudios, ingeniería, gestión de permisos y actividades administrativas.

### II.4.2. Preparación del sitio

La preparación del sitio comprende las siguientes actividades principales:

#### II.4.2.1. Trazo y Delimitación del sitio del Proyecto

Se delimitan con banderines o estacas mediante el levantamiento topográfico con estación total las áreas requeridas para el desarrollo del **Proyecto**, que sean autorizadas por los resolutivos ambientales.

#### II.4.2.2. Preparación del terreno

Consiste en la remoción de la vegetación ruderal u ornamental presente dentro de las áreas autorizadas para la construcción de las obras 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 parque fotovoltaico, favoreciendo la infiltración, reduciendo la escorrentía superficial y disminuyendo la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II.38.** Actividades típicas de desmonte y despalme



### II.4.2.3. Instalación de obras provisionales

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

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

Los frentes de trabajo serán móviles y se desarrollarán de manera progresiva, aplicando en todo momento las medidas de seguridad y protección ambiental correspondientes. Las obras provisionales serán ubicadas estratégicamente en el interior del polígono del **Proyecto** y retiradas al concluir las actividades.

### II.4.2.4. Delimitación perimetral

Previo al inicio de las actividades constructivas se implementarán medidas para la delimitación y control de acceso a las áreas de trabajo, mediante la instalación de cercos temporales, señalización y puntos de control que permitan restringir el ingreso a personal autorizado. Estas medidas tendrán como finalidad garantizar la seguridad del personal, proteger la maquinaria, equipos e infraestructura temporal, así como mantener un adecuado control operativo durante la etapa de construcción.

## II.4.3. Construcción

La etapa de construcción comprenderá las siguientes actividades constructivas:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras

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

### II.4.3.2. Construcción de obras de drenaje

Se construirán obras de drenaje pluvial destinadas a captar, conducir y controlar los escurrimientos superficiales generados por eventos de precipitación. Estas obras podrán incluir cunetas, canales, alcantarillas, pasos de agua, vados y demás estructuras hidráulicas requeridas para mantener el drenaje natural del sitio y proteger la infraestructura del **Proyecto**.

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

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

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

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

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

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

### II.4.3.5. 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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

colocar los equipos sobre las losas de cimentación en su ubicación definitiva, garantizando su correcta alineación, nivelación y estabilidad para su posterior conexión eléctrica y puesta en servicio.

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

### II.4.3.6. 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.

### II.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**.

### II.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.

### II.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 II.39.** Ejemplo de obras civiles para la instalación de la torre de la línea de transmisión



### II.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.

### II.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.

## II.4.4. Operación y Mantenimiento

La etapa de Operación tiene una duración prevista de 40 años y consiste en el almacenamiento de energía eléctrica. El **SAEE** permitirá tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al **SEN** en momentos posteriores, operando mediante un flujo bidireccional de potencia (carga y descarga) que contribuirá a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad de la red.



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 al almacenamiento de energía.

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

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

### II.4.4.1. Mantenimiento preventivo

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

### II.4.4.2. Mantenimiento correctivo

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

### II.4.4.3. Mantenimiento predictivo

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

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

### II.4.5. Desmantelamiento

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

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

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

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

## II.5. Requerimientos de Recursos

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

### II.5.1. Personal

Se estima la siguiente plantilla de personal por etapa del **Proyecto**. Las jornadas laborales se desarrollarán de lunes a viernes de 08:00 a 18:00 horas con una hora de comida, y sábados de 08:00 a 13:00 horas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Siempre que sea posible, se dará prioridad a la contratación de mano de obra local; sin embargo, para actividades especializadas podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados.

**Tabla II.13.** 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: ≈ 183 personas (obreros, técnicos, operativos y especializados). |
| Operación y Mantenimiento | ≈ 8 empleos permanentes (técnicos, administrativos y vigilancia) |
| Desmantelamiento | Demanda máxima estimada de aproximadamente 52 trabajadores (técnicos, operativos y especializados). |

## II.5.2. Agua

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

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

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el consumo de agua se considera nulo o no significativo, toda vez que el funcionamiento del sistema no requiere agua de manera continua. En su caso, el uso de agua se limitará a actividades puntuales de limpieza, control de polvo o atención de contingencias, por lo que no se prevé un requerimiento ordinario de agua para la operación del **Proyecto**.

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.14.** Resumen del requerimiento de agua por etapa

| Etapa | Fuente de suministro | Volumen / Frecuencia estimado |
|---|---|---|
| Preparación del sitio | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). |
| Construcción | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). **Estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción: aprox. 4,541 m$^3$** |
| Operación y Mantenimiento | El sistema de almacenamiento cuenta con refrigeración líquida en circuito cerrado | Volúmenes menores sanitarios. |
| Desmantelamiento | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Control de polvo y revegetación + consumo humano. **Estimado: aprox. 2,838 m$^3$** |

### II.5.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica requerida durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento será suministrada mediante generadores eléctricos temporales alimentados con combustible diésel, los cuales se instalarán en las áreas de faena, de acuerdo con las necesidades operativas del **Proyecto**. Los generadores se ubicarán en áreas delimitadas, señalizadas y con acceso controlado, contando con medidas de seguridad y protección ambiental para prevenir riesgos asociados a su operación.

Las zonas destinadas al almacenamiento y abastecimiento de combustible dispondrán de superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y demás medidas de control que resulten aplicables conforme a la normatividad vigente.

Durante la etapa de Operación se requerirá energía eléctrica para el funcionamiento de los sistemas de control, protección, monitoreo, comunicaciones, videovigilancia, equipos de cómputo, alumbrado interior y exterior, así como para los servicios auxiliares asociados al **SAEE** y la subestación elevadora. Con base en la información sobre **Proyectos** similares, una referencia útil indica que la carga auxiliar de un **SAEE** normalmente está entre 0.5% y 5% de su capacidad/potencia nominal, dependiendo del diseño, clima y necesidades de enfriamiento. Una vez que la central entre en servicio, dichos requerimientos serán abastecidos desde la propia instalación.

### II.5.4. Combustibles

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El abastecimiento y, en su caso, el almacenamiento temporal, se realizarán conforme a la normatividad aplicable.

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 eléctricas portátilesy vehículos de supervisión.

Como referencia preliminar para un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica de gran escala, incluyendo subestación elevadora y línea particular de interconexión, se estima un consumo total durante la construcción de aproximadamente **82 m³ de diésel** y de **2.17 m³ de gasolina**.

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

**Tabla II.15.** 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. 26 m³ | Aprox. 0.65 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. 28 m³ | Aprox. 0.65 m³ |
| Montaje BESS, subestación, red colectora 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. 24 m³ | Aprox. 0.55 m³ |
| Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | Aprox. 2.51 m³ | Aprox. 0.22 m³ |
| Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | Aprox. 0.85 m³ | Aprox. 0.09 m³ |
| | **Total estimado de construcción** | **Aprox. 81.36 m³** | **Aprox. 2.16 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 pruebas o contingencias de vehículos de operación y mantenimiento, cuando éstas existan, y **1.2 m³ de gasolina** para vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante el desmantelamiento y abandono se estima un consumo adicional de aproximadamente **14 m³ de diésel** y **0.57 m³ de gasolina**, asociado al retiro de contenedores **SAEE**, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos.

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

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

### II.5.5. Maquinaria y equipo

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

**Tabla II.16.** 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 II.17.** 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 II.18.** 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 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Cantidad | Equipo | Combustible | Consumo estimado |
|---|---|---|---|
| 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.

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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

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

En la medida de lo posible, se procurará aprovechar los materiales generados durante las actividades de movimiento de tierras y adecuación del terreno, siempre que sus características geotécnicas permitan su utilización en las obras proyectadas.

En caso de requerirse material adicional, éste será suministrado por bancos de materiales legalmente establecidos y autorizados por las autoridades competentes, los cuales deberán contar con los permisos y autorizaciones vigentes para su operación.

### II.5.7. Residuos y aguas residuales

#### II.5.7.1. Manejo de aguas residuales

- **Preparación del sitio y Construcción**. Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas de faena, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. No se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o drenajes naturales.
- **Operación y Mantenimiento**. Durante esta etapa las aguas residuales serán generadas principalmente por el personal técnico, administrativo y de vigilancia que labore de forma permanente en las instalaciones del **Proyecto**. Estas aguas serán conducidas a un sistema sanitario autónomo, integrado por fosa séptica o solución equivalente, diseñada conforme a la normatividad aplicable y a los requerimientos de la ingeniería de detalle.
- **Desmantelamiento**. Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.

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

#### II.5.7.2. Manejo de residuos

Los residuos generados durante las distintas etapas del **Proyecto** se clasifican conforme a la legislación aplicable en:

- **RSU**: Residuos Sólidos Urbanos.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **RME**: Residuos de Manejo Especial.
- **RP**: Residuos Peligrosos.

**Tabla II.19.** Clasificación de residuos a generar por etapa

| Etapa | Tipo de residuo | Clasificación | Volumen estimado |
|---|---|---|---|
| Preparación del sitio y Construcción | Residuos de oficina (papel, cartón, plástico) | RSU | ≤ 0.03 t/mes |
| | Vegetación producto del desmonte y despalme | RME | Según superficie intervenida |
| | Material excedente de excavaciones y nivelaciones | RME | Según balance de tierras |
| | Empaques de cartón, plástico, madera y tarimas | RSU / RME | 5 a 10 t |
| | Chatarra metálica (acero, aluminio, conductores) | RME | 2 a 5 t |
| | Restos de concreto y materiales de construcción | RME | 3 a 8 t |
| | Aceites usados, grasas, filtros y absorbentes contaminados | RP | 0.3 a 1 t |
| | Envases contaminados con hidrocarburos o pinturas | RP | 0.1 a 0.4 t |
| | Residuos sanitarios de sanitarios portátiles | RSU | 0.3 a 0.8 kg/trabajador/día |
| Operación y mantenimiento | Residuos domésticos del personal | RSU | 0.5 a 1 t/año |
| | Equipos eléctricos menores y refacciones sustituidas | RME | < 1.3 t/año |
| | Aceites, lubricantes, filtros y absorbentes contaminados | RP | < 0.6 t/año |
| | Baterías, componentes electrónicos o eléctricos fuera de servicio | RP | Eventual |
| Desmantelamiento | Estructuras metálicas y conductores | RME (reciclaje y valorización) | Según inventario final |
| | Equipos eléctricos y electromecánicos | RME / RP según componente | Según inventario final |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Etapa | Tipo de residuo | Clasificación | Volumen estimado |
|---|---|---|---|
| | 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 | ≤ 1.3 ton |
| | Residuos domésticos del personal de desmantelamiento | RSU | 0.3 a 0.8 kg/trabajador/día |

Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista EPC durante la etapa constructiva. Durante todas las etapas del **Proyecto** se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas de faena y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características.

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

disposición final, y los residuos serán entregados a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces o áreas naturales, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales.

### II.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido

Las principales emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos que operan con gasolina o diésel, así como a la generación de partículas suspendidas por las actividades de movimiento de tierras, excavaciones, tránsito vehicular y manejo de materiales. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (**CO**), hidrocarburos (**HC**), óxidos de nitrógeno (**NOx**), dióxido de azufre (**$SO_2$**) y material particulado. Estas emisiones tendrán carácter temporal y localizado, y serán mitigadas mediante el riego de caminos y áreas de trabajo, así como mediante programas de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. En condiciones normales de operación se procurará cumplir con los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, correspondientes a 68 dB(A) en horario diurno (06:00 a 22:00 h) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00 a 06:00 h). De manera temporal y en áreas cercanas a maquinaria pesada, podrán registrarse niveles de ruido de hasta 95 dB(A) a una distancia aproximada de 5 m de la fuente. El personal expuesto utilizará equipo de protección auditiva conforme a los procedimientos de seguridad aplicables.

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

## II.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero

### II.6.1. Emisiones a la atmósfera

Durante las distintas etapas del **Proyecto** se generarán emisiones atmosféricas asociadas principalmente al uso de maquinaria, equipos y vehículos que operan con combustibles fósiles (gasolina y diésel), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.20.** Emisiones atmosféricas principales por etapa

| Emisión | Etapas en que se genera | Fuente principal | Duración típica de exposición |
|---|---|---|---|
| Gases de combustión (**$SO_2$**, **$NO_x$**, **CO**, **$CO_2$**, **HC**) | Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, desmantelamiento | Maquinaria, vehículos y generadores | Hasta 8 h/día durante jornadas de obra |
| Partículas suspendidas (**PST**, **PM10**, **PM2.5**) | Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento | Movimientos de tierras y circulación vehicular | Hasta 8 h/día durante jornadas de obra |
| Ruido (emisión acústica) | Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento | Maquinaria pesada | Hasta 95 dB(A) a 5 m, controlado por EPP y **NOM**-081-**SEMARNAT**-1994 |

## II.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa

Los consumos de combustible considerados para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI)** se derivan de los valores presentados en el apartado II.5.5 Maquinaria y equipo y los requerimientos descritos en el apartado II.5.4 Combustibles. La relación de maquinaria y equipo considerada se sintetiza en la siguiente tabla:

**Tabla II.21.** Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de **GEI**

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Diésel estimado | | Gasolina estimada | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m3 | litros | m3 | litros |
| Preparación del sitio y construcción (2 años) | Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras | Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros | 26 | 26,000 | 0.65 | 650 |
| | Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones | Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros | 28 | 28,000 | 0.65 | 650 |
| | Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión | Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros | 24 | 24,000 | 0.55 | 550 |
| | Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de | 2.51 | 2,510 | 0.22 | 220 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Diésel estimado | | Gasolina estimada | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m3 | litros | m3 | litros |
| | | prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | | | | |
| | Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | 0.85 | 850 | 0.09 | 90 |
| **Total estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción** | | | **81.36** | **81,360** | **2.16** | **2,160** |
| Operación y mantenimiento (40 años) | Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) | Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias. | 60 | 60,000 | 0 | 0 |
| | Mantenimiento preventivo y correctivo | | 0 | 0 | 48 | 48,000 |
| **Total estimado para la etapa de operación y mantenimiento** | | | **60** | **60,000** | **48** | **48,000** |
| Desmantelamiento y abandono (12 meses) | Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos | Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura | 14 | 14,000 | 0.57 | 570 |
| **Total estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono** | | | **14** | **14,000** | **0.57** | **570** |

NOTA:La estimación se determina conforme a la maquinaria identificada en el aparado II.5.5 Maquinaria y equipo y al programa de trabajo del Proyecto (Apartado II.3), considerando las tres etapas establecidas: (1) Preparación del sitio y Construcción de 2 años (que absorbe las Actividades Previas), (2) Operación y Mantenimiento de 40 años, y (3) Desmantelamiento de 1 año. Las horas de operación se estiman por tipo de equipo según su función específica dentro de cada etapa, conforme a lo descrito en los apartados II.5.4 (Combustibles) y II.5.5 (Maquinaria y equipo).

## II.6.3. Conceptos básicos sobre GEI

Los **GEI** son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (**$CO_2$**)
- Metano (**$CH_4$**)
- Óxido nitroso (**$N_2O$**)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre ($SF_6$)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (**$CO_2$**), el metano (**$CH_4$**) y el óxido nitroso (**$N_2O$**), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando su



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 II.22.** Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001)

| Gas | GWP (100 años) |
|---|---|
| Dióxido de Carbono (**$CO_2$**) | 1 |
| Metano (**$CH_4$**) | 23 |
| Óxido Nitroso (**$N_2O$**) | 296 |
| Fluorocarburos | 120 – 12,000 |
| Clorofluorocarbonos | 5,700 – 11,900 |
| Hexafluoruro de azufre ($SF_6$) | 22,200 |

## II.6.4. Cálculo de $CO_2$ equivalente

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

**$CO_2$eq = Masa del gas × Potencial de calentamiento (GWP)**

Se elige el **$CO_2$** como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de **$CO_2$eq** 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).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.23.** 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 |

## II.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI

Considerando la duración de cada etapa del **Proyecto** (2 años de preparación del sitio y construcción, 40 años de operación y mantenimiento, y 1 año de desmantelamiento), un factor de utilización promedio y los consumos medios, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de **GEI** por etapa. Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista **EPC** durante la ejecución del **Proyecto**, conforme al uso real de maquinaria y equipo.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.24.** Estimación preliminar de generación de **GEI** por etapa del **Proyecto**

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Consumo (litros) | Combustible | kg $CO_2e$ de $CO_2$ por unidad | kg $CO_2e$ de $CH_4$ por unidad | kg $CO_2e$ de $N_2O$ por unidad | Total kg CO2e |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del sitio y construcción (2 años) | Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras | Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros | 26,000 | Diésel | 65,535.08 | 6.76 | 962.00 | 66,503.84 |
| | | | 650 | Gasolina | 1,396.23 | 4.68 | 4.29 | 1,405.20 |
| | Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones | Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros | 28,000 | Diésel | 70,576.24 | 7.28 | 1,036.00 | 71,619.52 |
| | | | 650 | Gasolina | 1,396.23 | 4.68 | 4.29 | 1,405.20 |
| | Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión | Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros | 24,000 | Diésel | 60,493.92 | 6.24 | 888.00 | 61,388.16 |
| | | | 550 | Gasolina | 1,181.43 | 3.96 | 3.63 | 1,189.02 |
| | Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | 2,510 | Diésel | 6,326.66 | 0.65 | 92.87 | 6,420.18 |
| | | | 220 | Gasolina | 472.571 | 1.584 | 1.452 | 475.61 |
| | Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | 850 | Diésel | 2,142.49 | 0.22 | 31.45 | 2,174.16 |
| | | | 90 | Gasolina | 193.3245 | 0.648 | 0.594 | 194.57 |

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Consumo (litros) | Combustible | kg $CO_2e$ de $CO_2$ por unidad | kg $CO_2e$ de $CH_4$ por unidad | kg $CO_2e$ de $N_2O$ por unidad | Total kg CO2e |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Subtotal estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción** | | | **83,520** | **Diésel y gasolina** | **209,714** | **36.71** | **3,025** | **212,775** |
| Operación y mantenimiento (40 años) | Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) | Vehículos de operación y mantenimiento (camionetas pickup y camioneta de 3½ t, a diésel) | 60,000 | Diésel | 151,234.80 | 15.60 | 2,220.00 | 153,470.40 |
| | Mantenimiento preventivo y correctivo | Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias. | 48,000 | Gasolina | 103,106.40 | 345.60 | 316.80 | 103,768.80 |
| **Subtotal estimado para la etapa de operación y mantenimiento** | | | **108,000** | **Diésel y gasolina** | **254,341** | **361.20** | **2,536.80** | **257,239** |
| Desmantelamiento y abandono (12 meses) | Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos | Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura | 14,000 | Diésel | 35,288.12 | 3.64 | 518.00 | 35,809.76 |
| | | | 570 | Gasolina | 1,224.39 | 4.10 | 3.76 | 1,232.25 |
| **Subtotal estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono** | | | **14,570** | **Diésel y gasolina** | **36,513** | **7.74** | **522** | **37,042** |
| **Total estimado para el desarrollo del Proyecto** | | | **206,090** | **Diésel y gasolina** | **500,568** | **405.65** | **6,083** | **507,057** |

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la **Tabla II.24** (UK GHG 2022) para los tres gases de efecto invernadero principales asociados a la combustión ($CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$), la estimación preliminar de emisiones de **GEI Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 507,057 kg de $CO_2$ equivalente, es decir, 507.057 toneladas de $CO_2$ equivalente (t $CO_2e$), distribuidas entre las tres etapas establecidas en el programa de trabajo.

La etapa de Preparación del sitio y Construcción (2 años) concentra el 41.96% del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras, montaje de estructuras, transporte de materiales, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los Tractocamiones, los Camiones de volteo, las Motoconformadoras/Bulldozer y los Camiones tipo Titán constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel. La etapa de Operación y Mantenimiento (40 años) aporta el 50.73% del total, correspondiente a vehículos de supervisión, vigilancia y mantenimiento. Finalmente, la etapa de Desmantelamiento (1 año) representa el 7.31% del total, asociado al retiro de la infraestructura y al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono ($CO_2$) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso ($N_2O$) (1.20%) y el metano ($CH_4$) (0.08%). La predominancia del $CO_2$ es congruente con la naturaleza de las fuentes consideradas, dado que la combustión de diésel y gasolina en motores de combustión interna genera principalmente este gas, mientras que el $CH_4$ y el $N_2O$ se emiten en proporciones marginales conforme a los factores de la **Tabla II.24.**

En conjunto, las emisiones estimadas son congruentes con el tipo y magnitud de las actividades previstas y se considerarán para el diseño de las medidas de prevención, mitigación y control que se desarrollan en los capítulos correspondientes del presente estudio. Cabe destacar que, una vez en operación, el **Proyecto** contribuirá al desplazamiento de las emisiones de **GEI** asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del **SEN**, por lo que, su contribución neta al inventario nacional de **GEI** será negativa a lo largo de los 40 años de vida útil considerados, consolidándose como una infraestructura alineada con los objetivos nacionales de transición energética, mitigación del cambio climático y descarbonización de la matriz eléctrica nacional.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD REGIONAL

## PROYECTO:

## "SAEE HERRADURA"

## PROGRAMA DE CIERRE DE OPERACIONES, DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN DEL SITIO

**PROMOVENTE**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**

## I.1. Naturaleza y alcance del programa

El presente *Programa de Cierre de Operaciones, Desmantelamiento, Abandono y Restauración del Sitio* establece los lineamientos generales conforme a los cuales se llevará a cabo el eventual cierre del proyecto denominado "**SAEE Herradura"** (en adelante "**Proyecto**"), una vez concluida su vida útil estimada o por decisión anticipada del promovente.

Dado el horizonte temporal de la operación del **Proyecto**, el presente documento tiene **carácter preliminar e indicativo**. Su propósito es manifestar el compromiso con un cierre ordenado, ambientalmente responsable y conforme a la normatividad ambiental que resulte aplicable al momento de su ejecución; en tanto que las condiciones técnicas, normativas, de mercado y del propio sitio podrán haber cambiado significativamente para entonces.

El programa será **actualizado, detallado y formalmente presentado a la autoridad ambiental competente** previamente al inicio de las actividades de cierre, conforme a lo establecido en el apartado I.13 del presente documento.

## I.2. Datos del Proyecto

Para efectos de referencia, los datos identitarios del **Proyecto** al momento de elaboración son:

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

| Concepto | Descripción |
|---|---|
| Nombre del **Proyecto** | SAEE Herradura |
| Promovente | ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V. |
| Ubicación | Municipio de Tijuana, Baja California; localidad de Santa Fe C.P. 22334. Acceso por la Carretera Federal Autopista Mexicali - Tijuana |
| Superficie del predio | 7.6207 ha (76,207 m²) — superficie total del polígono del **Proyecto**, incluyendo área del **SAEE**, infraestructura asociada y derecho de vía de la línea de interconexión. |
| Componentes principales | Contenedores de baterías, Sistema de conversión de potencia, Sistema de gestión de baterías, estaciones de transformación de media tensión, red eléctrica de media tensión, línea de interconexión 230 kV con conexión a la Subestación SE Herradura de la **CFE** (Punto de interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional), Subestación Elevadora 34.5/230 kV, vialidades internas, cableado eléctrico subterráneo y aéreo, cerco perimetral y obras complementarias de drenaje pluvial. |
| Vida útil estimada de operación | 40 años (con posibilidad de ampliación mediante sustitución tecnológica de equipos) |
| Duración estimada de la etapa de cierre | 1 año (12 meses) — sujeta a ajuste según condiciones al momento del cierre |

## I.3. Marco normativo aplicable

Las actividades de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio se ejecutarán conforme a la **normatividad ambiental, urbana, sanitaria, laboral y de protección civil vigente al momento de su realización**. Sin perjuicio de la actualización normativa que pudiera ocurrir durante la vida útil del **Proyecto**, el marco normativo de referencia comprende, de manera enunciativa y no limitativa:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**LGPGIR**) y su Reglamento.
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**) aplicables al manejo de residuos peligrosos, residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos, descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, ruido y suelos contaminados.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**) y su Reglamento.
- Ley del Sector Eléctrico y sus disposiciones reglamentarias, así como la normatividad técnica aplicable al desmantelamiento de instalaciones eléctricas.
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Tijuana, Baja California, así como los instrumentos de planeación urbana y de ordenamiento ecológico territorial vigentes en el estado de Baja California.
- Disposiciones que, en su caso, emita la autoridad ambiental federal (**SEMARNAT**), estatal y municipal previo al inicio de las actividades de cierre.

Se verificará y, en su caso, gestionará oportunamente los permisos, autorizaciones, avisos y licencias que resulten exigibles al momento del cierre.

## I.4. Objetivos del cierre y abandono

Los objetivos generales del programa son los siguientes:

- Garantizar el cierre ordenado, seguro y ambientalmente responsable del **Proyecto** al término de su vida útil o ante decisión anticipada de cese de operaciones.
- Asegurar el retiro adecuado de las instalaciones, equipos y elementos constructivos presentes en el sitio.
- Garantizar la gestión integral y normada de los residuos generados durante el desmantelamiento, privilegiando esquemas de reúso, reciclaje y valorización.
- Implementar medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales asociados al cierre (emisiones, ruido, generación de residuos, afectación al suelo).
- Promover la restauración ambiental del sitio mediante acciones de estabilización del terreno y, en su caso, revegetación con especies nativas o adaptadas.
- Cumplir con la normatividad ambiental aplicable y con las obligaciones que se desprendan.

## I.5. Descripción general de la etapa de cierre y abandono

La etapa de cierre y abandono del **Proyecto** tendrá una duración estimada de 12 meses (1 año) a partir de la suspensión formal de las actividades de almacenamiento de energía eléctrica del **Proyecto**. Esta duración es indicativa y podrá ajustarse en función de las condiciones reales al momento del cierre, así

como del alcance específico de las obras a desmantelar y del estado de los equipos y materiales sustituibles o reaprovechables.

Las actividades de cierre se ejecutarán por etapas secuenciales y, cuando sea técnicamente viable, simultáneas, bajo la supervisión de un responsable técnico ambiental acreditado y conforme al Programa de Vigilancia Ambiental que se actualice para esta etapa. Las labores se realizarán privilegiando la seguridad ocupacional, la prevención de impactos al entorno inmediato y la minimización de molestias a las localidades y receptores sensibles próximos al **Proyecto**.

## I.6. Actividades generales del cierre

A continuación, se describen, de manera general, las actividades previstas para el cierre del **Proyecto**. La secuencia, alcance y temporalidad específicos de cada actividad se definirán en la actualización del programa al momento del cierre.

**Tabla I.2**. Actividades al cierre

| Fase | Actividades generales |
|---|---|
| 1. Cierre administrativo | Suspensión formal de las actividades de almacenamiento de energía eléctrica. Notificaciones a la autoridad ambiental federal (**SEMARNAT**), a la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) y al Centro Nacional de Control de Energía (**CENACE**) por la salida de operación del **Proyecto** del **Sistema Eléctrico Nacional**, así como, en su caso, a las autoridades estatales y municipales competentes y a los demás prestadores de servicios públicos. |
| 2. Desconexión de servicios | Desconexión y aislamiento de los equipos de almacenamiento respecto del Sistema Eléctrico Nacional, mediante coordinación con **CFE** y **CENACE**. Desenergización de la subestación elevadora 34.5/230 kV y de la línea de transmisión asociada. Retiro de medidores y elementos asociados al suministro de servicios auxiliares (energía eléctrica para servicios propios y telecomunicaciones del centro de control). |
| 3. Desmantelamiento de instalaciones | Desmantelamiento del cableado eléctrico de media tensión, tanto en canalizaciones subterráneas como en líneas aéreas, comprobando previamente la ausencia de tensión. Retiro de tuberías de canalización, charolas y registros eléctricos. Desmantelamiento de las estructuras metálicas de la torre de la línea de interconexión 230 kV y de los componentes desmontables de la subestación elevadora 34.5/230 kV (barras, aisladores, transformadores de potencia y de instrumento, interruptores, seccionadores). Retiro del cerco perimetral, postes, luminarias y sistema contra incendios. Cuando resulte técnicamente viable, las zanjas y canalizaciones subterráneas se desmantelarán sin afectaciones mayores al sitio; en caso contrario, se valorará su sellado in situ conforme a las mejores prácticas vigentes. |
| 4. Demolición de obra civil | Demolición controlada de las obras civiles asociadas a la subestación elevadora 34.5/230 kV (edificios de control, cuartos eléctricos, cimentaciones de transformadores y de equipos de patio), a los centros de transformación, a las cimentaciones del Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE), a las cimentaciones de la torre de la línea de interconexión y a las obras complementarias, conforme a un procedimiento que minimice la generación de polvos, ruido y residuos dispersos. La demolición se ejecutará por frentes ordenados, con separación en sitio de los materiales por tipo (concreto, acero estructural y de refuerzo, mampostería, plásticos, vidrio, entre otros). |
| 5. Gestión de residuos | Manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos generados conforme a su clasificación (peligrosos, manejo especial, sólidos urbanos, reciclables), privilegiando la valorización (reúso, reciclaje, recuperación energética) sobre |

| Fase | Actividades generales |
|---|---|
| | la disposición final, y entregando los residuos a prestadores autorizados al momento del cierre. |
| 6. Restauración del sitio | Limpieza general del predio. Estabilización y nivelación del terreno conforme a las recomendaciones técnicas vigentes al momento del cierre. Revegetación con especies nativas o adaptadas a las condiciones de la región. |
| 7. Seguimiento y cierre formal | Monitoreo del establecimiento de la cubierta vegetal y de las condiciones del sitio durante el período de seguimiento que se establezca. Elaboración y presentación del Informe Final de Cierre ante la autoridad ambiental competente. |

## I.7. Cronograma estimado

El cronograma general de la etapa de cierre se presenta de manera indicativa a continuación. La duración específica de cada fase y los traslapes entre ellas se ajustarán al momento de la actualización del programa, en función de las condiciones reales del sitio, la disponibilidad de prestadores de servicios y los avances de cada frente.

**Tabla I.3.** Periodos estimados

| Fase | Periodo estimado |
|---|---|
| 1. Cierre administrativo y desconexión de servicios | Primeros meses de la etapa de cierre |
| 2. Desmantelamiento de instalaciones y demolición controlada | Fase principal de la etapa de cierre |
| 3. Gestión y disposición final de residuos | De manera paralela al desmantelamiento y demolición |
| 4. Restauración del sitio (nivelación, estabilización, revegetación) | Fase final, una vez retirados los residuos |
| 5. Seguimiento ambiental e informe final | Última fase y posterior al retiro del personal de obra |

**La duración total estimada para el conjunto de actividades es de 12 meses**, sujeta a ajuste según condiciones al momento del cierre.

## I.8. Manejo general de residuos

Durante la etapa de cierre se generarán residuos de diversa naturaleza, los cuales serán manejados conforme a la **normatividad ambiental vigente al momento del cierre** y a las disposiciones aplicables en materia de prevención y gestión integral de residuos. El esquema general de manejo se describe a continuación, organizándose por categoría de residuo:

**Tabla I.4.** Esquema general del manejo de residuos

| Categoría de residuos | Esquema general de manejo |
|---|---|
| Residuos sólidos urbanos (RSU) | Generados principalmente por el personal de cierre. Separación primaria en sitio (orgánicos / inorgánicos / reciclables) y entrega al servicio de recolección municipal o al prestador autorizado, conforme a las disposiciones aplicables. |
| Residuos de manejo especial (RME) | Comprenden, de manera enunciativa, residuos de construcción y demolición (concreto, acero estructural y de refuerzo, mampostería, acabados, vidrio), residuos |

| Categoría de residuos | Esquema general de manejo |
|---|---|
| | metálicos (acero, aluminio, cobre, principalmente del cableado, estructuras y conductores de la línea de interconexión), plásticos, cableado eléctrico, lámparas, equipos electrónicos y similares. Se privilegiará la separación en sitio, la valorización (reúso y reciclaje de vidrio, aluminio, cobre) y la entrega a gestores y sitios de disposición autorizados por la autoridad competente. |
| Residuos peligrosos (RP) | Comprenden, entre otros, aceite dieléctrico del transformador de potencia de la subestación elevadora y de los centros de transformación, aceites y lubricantes remanentes de maquinaria, sólidos impregnados con hidrocarburos, envases contaminados, pinturas y solventes sobrantes, tierra contaminada por derrames y baterías (incluidas las de los sistemas de respaldo de control y comunicaciones). Se almacenarán temporalmente en sitio designado con piso impermeable, cubierta, ventilación, contención secundaria y señalización, sin exceder el plazo máximo permitido por la normatividad aplicable; serán retirados por prestadores autorizados por la autoridad ambiental federal para su transporte, tratamiento y disposición final. |

Con relación a las baterías usadas, dañadas o retiradas se considerará la siguiente clasificación:

**Tabla I.5.** Esquema general del manejo de baterías usadas dañas o retiradas

| Condición de las baterías | Clasificación |
|---|---|
| Módulos íntegros, sin fugas, incendio, daño o evidencia de peligrosidad | Residuo de manejo especial |
| Módulos con fuga de electrolito, incendio/fuga térmica, daño físico, hinchamiento, corrosión, contaminación con absorbentes o que resulten peligrosos bajo NOM-052-SEMARNAT-2005 | Residuo peligroso |
| Componentes asociados: electrolito, absorbentes, EPP, filtros, suelo o agua contaminados | Residuo peligroso |

## I.9. Medidas ambientales durante el cierre

Durante las actividades de cierre se implementarán medidas generales de prevención y mitigación de impactos ambientales, conforme a las mejores prácticas aplicables al momento y a la normatividad vigente. De manera enunciativa, dichas medidas comprenden:

### I.9.1. Control de emisiones a la atmósfera y ruido

- Ejecución de las actividades de demolición y maniobras de obra en jornada diurna, conforme a la normatividad aplicable en materia de ruido.
- Humectación periódica de los frentes de demolición y de las áreas de circulación de maquinaria para control de partículas en suspensión.
- Verificación del estado mecánico y de mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado, asegurando el cumplimiento de los límites de emisión aplicables.

### I.9.2. Protección del suelo y del agua

- Almacenamiento temporal de residuos peligrosos en sitio designado con piso impermeable, contención secundaria y protección contra precipitaciones.
- Prohibición expresa de la disposición de residuos sólidos o líquidos directamente sobre el suelo, en escurrimientos superficiales o en el subsuelo del predio o de su entorno.

- Verificación de la ausencia de derrames de hidrocarburos u otras sustancias previo al retiro de la maquinaria y equipo del sitio.
- Atención inmediata de cualquier derrame o liberación de sustancias durante las actividades de cierre, conforme a los procedimientos aplicables.

### I.9.3. Seguridad ocupacional

- Aplicación de las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo durante todas las actividades de desmantelamiento y demolición.
- Provisión de equipo de protección personal al personal involucrado y delimitación adecuada de los frentes de obra.
- Aplicación de procedimientos de seguridad eléctrica específicos para la instalación. Las maniobras de desenergización, bloqueo, etiquetado, verificación de ausencia de tensión y puesta a tierra de las instalaciones se realizarán conforme a las disposiciones de la normatividad eléctrica aplicable y por personal calificado.

## I.10. Restauración del sitio

Una vez concluidas las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro de residuos, se procederá a la restauración del sitio mediante acciones generales que comprenden:

- **Limpieza general del predio**, asegurando la remoción de cualquier residuo, material disperso o elemento de obra remanente.
- **Estabilización y nivelación del terreno**, conforme a las recomendaciones técnicas que se desprendan del estudio de mecánica de suelos o de evaluaciones equivalentes vigentes al momento del cierre. El terreno se dejará en condiciones que minimicen el riesgo de erosión y favorezcan la estabilidad de los taludes y plataformas existentes.
- **Revegetación del sitio** con especies nativas o adaptadas a las condiciones climáticas de la región. La revegetación se planteará en línea con la reconversión y restitución del ecosistema afectado, atendiendo a las condicionantes derivadas de los actos administrativos según establezca la autoridad competente. Las especies a utilizar se seleccionarán privilegiando aquellas nativas y adaptadas a las condiciones ecológicas locales de la región, conforme a las condiciones edafológicas, climáticas y ecológicas del sitio al momento del cierre.
- **Seguimiento del establecimiento de la cubierta vegetal** durante el período que se determine en la actualización del programa, con acciones de riego de apoyo y reposición de individuos en caso necesario.

## I.11. Articulación con los programas ambientales del Proyecto

Las actividades del presente programa se articulan con los programas ambientales del **Proyecto** establecidos, como son:

**Tabla I.6**. Programas ambientales

| Programa ambiental del Proyecto | Aplicación durante el cierre |
|---|---|
| Programa de Manejo Integral de Residuos | Establece los lineamientos de separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante el cierre. |
| Programa de Conservación de Suelos | Establece las medidas para prevenir la erosión y la degradación del suelo durante las actividades de demolición, retiro de cubiertas y restauración del sitio. |
| Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo | Establece las disposiciones para mantener la maquinaria y equipo utilizado durante el cierre en condiciones adecuadas, asegurando el cumplimiento de los límites de emisión y previniendo derrames. |
| Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) | Establece la supervisión integral del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación durante todas las etapas del **Proyecto**, incluida la etapa de cierre, y la presentación de informes a la autoridad ambiental conforme a los términos y condicionantes de la resolución de la presente **MIA-R**. |

## I.12. Informe final de cierre

Al concluir las actividades de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio, se presentará ante la autoridad ambiental competente que corresponda al momento, un Informe Final de Cierre que comprenderá, de manera enunciativa y no limitativa:

- Registro fotográfico del proceso de cierre y del estado final del sitio.
- Bitácora consolidada de residuos generados, manejados y dispuestos por categoría, con identificación de los prestadores de servicios utilizados y comprobantes de entrega a sitios autorizados.
- Resultados del seguimiento de la restauración del sitio (estabilización del terreno y establecimiento de la cubierta vegetal, en su caso).
- Plano del estado final del terreno.
- Informe de cumplimiento de las medidas establecidas en el presente programa.

## I.13. Actualización del programa

El presente programa tiene **carácter preliminar e indicativo**, en tanto que su ejecución material se ubica en un horizonte temporal aproximado de cuarenta años a partir del inicio de operaciones del **Proyecto**. Por la naturaleza de dicho horizonte, las condiciones técnicas, normativas, de mercado, sociales y del propio sitio podrán haber experimentado cambios significativos al momento del cierre.

En consecuencia, se asume el compromiso de que, **previo al inicio de las actividades de cierre**, el presente programa será **actualizado, detallado y formalmente presentado ante la autoridad ambiental competente**. La actualización comprenderá, entre otros aspectos:

- Verificación y actualización del marco normativo aplicable vigente al momento del cierre.

- Actualización del diagnóstico del sitio, incluyendo el estado físico de las instalaciones, las condiciones del suelo y del entorno, y la presencia, en su caso, de elementos adicionales no contemplados al momento de la elaboración del presente documento.
- Cuantificación específica y detallada de los residuos a generar por categoría, con base en las características reales de las obras a desmantelar.
- Cronograma operativo detallado de las actividades de cierre, identificación de prestadores de servicios autorizados y procedimientos constructivos aplicables al momento.
- Medidas específicas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados, conforme a las mejores prácticas y tecnologías vigentes al momento del cierre.
- Mecanismos de notificación e información a las autoridades competentes y, en su caso, a la comunidad.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD REGIONAL

## PROYECTO:

## " SAEE HERRADURA"

## BASE DE DATOS

## PROMOVENTE

## ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.

## PREPARADO PARA LA

## SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

## 2026



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

# ÍNDICE

BASE DE DATOS: REQUERIMIENTO DE RECURSOS Y GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ..... 3
I.1. Requerimientos de Recursos ..... 3
I.1.1. Personal ..... 3
I.1.2. Agua ..... 3
I.1.3. Energía eléctrica ..... 4
I.1.4. Combustibles ..... 5
I.1.5. Maquinaria y equipo ..... 6
I.1.6. Materiales de construcción (bancos de materiales) ..... 9
I.1.7. Residuos y aguas residuales ..... 10
I.1.7.1. Manejo de aguas residuales ..... 10
I.1.7.2. Manejo de residuos ..... 10
I.1.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido ..... 13
I.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero ..... 13
I.2.1. Emisiones a la atmósfera ..... 13
I.2.2. Fuentes de generación de GEI por etapa ..... 14
I.2.3. Conceptos básicos sobre GEI ..... 15
I.2.4. Cálculo de $CO_2$ equivalente ..... 16
I.2.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI ..... 17

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto. ..... 3
Tabla I.2. Resumen del requerimiento de agua por etapa ..... 4
Tabla I.3. Estimación preliminar de consumo de combustibles ..... 5
Tabla I.4. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción ..... 6
Tabla I.5. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento ..... 8
Tabla I.6. Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento ..... 8
Tabla I.7. Clasificación de residuos a generar por etapa ..... 11
Tabla I.8. Emisiones atmosféricas principales por etapa ..... 13
Tabla I.9. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI ..... 14
Tabla I.10. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001) ..... 16
Tabla I.11. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022) ..... 16
Tabla I.12. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto ..... 18



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# BASE DE DATOS: REQUERIMIENTO DE RECURSOS Y GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

## I.1. Requerimientos de Recursos

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

### I.1.1. Personal

Se estima la siguiente plantilla de personal por etapa del **Proyecto**. Las jornadas laborales se desarrollarán de lunes a viernes de 08:00 a 18:00 horas con una hora de comida, y sábados de 08:00 a 13:00 horas. Siempre que sea posible, se dará prioridad a la contratación de mano de obra local; sin embargo, para actividades especializadas podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados.

**Tabla I.1.** Requerimiento de personal por etapa del **Proyecto**

| Etapa | Personal estimado |
|---|---|
| Preparación del sitio y Construcción | Actividades previas: Personal técnico, administrativo y de gestión (asignación en oficinas centrales y consultorías externas). |
| | Preparación del sitio y construcción: ≈ 183 personas (obreros, técnicos, operativos y especializados). |
| Operación y Mantenimiento | ≈ 8 empleos permanentes (técnicos, administrativos y vigilancia) |
| Desmantelamiento | Demanda máxima estimada de aproximadamente 52 trabajadores (técnicos, operativos y especializados). |

### I.1.2. Agua

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante la etapa de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías, el consumo de agua se considera nulo o no significativo, toda vez que el funcionamiento del sistema no requiere agua de manera continua. En su caso, el uso de agua se limitará a actividades puntuales de limpieza, control de polvo o atención de contingencias, por lo que no se prevé un requerimiento ordinario de agua para la operación del **Proyecto**.

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

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

**Tabla I.2.** Resumen del requerimiento de agua por etapa

| Etapa | Fuente de suministro | Volumen / Frecuencia estimado |
|---|---|---|
| Preparación del sitio | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). |
| Construcción | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Variable según frentes de trabajo (control de polvo + consumo humano: ~3 L/persona/día). **Estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción: aprox. 4,541 $m^3$** |
| Operación y Mantenimiento | Fuentes autorizadas conforme a normatividad aplicable. | Volúmenes menores sanitarios. |
| Desmantelamiento | Pipas autorizadas (proveedor externo). | Control de polvo y revegetación + consumo humano. **Estimado: aprox. 2,838 $m^3$** |

### I.1.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica requerida durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento será suministrada mediante generadores eléctricos temporales alimentados con combustible diésel, los cuales se instalarán en las áreas de faena, de acuerdo con las necesidades operativas del **Proyecto**. Los generadores se ubicarán en áreas delimitadas, señalizadas y con acceso controlado, contando con medidas de seguridad y protección ambiental para prevenir riesgos asociados a su operación.

Las zonas destinadas al almacenamiento y abastecimiento de combustible dispondrán de superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y demás medidas de control que resulten aplicables conforme a la normatividad vigente.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.1.4. Combustibles

El combustible (principalmente diésel y en menor medida gasolina) se destinará a la maquinaria y a los vehículos durante las etapas de construcción y desmantelamiento, y de forma mínima durante la operación. El abastecimiento y, en su caso, el almacenamiento temporal, se realizarán conforme a la normatividad aplicable.

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 Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica de gran escala, incluyendo subestación elevadora y línea particular de interconexión, se estima un consumo total durante la construcción de aproximadamente **82 m³ de diésel** y de **2.17 m³ de gasolina**.

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

**Tabla I.3.** Estimación preliminar de consumo de combustibles

| Etapa o frente de trabajo | Maquinaria y equipo principal | Diésel estimado | Gasolina estimada |
|---|---|---|---|
| Preparación del sitio, caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras | Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros | Aprox. 26 m³ | Aprox. 0.65 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. 28 m³ | Aprox. 0.65 m³ |
| Montaje BESS, subestación, red colectora 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. 24 m³ | Aprox. 0.55 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 |
|---|---|---|---|
| Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | Aprox. 2.51 m³ | Aprox. 0.22 m³ |
| Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | Aprox. 0.85 m³ | Aprox. 0.09 m³ |
| | **Total estimado de construcción** | **Aprox. 81.36 m³** | **Aprox. 2.16 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 pruebas o contingencias de plantas de emergencia, cuando éstas existan, y **1.2 m³ de gasolina** para vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.

Durante el desmantelamiento y abandono se estima un consumo adicional de aproximadamente **14 m³ de diésel** y **0.57 m³ de gasolina**, asociado al retiro de contenedores **SAEE**, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos.

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

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

## I.1.5. Maquinaria y equipo

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

**Tabla I.4.** Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción

| Equipo | Combustible | Consumo estimado |
|---|---|---|
| Excavadora | Diésel | 15 – 25 L/h |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Equipo | Combustible | Consumo estimado |
|---|---|---|
| Retroexcavadora | Diésel | 8 – 15 L/h |
| Motoconformadora | Diésel | 15 – 30 L/h |
| Tractor de orugas | Diésel | 15–35 L/h |
| Cargador frontal (cargadores) | Diésel | 10–28 L/h |
| Camiones revolvedores | Diésel | 8–15 L/h |
| Bomba de concreto | Diésel | 6–15 L/h |
| Compactador ligero (placa vibratoria, bailarina) | Gasolina o diésel | 1–4 L/h |
| Compactador / rodillo vibratorio | Diésel | 8–14 L/h |
| Grúas de capacidad media | Diésel | 15 – 30 L/h |
| Grúas de 100 a 300 t | Diésel | 30–70 L/h |
| Montacargas | Diésel | 4 – 8 L/h |
| Montacargas eléctrico | Electricidad | 8–12 kWh/h |
| Plataforma elevadora de trabajo | Diésel | 3–6 L/h |
| Camión de carga | Diésel | 15–25 L/h |
| Equipos de tendido | Diésel | 15–30 L/h |
| Compactadora / rodillo vibratorio | Diésel | 8 – 14 L/h |
| Camión de volteo | Diésel | 20 – 35 L/h |
| Pipa de agua | Diésel | 20 – 35 L/h |
| Vehículos ligeros | Gasolina | 6 – 10 L/h |
| Malacates | Diésel | 3–8 L/h |
| Perforadoras o equipos de cimentación | Diésel | 15–35 L/h |
| Planta eléctrica portátil | Diésel | 8 – 15 L/h |
| Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador | Diésel | 2–8 L/h |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla I.5.** Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de operación y mantenimiento

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

**Tabla I.6.** Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la etapa de desmantelamiento

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Equipo | Combustible | Consumo estimado |
|---|---|---|
| Plataforma elevadora de trabajo | Diésel | 3–6 L/h |
| Camión de carga | Diésel | 15–25 L/h |
| Equipos de tendido | Diésel | 15–30 L/h |
| Compactadora / rodillo vibratorio | Diésel | 8 – 14 L/h |
| Camión de volteo | Diésel | 20 – 35 L/h |
| Pipa de agua | Diésel | 20 – 35 L/h |
| Vehículos ligeros | Gasolina | 6 – 10 L/h |
| Malacates | Diésel | 3–8 L/h |
| Perforadoras o equipos de cimentación | Diésel | 15–35 L/h |
| Planta eléctrica portátil | Diésel | 8 – 15 L/h |
| Equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico con generador | Diésel | 2–8 L/h |

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

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

### I.1.6. Materiales de construcción (bancos de materiales)

Los materiales pétreos requeridos para la construcción de caminos, plataformas, subestación elevadora y demás obras civiles asociadas al **Proyecto** serán obtenidos de bancos de materiales autorizados ubicados dentro de su área de influencia. La selección de dichos bancos se realizará durante la etapa constructiva,



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.1.7. Residuos y aguas residuales

### I.1.7.1. Manejo de aguas residuales

- **Preparación del sitio y Construcción**. Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas de faena, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. No se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o drenajes naturales.
- **Operación y Mantenimiento**. Durante esta etapa las aguas residuales serán generadas principalmente por el personal técnico, administrativo y de vigilancia que labore de forma permanente en las instalaciones del **Proyecto**. Estas aguas serán conducidas a un sistema sanitario autónomo, integrado por fosa séptica o solución equivalente, diseñada conforme a la normatividad aplicable y a los requerimientos de la ingeniería de detalle.
- **Desmantelamiento**. Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.

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

### I.1.7.2. Manejo de residuos

Los residuos generados durante las distintas etapas del **Proyecto** se clasifican conforme a la legislación aplicable en:

- **RSU**: Residuos Sólidos Urbanos.
- **RME**: Residuos de Manejo Especial.
- **RP**: Residuos Peligrosos.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla I.7.** Clasificación de residuos a generar por etapa

| Etapa | Tipo de residuo | Clasificación | Volumen estimado |
|---|---|---|---|
| Preparación del sitio y Construcción | Residuos de oficina (papel, cartón, plástico) | RSU | ≤ 0.03 t/mes |
| | Vegetación producto del desmonte y despalme | RME | Según superficie intervenida |
| | Material excedente de excavaciones y nivelaciones | RME | Según balance de tierras |
| | Empaques de cartón, plástico, madera y tarimas | RSU / RME | 5 a 10 t |
| | Chatarra metálica (acero, aluminio, conductores) | RME | 2 a 5 t |
| | Restos de concreto y materiales de construcción | RME | 3 a 8 t |
| | Aceites usados, grasas, filtros y absorbentes contaminados | RP | 0.3 a 1 t |
| | Envases contaminados con hidrocarburos o pinturas | RP | 0.1 a 0.4 t |
| | Residuos sanitarios de sanitarios portátiles | RSU | 0.3 a 0.8 kg/trabajador/día |
| Operación y mantenimiento | Residuos domésticos del personal | RSU | 0.5 a 1 t/año |
| | Equipos eléctricos menores y refacciones sustituidas | RME | < 1.3 t/año |
| | Aceites, lubricantes, filtros y absorbentes contaminados | RP | < 0.6 t/año |
| | Baterías, componentes electrónicos o eléctricos fuera de servicio | RP | Eventual |
| Desmantelamiento | Estructuras metálicas y conductores | RME (reciclaje y valorización) | Según inventario final |
| | Equipos eléctricos y electromecánicos | RME / RP según componente | Según inventario final |
| | Baterías y módulos de almacenamiento fuera de servicio | RME / RP según componentes | Según inventario final |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Etapa | Tipo de residuo | Clasificación | Volumen estimado |
|---|---|---|---|
| | Residuos de demolición y retiro de infraestructura | RME | Según volumen desmontado |
| | Aceites, lubricantes, refrigerantes, filtros y absorbentes contaminados | RP | ≤ 1.3 ton |
| | Residuos domésticos del personal de desmantelamiento | RSU | 0.3 a 0.8 kg/trabajador/día |

Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista EPC durante la etapa constructiva. Durante todas las etapas del **Proyecto** se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas de faena y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características.

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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces o áreas naturales, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales.

### I.1.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido

Las principales emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos que operan con gasolina o diésel, así como a la generación de partículas suspendidas por las actividades de movimiento de tierras, excavaciones, tránsito vehicular y manejo de materiales. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (**CO**), hidrocarburos (**HC**), óxidos de nitrógeno (**NOx**), dióxido de azufre (**$SO_2$**) 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.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero

### I.2.1. Emisiones a la atmósfera

Durante las distintas etapas del **Proyecto** se generarán emisiones atmosféricas asociadas principalmente al uso de maquinaria, equipos y vehículos que operan con combustibles fósiles (gasolina y diésel), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:

**Tabla I.8.** Emisiones atmosféricas principales por etapa

| Emisión | Etapas en que se genera | Fuente principal | Duración típica de exposición |
|---|---|---|---|
| Gases de combustión (**$SO_2$**, **$NO_x$**, **CO**, **$CO_2$**, **HC**) | Preparación del sitio y construcción, operación y | Maquinaria, vehículos y generadores | Hasta 8 h/día durante jornadas de obra |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Emisión | Etapas en que se genera | Fuente principal | Duración típica de exposición |
|---|---|---|---|
| | mantenimiento, desmantelamiento | | |
| Partículas suspendidas (**PST**, **PM10**, **PM2.5**) | Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento | Movimientos de tierras y circulación vehicular | Hasta 8 h/día durante jornadas de obra |
| Ruido (emisión acústica) | Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento | Maquinaria pesada | Hasta 95 dB(A) a 5 m, controlado por EPP y **NOM**-081-**SEMARNAT**-1994 |

## I.2.2. Fuentes de generación de GEI por etapa

Los consumos de combustible considerados para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI)** se derivan de los valores presentados en el apartado I.1.5 Maquinaria y equipo y los requerimientos descritos en el apartado I.1.4 Combustibles. La relación de maquinaria y equipo considerada se sintetiza en la siguiente tabla:

**Tabla I.9.** Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de **GEI**

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Diésel estimado | | Gasolina estimada | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m3 | litros | m3 | litros |
| Preparación del sitio y construcción (2 años) | Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras | Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros | 26 | 26,000 | 0.65 | 650 |
| | Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones | Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros | 28 | 28,000 | 0.65 | 650 |
| | Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión | Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros | 24 | 24,000 | 0.55 | 550 |
| | Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | 2.51 | 2,510 | 0.22 | 220 |
| | Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | 0.85 | 850 | 0.09 | 90 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Diésel estimado | | Gasolina estimada | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m3 | litros | m3 | litros |
| **Total estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción** | | | **81.36** | **81,360** | **2.16** | **2,160** |
| Operación y mantenimiento (40 años) | Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) | Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias. | 60 | 60,000 | 0 | 0 |
| | Mantenimiento preventivo y correctivo | | 0 | 0 | 48 | 48,000 |
| **Total estimado para la etapa de operación y mantenimiento** | | | **60** | **60,000** | **48** | **48,000** |
| Desmantelamiento y abandono (12 meses) | Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos | Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura | 14 | 14,000 | 0.57 | 570 |
| **Total estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono** | | | **14** | **14,000** | **0.57** | **570** |

NOTA: La estimación se determina conforme a la maquinaria identificada en el aparado I.1.5 Maquinaria y equipo y al programa de trabajo del Proyecto, considerando las tres etapas establecidas: (1) Preparación del sitio y Construcción de 2 años (que absorbe las Actividades Previas), (2) Operación y Mantenimiento de 40 años, y (3) Desmantelamiento de 1 año. Las horas de operación se estiman por tipo de equipo según su función específica dentro de cada etapa, conforme a lo descrito en los apartados I.1.4 (Combustibles) y I.1.5 (Maquinaria y equipo).

### I.2.3. Conceptos básicos sobre GEI

Los **GEI** son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (**$CO_2$**)
- Metano (**$CH_4$**)
- Óxido nitroso (**$N_2O$**)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre ($SF_6$)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (**$CO_2$**), el metano (**$CH_4$**) y el óxido nitroso (**$N_2O$**), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando su concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global (**GWP**) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de un gas de efecto invernadero, en



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.10.** Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001)

| Gas | GWP (100 años) |
|---|---|
| Dióxido de Carbono (**$CO_2$**) | 1 |
| Metano (**$CH_4$**) | 23 |
| Óxido Nitroso (**$N_2O$**) | 296 |
| Fluorocarburos | 120 – 12,000 |
| Clorofluorocarbonos | 5,700 – 11,900 |
| Hexafluoruro de azufre ($SF_6$) | 22,200 |

### I.2.4. Cálculo de $CO_2$ equivalente

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

**$CO_2$eq = Masa del gas × Potencial de calentamiento (GWP)**

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

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

**Tabla I.11.** Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022)

| Combustible | kg $CO_2$e de $CO_2$ por unidad | kg $CO_2$e de $CH_4$ por unidad | kg $CO_2$e de $N_2O$ por unidad |
|---|---|---|---|
| Gasolina (litros) | 2.14805 | 0.00720 | 0.006600 |
| Diésel (litros) | 2.52058 | 0.00026 | 0.03700 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### I.2.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI

Considerando la duración de cada etapa del **Proyecto** (2 años de preparación del sitio y construcción, 40 años de operación y mantenimiento, y 1 año de desmantelamiento), un factor de utilización promedio y los consumos medios, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de **GEI** por etapa. Los volúmenes definitivos serán determinados por el contratista **EPC** durante la ejecución del **Proyecto**, conforme al uso real de maquinaria y equipo.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla I.12.** Estimación preliminar de generación de **GEI** por etapa del **Proyecto**

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Consumo (litros) | Combustible | kg $CO_2e$ de $CO_2$ por unidad | kg $CO_2e$ de $CH_4$ por unidad | kg $CO_2e$ de $N_2O$ por unidad | Total kg CO2e |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del sitio y construcción (2 años) | Conformación de caminos, plataformas, drenajes y movimiento de tierras | Excavadoras, retroexcavadoras, tractor de orugas, motoconformadora, cargador frontal, compactadores, camiones de volteo, pipa de agua y vehículos ligeros | 26,000 | Diésel | 65,535.08 | 6.76 | 962.00 | 66,503.84 |
| | | | 650 | Gasolina | 1,396.23 | 4.68 | 4.29 | 1,405.20 |
| | Obra civil del **SAEE**, subestación y cimentaciones | Excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, compactadores, camiones revolvedores, bomba de concreto, grúas de capacidad media, montacargas y vehículos ligeros | 28,000 | Diésel | 70,576.24 | 7.28 | 1,036.00 | 71,619.52 |
| | | | 650 | Gasolina | 1,396.23 | 4.68 | 4.29 | 1,405.20 |
| | Montaje **SAEE**, subestación, red de media tensión y línea de interconexión | Grúas de 100 a 300 t, plataformas de transporte, montacargas telescópicos, camiones de carga, equipos de tendido, malacates, perforadoras o equipos de cimentación, canastillas y vehículos ligeros | 24,000 | Diésel | 60,493.92 | 6.24 | 888.00 | 61,388.16 |
| | | | 550 | Gasolina | 1,181.43 | 3.96 | 3.63 | 1,189.02 |
| | Pruebas, comisionamiento y puesta en servicio | Plantas eléctricas portátiles, vehículos ligeros, equipos de prueba eléctrica, equipo de comunicaciones y apoyo logístico | 2,510 | Diésel | 6,326.66 | 0.65 | 92.87 | 6,420.18 |
| | | | 220 | Gasolina | 472.571 | 1.584 | 1.452 | 475.61 |
| | Retiro de instalaciones temporales y limpieza final | Retroexcavadora, camiones de carga, compactadores, vehículos ligeros y herramienta auxiliar | 850 | Diésel | 2,142.49 | 0.22 | 31.45 | 2,174.16 |
| | | | 90 | Gasolina | 193.3245 | 0.648 | 0.594 | 194.57 |

| Etapa o frente de trabajo | Actividades | Maquinaria y equipo principal | Consumo (litros) | Combustible | kg $CO_2e$ de $CO_2$ por unidad | kg $CO_2e$ de $CH_4$ por unidad | kg $CO_2e$ de $N_2O$ por unidad | Total kg CO2e |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Subtotal estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción** | | | **83,520** | **Diésel y gasolina** | **209,714** | **36.71** | **3,025** | **212,775** |
| Operación y mantenimiento (40 años) | Operación del SAEE (control de los límites de estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías, indisponibilidades programadas y coordinación entre los sistemas EMS, SCADA y el operador del sistema) | Vehículos de operación y mantenimiento (camionetas pickup y camioneta de 3½ t, a diésel) | 60,000 | Diésel | 151,234.80 | 15.60 | 2,220.00 | 153,470.40 |
| | Mantenimiento preventivo y correctivo | Vehículos ligeros de supervisión, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias. | 48,000 | Gasolina | 103,106.40 | 345.60 | 316.80 | 103,768.80 |
| **Subtotal estimado para la etapa de operación y mantenimiento** | | | **108,000** | **Diésel y gasolina** | **254,341** | **361.20** | **2,536.80** | **257,239** |
| Desmantelamiento y abandono (12 meses) | Retiro de contenedores SAEE, transformadores, equipos de subestación, estructuras de línea, cableado, materiales de obra civil y transporte interno de residuos | Maquinaria y equipos para desmantelamiento y retiro de infraestructura | 14,000 | Diésel | 35,288.12 | 3.64 | 518.00 | 35,809.76 |
| | | | 570 | Gasolina | 1,224.39 | 4.10 | 3.76 | 1,232.25 |
| **Subtotal estimado para la etapa de desmantelamiento y abandono** | | | **14,570** | **Diésel y gasolina** | **36,513** | **7.74** | **522** | **37,042** |
| **Total estimado para el desarrollo del Proyecto** | | | **206,090** | **Diésel y gasolina** | **500,568** | **405.65** | **6,083** | **507,057** |

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la **Tabla I.11** (UK GHG 2022) para los tres gases de efecto invernadero principales asociados a la combustión ($CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$), la estimación preliminar de emisiones de **GEI** del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 507,057 kg de $CO_2$ equivalente, es decir, 507.057 toneladas de $CO_2$ equivalente (t $CO_2e$), distribuidas entre las tres etapas establecidas en el programa de trabajo.

La etapa de Preparación del sitio y Construcción (2 años) concentra el 41.96% del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras, montaje de estructuras, transporte de materiales, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los Tractocamiones, los Camiones de volteo, las Motoconformadoras/Bulldozer y los Camiones tipo Titán constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel. La etapa de Operación y Mantenimiento (40 años) aporta el 50.73% del total, correspondiente a vehículos de supervisión, vigilancia y mantenimiento. Finalmente, la etapa de Desmantelamiento (1 año) representa el 7.31% del total, asociado al retiro de la infraestructura y al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono ($CO_2$) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso ($N_2O$) (1.20%) y el metano ($CH_4$) (0.08%). La predominancia del $CO_2$ es congruente con la naturaleza de las fuentes consideradas, dado que la combustión de diésel y gasolina en motores de combustión interna genera principalmente este gas, mientras que el $CH_4$ y el $N_2O$ se emiten en proporciones marginales conforme a los factores de la **Tabla I.11**.

En conjunto, las emisiones estimadas son congruentes con el tipo y magnitud de las actividades previstas y se considerarán para el diseño de las medidas de prevención, mitigación y control que se desarrollan en los capítulos correspondientes del presente estudio. Cabe destacar que, una vez en operación, el **Proyecto** contribuirá al desplazamiento de las emisiones de **GEI** asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del **SEN**, por lo que, su contribución neta al inventario nacional de **GEI** será negativa a lo largo de los 40 años de vida útil considerados, consolidándose como una infraestructura alineada con los objetivos nacionales de transición energética, mitigación del cambio climático y descarbonización de la matriz eléctrica nacional.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

## PROYECTO:

**" SAEE HARRADURA "**

**ANEXO DEL CAPÍTULO II:**

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

## PROMOVENTE:

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

## PREPARADO PARA LA

## SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

## TABLA DE CONTENIDO

**CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. ..... 4**

**II.1. TRATADOS INTERNACIONALES. ..... 4**
II.1.1. Convención sobre el Comercio de Internacional de Especies Amenazadas de Fauana y Flora Silvestre. ..... 4

**II.2. LEYES FEDERALES. ..... 5**
II.2.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). ..... 5
II.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). ..... 6
II.2.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). ..... 7
II.2.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN). ..... 9
II.2.5. Ley General de Cambio Climático (LGCC). ..... 10
II.2.7. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE). ..... 11
II.2.7. Ley del Sector Eléctrico (LSE). ..... 12
II.2.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAAH). ..... 14

**II.3. REGLAMENTOS FEDERALES. ..... 15**
II.3.1. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS). ..... 15
II.3.2. Reglamento de la LGVS (RLGVS). ..... 17

**II.4. LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES. ..... 17**
II.4.1. Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (LPAEBC). ..... 17
II.4.2. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California. ..... 19

**II. 5. CONCLUSIONES. ..... 20**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Vinculación con la LGDFS. ..... 5
Tabla II. 2. Vinculación con la LGVS. ..... 7
Tabla II. 3. Vinculación con la LGPGIR. ..... 8
Tabla II. 4. Vinculación con la LAN. ..... 10
Tabla II. 5. Vinculación con la LGCC. ..... 10
Tabla II. 6. Vinculación con la LPTE. ..... 12
Tabla II. 7. Vinculación con la LSE. ..... 13
Tabla II. 8. Vinculación con el RLGDFS. ..... 15
Tabla II. 9. Vinculación con el RLGVS. ..... 17
Tabla II.4.1. Vinculación con la LPAEBC. ..... 18



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II.4.2. Vinculación con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California. ..... 19

## ÍNDICE FIGURAS

Figura II. 1. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto. ..... 15



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al **Proyecto**. De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Baja California y el Municipio de Tijuana, para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el **Proyecto** es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con los instrumentos de planeación que regulan la zona donde éste se llevará a cabo. A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

### II.1. TRATADOS INTERNACIONALES.

Los tratados internacionales, se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos, pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

En México, éstos encuentran su fundamento en el artículo 76 fracción I, y el artículo 133 de la **CPEUM** donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por el Presidente, que estén de acuerdo con la Constitución y que hayan sido aprobados por el Senado de la República, son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. En este sentido, en el presente apartado, se analizaron aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental.

#### II.1.1. Convención sobre el Comercio de Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (**Convención CITES**) busca la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad. México se convirtió en parte de este tratado el 2 de julio de 1991.[1]

[1] **CITES,** *List of Contracting Parties*, consultable en: https://cites.org/esp/disc/parties/chronolo.php



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En relación con este instrumento se debe señalar que el **Proyecto** no contempla el aprovechamiento y/o comercialización de fauna y flora silvestre y, por el contrario, contará con medidas de prevención y mitigación específicas en materia de fauna, para lo cual se realiza la vinculación correspondiente:

Tabla II. 1. Vinculación del Proyecto con la Convención CITES.

| Disposición legal | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo II. Principios fundamentales**<br>1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales. | El **Proyecto** es compatible con dicho artículo toda vez que no considera ni implica ningún uso, aprovechamiento, explotación o comercio de especies, aunado al hecho que al Sistema de Almacenamiento de Baterías que contribuye al desarrollo y crecimiento económico, sin comprometer los recursos naturales y las especies de seres vivos para las generaciones más jóvenes y futuras. |
| **Artículo III.** Reglamentación del comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I Todo comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I se realizará de conformidad con las disposiciones del presente Artículo.<br><br>**2.** La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:<br>[…]. | Asimismo, se implementará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, **Programa de rescate y reubicación de flora,** con especial énfasis en las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tal y como se describe en el capítulo IV del presente **MIA-R.** Asimismo, se plantea un **Programa de Capacitación y Educación Ambiental.** |

En función de lo anterior se observa el Proyecto es compatible con la **Convención CITES**.

## II.2. LEYES FEDERALES.

### II.2.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Esta ley se publicó en el **DOF** el 05 de junio de 2018 y su última reforma fue el 01 de abril de 2024, es reglamentaria del Artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé el cómo distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 Fracción XXIX inciso G de la **CPEUM**. Esto, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Tabla II. 1. Vinculación con la LGDFS.

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las | El **Proyecto** no implica la remoción de vegetación forestal, por lo que no requerirá de la obtención de autorización de |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

### II.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000 y su última reforme es el 16 de julio de 2025. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo a la conservación y



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El **Proyecto**, se vincula con este ordenamiento, en cuanto que, por medio de la implementación de las acciones propuestas se reducirá el impacto de la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla:

**Tabla II. 2. Vinculación con la LGVS.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.<br><br>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat. | El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área del **Proyecto**, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en la presente **MIA-R**.<br><br>Aunado a ello, se destaca que la **Promovente** implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna con especial énfasis en aquellas listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para su relocalización en sitios que favorezcan su desarrollo en la región.<br><br>En este sentido, se implementarán las siguientes medidas:<br>• Realizar liberación ambiental, ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes de intervenir cada frente de trabajo.<br>• Priorizar el rescate de reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, crías e individuos con movilidad limitada.<br>• Mantener acompañamiento de la brigada de fauna durante desmonte, despalme y actividades de mayor riesgo. |

Bajo este contexto, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en la **LGVS,** pues el mismo con la intención de no afectar significativamente la vida silvestre en el sitio implementará diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

### II.2.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforme fue el 19 de enero de 2026. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Es así que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos corresponden a la Federación, las



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**.

El **Proyecto**, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un Programa de Manejo Integral de Residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición final por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales **(SEMARNAT), Estado** y **Municipio** según corresponda, siempre alineadas a sus respectivas competencias. La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación:

**Tabla II. 3. Vinculación con la LGPGIR.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 5o.-** Para los efectos de esta Ley se entiende por:<br>[…]<br>Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;<br>[…]<br>Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año […];<br>Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos […];<br>Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad. | Los residuos que se lleguen a generar serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos que al efecto se autorice. |
| **Artículo 16.-** La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo. | |
| **Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. | Los residuos sólidos urbanos que se generen en su caso, recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, medidas contempladas en la presente **MIA-R.** |
| **Artículo19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación:<br>[…]<br>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general. | Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del **Proyecto** serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones emitidas por el Estado de Baja California conforme a lo establecido en las Programa de Manejo Integral de Residuos. |
| **Artículo 40.-** Los residuos peligrosos […] deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. | El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos. |
| **Artículo 41.** Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. | |
| **Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad.<br><br>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.<br><br>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.<br><br>El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable. | Se contratará los servicios de empresas especializados y se verificará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría. |
| **Artículo 54.** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo. | Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. |

Con base en lo anteriormente expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del **Proyecto** con la **LGPGIR,** pues como ya se ha asentado en cumplimiento con lo dispuesto en dicho ordenamiento se dará un manejo integral de los residuos. Lo anterior, con base en las acciones específicas correspondientes.

### II.2.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Publicada el 1° de diciembre de 1992 y su última reforme del 11 de diciembre de 2025, la **LAN** tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II. 4. Vinculación con la LAN.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 20.-** De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […]. | El agua requerida para el **Proyecto** es mínima y sólo será para consumo humano, misma que será adquirida mediante pipas hasta el sitio del **Proyecto** o garrafones, en caso de requerir agua para aseo e higiene de los trabajadores, en su momento se requerirán los permisos y autorizaciones municipales para el suministro. |
| **Artículo 118.** Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. […]<br><br>Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población. | Para el desarrollo del **Proyecto** no se requiere de explotación, uso o cambio de los flujos hidrológicos en el área del **Proyecto**, aunado a que en el polígono del **Proyecto** no existe corrientes o cuerpos de agua superficial que cumplan con lo estipulado en el párrafo 5° del artículo 27 de la **CPEUM**. |

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es acorde con lo dispuesto por esta ley.

### II.2.5. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Esta ley fue publicada en el **DOF** el 6 de junio de 2012, con su última reforma publicada el 1 de abril de 2024; es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional, tiene por objeto, garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, regular acciones de mitigación y adaptación, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas ante los efectos del cambio climático, y **promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones y resiliente**.

Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico y tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Es así que a continuación se presenta la vinculación con el mismo:

**Tabla II. 5. Vinculación con la LGCC.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 33.** Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:<br><br>[…]<br><br>**II.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;<br>[…] | El **Proyecto** al tratarse de un desarrollo de tecnología limpia, se considera que coadyuvará a la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición legal.<br><br>Cabe señalar que, mediante la implementación de fuentes limpias para el almacenamiento y transmisión de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **IV.** Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;<br>[…] | |
| **Artículo 102.** En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes:<br>[…]<br>II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos;<br>III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;<br>[…] | El desarrollo del **Proyecto**, representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la **LGCC.** |

### II.2.7. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE).

La **LPTE** fue publicada en el **DOF** el 18 de marzo de 2025, la **LPTE** determina como su objeto, "establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética"[2].

Asimismo, la **LPTE**, establece la planeación energética deberá atender, entre otros, los siguientes objetivos: *(i) Impulsar el desarrollo sustentable del Sector Energético y preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación; (ii) Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético; (iii)* ***Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético****; (iv)* ***Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación***. De tal forma, que el **Proyecto** tiene como finalidad el desarrollo y construcción de un Sistema de Almacenamiento de

[2] Artículo 1° de la LPTE.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Baterías que permitirá tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al Sistema Eléctrico Nacional ("**SEN**") en momentos posteriores, operando mediante un flujo bidireccional de potencia (carga y descarga) que contribuirá a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad de la red., lo que es congruente con los objetivos y fin último de la Ley en cuestión. No obstante, a continuación se presenta una vinculación exhaustiva con los preceptos que demuestran un claro impulso al desarrollo del **Proyecto**.

**Tabla II. 6. Vinculación con la LPTE.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 2.** […] son objetivos de esta Ley: […]<br>**II.** Impulsar el desarrollo sustentable y la seguridad energética […];<br>**III.** Impulsar proyectos de infraestructura estratégicos […];<br>**IV.** Establecer las obligaciones en materia de Transición Energética y Energías Limpias; […]<br>**VII.** Promover las Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes; […]<br>**X.** Aprovechar los recursos renovables y la economía circular […];<br>**XII.** Apoyar el cumplimiento de las metas de generación limpia […] | El **Proyecto** coadyuva con los objetivos de este precepto; el SAEE constituye infraestructura que fortalece la seguridad energética nacional al aportar potencia y energía disponibles para su reinyección al Sistema Eléctrico Nacional en los momentos que la operación de la red lo requiera.<br><br>De igual forma el almacenamiento permite aprovechar los excedentes de generación limpia intermitente que de otro modo se verían restringidos, apoyando el cumplimiento de las metas de generación limpia del país. |
| **Artículo 3.** Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: […]<br>**XXVI. Tecnologías Limpias:** […] **Almacenamiento eléctrico**, Hidrógeno, Rebombeo, Captura y almacenamiento de dióxido de carbono […] | A reserva de la publicación de la Estrategia Nacional de Transición Energética que al efecto se expida, es claro que el **Proyecto** se encuentra acorde con los principios y objetivos que impulsaron la promulgación de la **LPTE**, en el sentido que al ser un **Proyecto** enfocado en el almacenamiento de energía lo cual impulsa la generación de ésta a través de fuentes limpias y renovables, lo cual contribuye con la consecución de las metas fijadas por el gobierno mexicano para la transición energética nacional.<br><br>En este sentido, a través de la implementación del **Proyecto** se genera beneficios económicos, sociales y ambientales que sustentan la reducción de emisiones contaminantes en la actividad relacionada con la generación y transmisión de energía eléctrica.<br><br>Con base en lo mencionado, el **Proyecto** es un claro mecanismo para la implementación de las políticas y objetivos de la presente Ley. |
| **Artículo 25.-** Los escenarios de largo plazo tienen un horizonte al menos de 30 años y los de mediano plazo de 15 años.<br>La Estrategia debe incluir, al menos, las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias, Eficiencia Energética, reducción de la Pobreza Energética, electrificación de los usos finales de la energía y reducción de Emisiones Contaminantes que deben reflejar las aportaciones del Sector Energético a los compromisos en materia de cambio climático de México. | |
| **Artículo 26.-** Las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias establecidas en la Estrategia, deben constituir porcentajes mínimos en relación con el total de generación de electricidad en México. | |

### II.2.7. Ley del Sector Eléctrico (LSE).

El 18 de marzo de 2025, se publicó en el **DOF** la **LSE,** misma que tiene por objeto entre otros "*(i)* Procurar la eficiencia, Calidad, Continuidad, Accesibilidad, seguridad, Confiabilidad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y del sector eléctrico; (*ii*) Determinar la forma en que los particulares pueden participar en las actividades del sector eléctrico que no son exclusivas del Estado; (*iii*) Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado; y, (*iv*) Procurar la reducción



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias”[3].

La **LSE** establece que “***El sector eléctrico comprende las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica,*** *así como, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista, y la proveeduría de insumos primarios para el sector eléctrico.* ***Las actividades del sector eléctrico son de interés público***”[4]. De manera que a continuación, se presenta la vinculación de dicho ordenamiento con el **Proyecto**:

**Tabla II. 7. Vinculación con la LSE.**

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 6.-** El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes:<br>I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional; […]<br>II. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico; […]<br>V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional; […] | El **Proyecto** es congruente y coadyuva a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia, ya que éste implica el almacenamiento y la transmisión de energía<br><br>En este orden de ideas, la implementación del **Proyecto** implica una fuerte inversión económica y de infraestructura en la región, lo cual conlleva una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos, que representan un aprovechamiento sustentable de los recursos en la región. |
| **Artículo 11.-** La CNE está facultada para:<br>I. Otorgar los permisos a los que se refiere esta Ley, con excepción de las autorizaciones de importación y exportación, considerando los criterios de planeación vinculante del Sistema Eléctrico Nacional establecidos por la Secretaría, y resolver sobre su modificación, revocación, cesión, prórroga o terminación; […] | En cumplimiento con las disposiciones en mención, se informa que la Promovente acudirá antes las Autoridades competentes con la finalidad de obtener los permisos necesarios para la ejecución del **Proyecto**. |
| **Artículo 133.-** Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos. | El Promovente es consciente del respeto a los derechos humanos, actualmente se encuentra en proceso de elaboración de su Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (**MISSE)**. |
| **Artículo 134.-** La Secretaría debe informar a los interesados en la ejecución de Proyectos de Infraestructura del sector eléctrico sobre la presencia de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en las áreas en que se llevan a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos. | En esta línea de ideas y como se expuso, el **Proyecto no** se ubica en alguna comunidad indígena o afromexicana. |

[3] Artículo 1° de la LSE.
[4] Artículo 2° de la Ley de Transición Energética.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Artículos aplicables | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 136.-** La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos:<br>I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo;<br>II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto;<br>II. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y<br>IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto. | En cumplimiento con lo anterior, la Promovente actualmente se encuentra en proceso de elaboración de su **MISSE**. |

### II.2.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAAH).

Publicada el 6 de mayo de 1972 y su última reforma del 14 de noviembre de 2025, esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia **(INAH)**, descartándose la existencia de éstas en el área del **Proyecto**.

En este sentido, la zona arqueológica más cercana que se identifica a 190.149 km de distancia del **Proyecto**, como se puede apreciar en la siguiente figura.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura II. 1. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto.**




A la luz de lo anterior, se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LFMZAAH**: no incide en zonas de monumentos arqueológicos, artísticos o históricos —la más cercana se ubica a más de 52 km—, y prevé un protocolo específico de suspensión de actividades y aviso inmediato al **INAH** ante cualquier hallazgo fortuito durante las obras, garantizando así la protección del patrimonio cultural de la Nación.

## II.3. REGLAMENTOS FEDERALES.

### II.3.1. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS).

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**RLGDFS**) se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020 y su última reforma de 20 de noviembre de 2025. Dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Dicho Reglamento establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar la autorización para el **CUSTF**, así como el contenido que deberán tener los estudios técnicos justificativos que se elaboren para tal efecto.

**Tabla II. 8. Vinculación con el RLGDFS.**

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:<br>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización | De acuerdo con lo previamente manifestado, el Proyecto no implica remoción de vegetación forestal, porlo que no le son aplicables las disposiciones relativas al cambio de uuso de suelo en terreno forestales. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; II. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### II.3.2. Reglamento de la LGVS (RLGVS).

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 09 de mayo de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, por lo cual ofrece algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley, asimismo contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el **Proyecto** se analizaron a continuación:

Tabla II. 9. Vinculación con el RLGVS.

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 12.** Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […]. | El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área de **Proyecto**, a través de la instrumentación de las respectivas acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especial énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. |

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en el **RLGVS**, pues el mismo con la intención de no afectar la vida silvestre en el sitio, implementará diversas medidas de mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

## II.4. LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES.

### II.4.1. Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (LPAEBC).

La **LPAEBC** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Baja California No. 53, el 30 de noviembre de 2001, con su última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 39, el 27 de junio de 2025. Es de orden público e interés social y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, distribuyendo entre el Gobierno del Estado y los municipios las atribuciones que en materia ambiental no correspondan a la Federación.

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 1, 8, 9 y 42 toda vez que se desarrollará en el territorio del Estado de Baja California, Municipio de Tijuana, y deberá observar los objetivos de la política ambiental estatal en materia de prevención y control de la contaminación, protección de la flora y fauna silvestre y regulación de residuos sólidos no peligrosos, precisándose que la evaluación del impacto ambiental del Proyecto corresponde de manera exclusiva a la Federación conforme al deslinde competencial que la propia Ley reconoce en su artículo 1, fracción VII.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla II.4.1. Vinculación con la LPAEBC**

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 1.** Son objetivos de esta Ley: […] VII. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en las áreas que no sean competencia de la Federación. […] | El Proyecto reconoce que, por tratarse de una obra del sector eléctrico sometida a la evaluación federal del impacto ambiental conforme a la LGEEPA y a la presente MIA-R, la atribución estatal en materia de prevención y control de la contaminación se circunscribe, por disposición expresa de este artículo, a las áreas que no sean competencia de la Federación. Sin perjuicio de ello, el Proyecto observará las medidas de prevención y control de la contaminación del suelo aplicables durante sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento, conforme se describe en la presente MIA-R. |
| **Artículo 8, fracciones XXXII, XXXIII, XXXV, XXXIX y XL.** Corresponde a la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado, entre otras atribuciones: XXXII. la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; XXXIII. la contaminación a la atmósfera generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, de fuentes fijas de jurisdicción estatal; XXXV. instrumentar, ejecutar y evaluar programas, proyectos, políticas, servicios y acciones relativos a la vida silvestre y a la biodiversidad; XXXIX. garantizar la protección de las plantas nativas; y XL. la formulación, evaluación, aplicación y vigilancia de programas de siembra y distribución de árboles y plantas nativas. […] | El Proyecto reconoce las atribuciones estatales en la materia. Durante la construcción, las emisiones de ruido y polvo serán temporales y estarán asociadas al uso de maquinaria y vehículos, para lo cual se aplicará un programa de mantenimiento preventivo de equipos y control de velocidad, a fin de observar los límites máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En congruencia con la protección de la flora y fauna silvestre y de las plantas nativas a que se refiere este precepto, el desmonte y despalme se limitará a las superficies estrictamente necesarias para las obras, con poda selectiva —y no remoción indiscriminada— de la vegetación dentro de la franja del derecho de vía de la línea de interconexión, y se contempla la restitución de la cubierta vegetal de las áreas temporales al concluir la obra. |
| **Artículo 9, fracciones XVI y XX.** Corresponde a los Ayuntamientos: XVI. crear y administrar zonas de preservación ecológica de los centros de población, áreas verdes urbanas y parques urbanos; y XX. la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínicas generada por fuentes fijas que operen como establecimientos mercantiles o de servicios. […] | El Proyecto reconoce las atribuciones del Municipio de Tijuana en las materias de este precepto y gestionará ante dicha autoridad las licencias, permisos y constancias de carácter municipal que resulten aplicables —entre otras, las relativas a uso de suelo, construcción y funcionamiento— en los términos de la reglamentación municipal correspondiente. |
| **Artículo 42.** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la autoridad estatal evalúa los efectos que sobre el ambiente puedan generar la realización de obras y actividades, y enumera aquellas de competencia estatal sujetas a autorización en la materia, entre ellas las que pretendan realizarse fuera de los límites de los centros de población y aquellas que produzcan impactos ambientales significativos. | No se actualiza el supuesto de este precepto respecto del Proyecto. Al tratarse de infraestructura del sector eléctrico —almacenamiento y transmisión de energía—, su evaluación en materia de impacto ambiental corresponde de manera exclusiva a la SEMARNAT conforme a la distribución de competencias de los artículos 4o. y 7o., fracción XVI, de la LGEEPA, sin que proceda una doble evaluación sobre la misma obra; ello es además congruente con el propio artículo 1, fracción VII, de la LPAEBC, que circunscribe la atribución estatal en materia de contaminación a las áreas que no sean competencia de la Federación. En consecuencia, el Proyecto se somete a la evaluación federal mediante la presente MIA- |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| | R y no requiere autorización estatal en materia de impacto ambiental. |

A la luz de lo anterior, se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LPAEBC**: atiende los objetivos de la política ambiental estatal en materia de prevención y control de la contaminación, y de protección de la flora y fauna silvestre y de las plantas nativas; reconoce las atribuciones del Municipio de Tijuana; y, por tratarse de una obra del sector eléctrico sometida a la regulación federal, su evaluación en materia de impacto ambiental corresponde exclusivamente a la SEMARNAT, conforme al deslinde competencial que la propia Ley estatal reconoce en su artículo 1, fracción VII.

### II.4.2. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California.

Esta ley fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Baja California No. 21, Sección II, el 26 de marzo de 2021, con su última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado No. 62, el 17 de octubre de 2025. Tiene por objeto regular la prevención, la gestión integral y la economía circular de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado, sin perjuicio del régimen federal aplicable a los residuos peligrosos.

De dicha ley, se tiene que el **Proyecto** se vincula con los artículos 9, 12, 14, 17 y 38 toda vez que durante sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento generará residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, cuya regulación corresponde al ámbito estatal y municipal, sin perjuicio del régimen federal aplicable a los residuos peligrosos.

**Tabla II.4.2. Vinculación con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California.**

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 9.** Clasifica los residuos sólidos urbanos como los provenientes de los hogares y áreas públicas, agrupados en orgánicos e inorgánicos, y los residuos de manejo especial como los generados en procesos industriales o de servicios que no se clasifican como peligrosos ni como residuos sólidos urbanos. | Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen con motivo de las distintas etapas del Proyecto —entre ellos restos de cable, empaques, escombro y metales— se identificarán y clasificarán conforme a esta definición, para su manejo diferenciado. |
| **Artículo 12.** Establece como criterios generales para todo generador: prevenir y reducir la generación de residuos, promover su valorización, disponer de ellos de manera sanitaria y ambientalmente adecuada, y aplicar los principios de economía circular. | El Proyecto observará estos criterios mediante la segregación de los residuos por tipo en el almacén temporal habilitado dentro de sus obras provisionales, priorizando su reutilización, reciclaje o valorización antes de su disposición final a través de prestadores autorizados. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Disposición Legal | Vinculación con el Proyecto |
|---|---|
| **Artículo 14.** Obliga a los grandes generadores a registrarse ante la autoridad estatal, presentar su Plan de Manejo, mantener bitácora física y electrónica de generación y manejo, y presentar informes anuales. | En caso de actualizar el supuesto de gran generador durante alguna de sus etapas, el Proyecto obtendrá el registro correspondiente ante la autoridad estatal, presentará su plan de manejo y mantendrá la bitácora de generación y manejo de residuos que este artículo exige. |
| **Artículo 17.** Los generadores de residuos de la construcción deben entregarlos a sitios autorizados y valorizar al menos el 50% de dichos residuos cuando la infraestructura local lo permita. | Los residuos de la construcción generados durante la preparación del sitio y la obra civil del Proyecto —principalmente escombro y materiales metálicos— se entregarán a prestadores de servicios autorizados, priorizando su valorización y reciclaje conforme a la disponibilidad de infraestructura local. |
| **Artículo 38.** Distingue entre acopio (acumulación temporal hasta por 30 días) y almacenamiento (hasta por 180 días), ambos en condiciones organizadas y segregadas por tipo de residuo. | El Proyecto habilitará un almacén temporal de residuos de aproximadamente 120 m², segregado por tipo de residuo (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, estos últimos en un módulo independiente), con piso impermeable, contención secundaria, techo, ventilación y señalización, observando los plazos de acopio y almacenamiento que establece este artículo previo a su disposición final por prestadores autorizados. |

A la luz de lo anterior, se concluye que el Proyecto es compatible y congruente con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California, al prever la clasificación, el almacenamiento temporal en condiciones seguras y segregadas, la valorización prioritaria y la disposición final de sus residuos sólidos urbanos y de manejo especial a través de prestadores de servicios autorizados, así como el registro de generador y, en su caso, el plan de manejo que corresponden al gran generador.

## II. 5. CONCLUSIONES.

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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** deberá verificarse, conforme al análisis de instrumentos de conservación que se integre en la presente MIA-R, que no se ubique en **ANP** de ninguno de los tres órdenes de gobierno, ni incida sobre algún **ADVC**.

Asimismo, se destaca que el **Proyecto** deberá verificarse su incidencia 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.

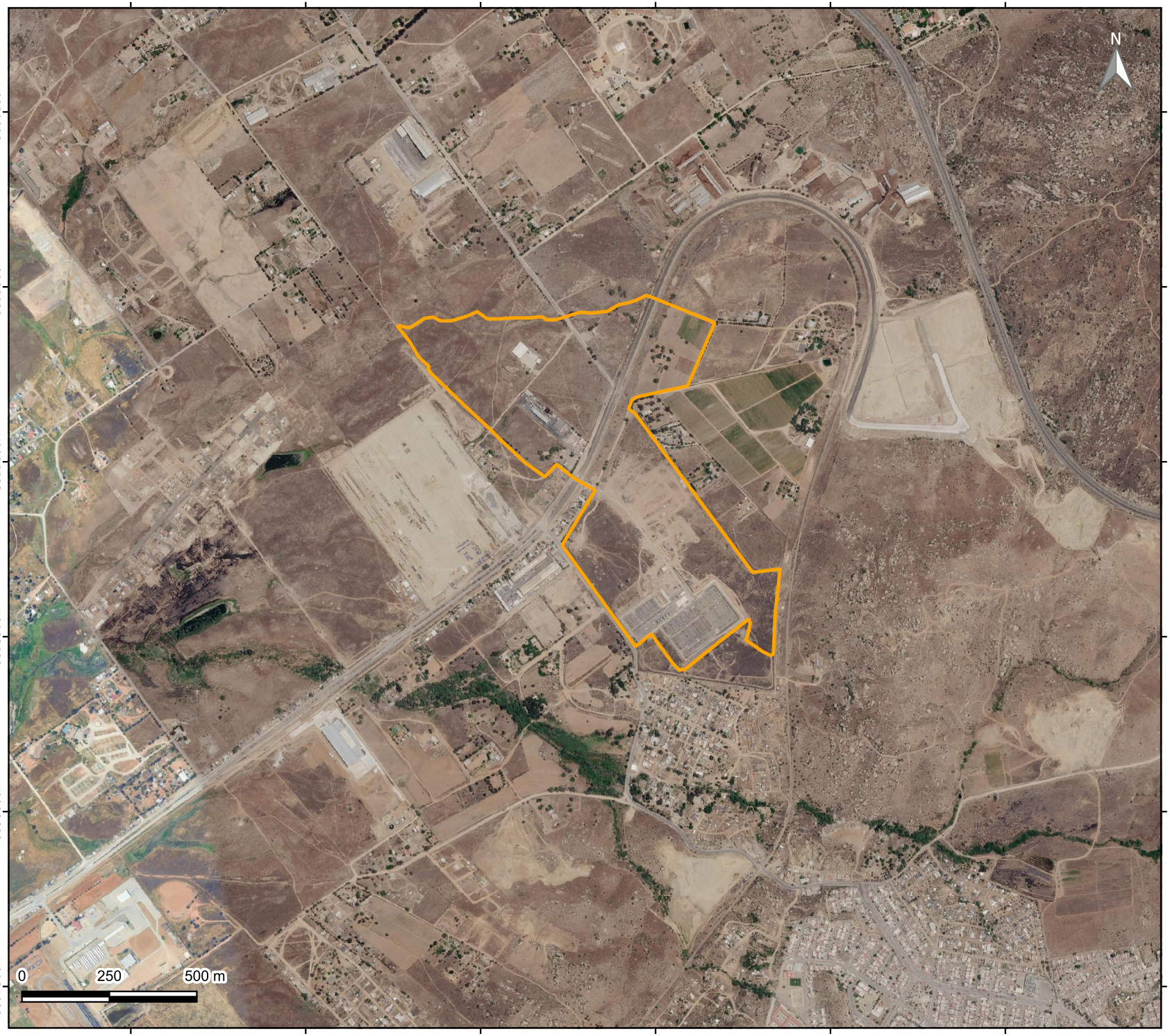
La congruencia anterior se sustenta, de manera transversal, en el paquete de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración articuladas en los distintos programas ambientales que se describen en el Capítulo IV de la presente MIA-R, cuya implementación y eficacia serán verificadas mediante el Programa de Vigilancia Ambiental durante todas las etapas del **Proyecto.**

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

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas







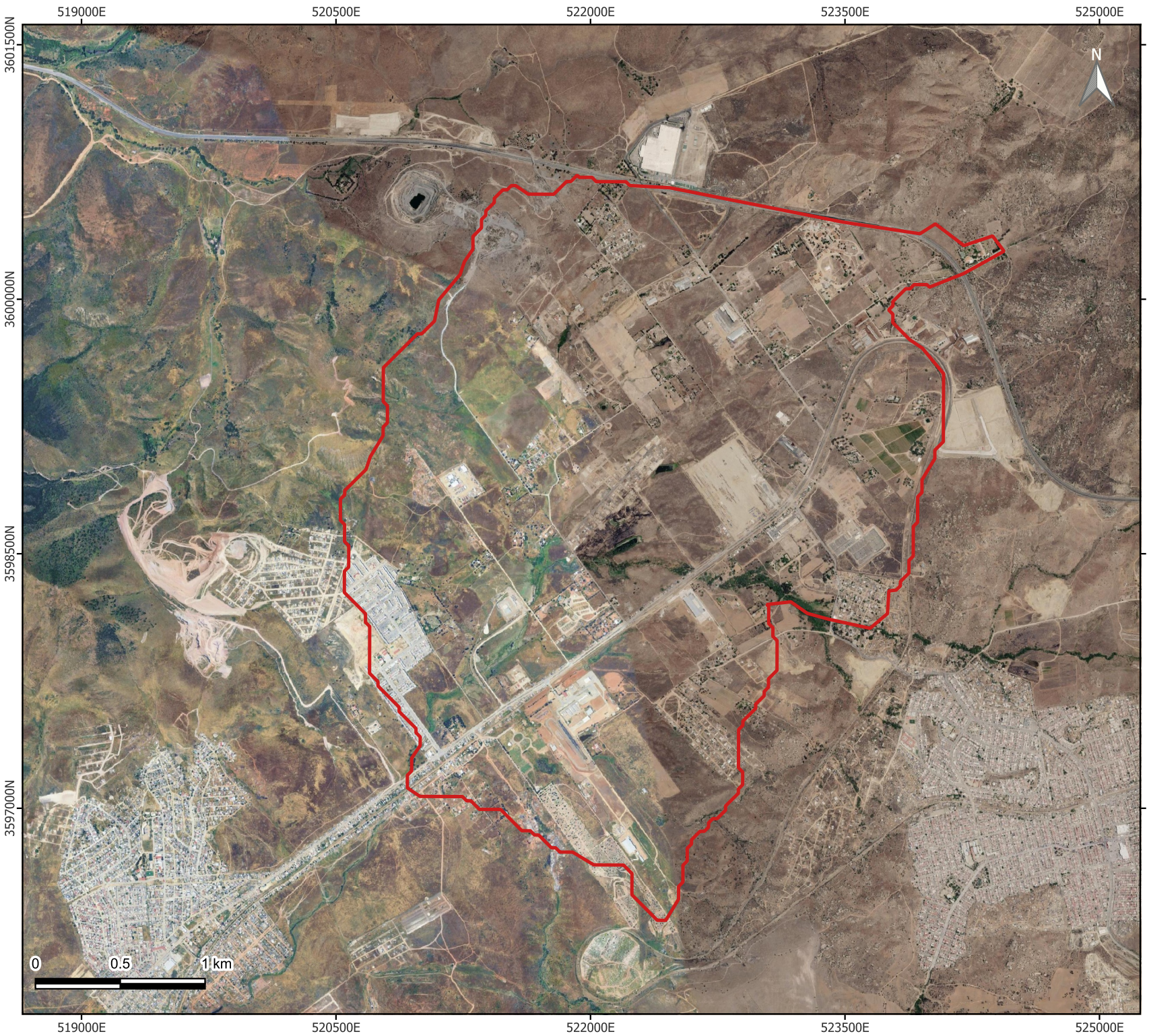
# AI

## Simbología

AI

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 01/09/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 11N
Datum: WGS84 Escala: 1:15000
Elaborado por: B + F

BUSTAMANTE + FREYRE







# RE

## Simbología

RE

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 01/09/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 11N
Datum: WGS84 Escala: 1:30000
Elaborado por: B + F

BUSTAMANTE + FREYRE

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

**PROYECTO:**

**" SAEE HERRADURA "**

## CAPÍTULO III

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

## REPORTE FOTOGRÁFICO DE FLORA

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**



[redacted]

## Índice

**Figura III.1.** Sitios de muestreo de flora en el Área del **Proyecto** ..... 4
**Figura III.2.** Sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia ..... 5
**Figura III.3.** Sitios de muestreo de flora en la Región Ecológica ..... 6
**Figura III.4.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en el **AP** ..... 7
**Figura III.5.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en el **AI** ..... 8
**Figura III.6.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en la **RE** ..... 8
**Figura III.7.** Levantamiento de datos en campo en el **AP** ..... 9
**Figura III.8.** Levantamiento de datos en campo en el **AI** ..... 9
**Figura III.9.** Levantamiento de datos en campo en la **RE** ..... 10
**Figura III.10.** Paisaje dentro del **AP** ..... 11
**Figura III.11.** Paisaje dentro del **AI** ..... 12
**Figura III.12.** Paisaje dentro de la **RE** ..... 13

Debido al alto grado de perturbación y transformación previamente existente dentro del Área del **Proyecto (AP),** Área de Influencia **(AI)** y Región Ecológica (**RE**), la caracterización de la vegetación se realizó mediante el establecimiento de sitios de muestreo, complementados con sitios de verificación distribuidos en sectores representativos del predio. La selección de estos puntos permitió confirmar la condición general de la cobertura vegetal y verificar la homogeneidad ambiental predominante en el **AP, AI** y **RE**.

Durante los recorridos y en los sitios evaluados se observó una cobertura vegetal escasa, discontinua y de bajo porte, integrada principalmente por especies herbáceas, vegetación ruderal y algunos individuos arbustivos aislados. Se identificaron amplias superficies con suelo expuesto, compactado o previamente removido, así como evidencia de alteración asociada con actividades humanas, presencia de infraestructura industrial en el entorno, tránsito, residuos dispersos y modificaciones previas del terreno.

Las condiciones registradas no corresponden a una comunidad vegetal natural continua ni a una unidad de vegetación con estructura conservada. Por el contrario, la vegetación observada presenta una distribución fragmentada y está condicionada por el disturbio recurrente, la remoción de suelo, la limitada disponibilidad de humedad y la influencia de las actividades antrópicas presentes en el entorno inmediato.

La evidencia fotográfica muestra sectores con predominio de suelo desnudo o con cobertura herbácea seca, individuos aislados de vegetación arbustiva, vegetación secundaria de baja densidad y la proximidad de instalaciones, construcciones e infraestructura. En consecuencia, los sitios de muestreo y verificación seleccionados resultan representativos de la condición general del **AP, AI** y **RE** y permiten sustentar que el área presenta una cobertura vegetal reducida, con baja continuidad y alto grado de perturbación.

A continuación, se presenta la evidencia fotográfica correspondiente a los sitios de muestreo y verificación realizados durante el trabajo de campo.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.1.**Sitios de muestreo de flora en el Área del **Proyecto**

**Sitio 01**




**Sitio 02**




**Sitio 01 - verificación**




**Sitio 02 - verificación**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.2.**Sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia

**Sitio 01**




**Sitio 02**




**Sitio 01 - verificación**




**Sitio 02 - verificación**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.3.**Sitios de muestreo de flora en la Región Ecológica

**Sitio 01**



**Sitio 01 - verificación**



**Sitio 02 - verificación**





Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

**Figura III.4.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en el **AP**









Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.5.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en el **AI**



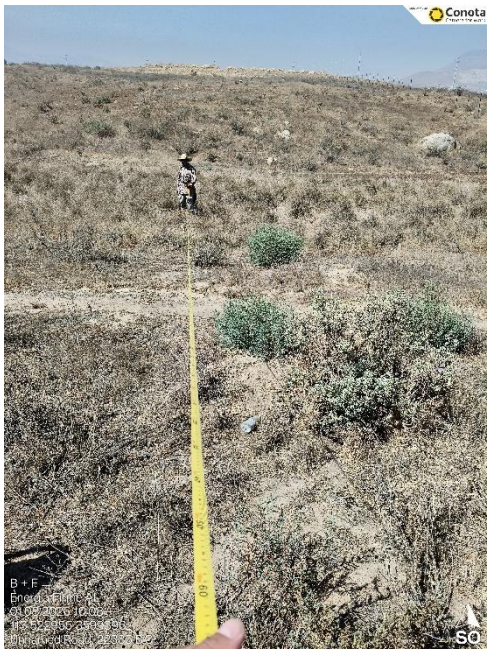




**Figura III.6.** Delimitación y marcaje de los sitios de muestreo en la **RE**









Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.7.** Levantamiento de datos en campo en el **AP**







**Figura III.8.** Levantamiento de datos en campo en el **AI**









Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas




**Figura III.9.** Levantamiento de datos en campo en la **RE**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por último, se presentan algunas imágenes del paisaje en el **AP, AI** y **RE**

**Figura III.10.** Paisaje dentro del **AP**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.11.** Paisaje dentro del **AI**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.12.** Paisaje dentro de la **RE**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

# MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

## PROYECTO

## “SAEE HERRADURA”

## REPORTE FOTOGRÁFICO DE FAUNA

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJAUNA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**
**2026**



[redacted]

## Índice

**Figura III.1.** Herpetofauna ..... 3
**Figura III.2.** Avifauna ..... 4
**Figura III.3.** Mastofauna ..... 6

## 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



*Uta stansburiana*



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.2.** Avifauna



*Athene cunicularia*



*Corvus brachyrhinchos*



*Falco sparverius*



*Haemorhous mexicanus*



*Molothrus ater*



*Passer domesticus*



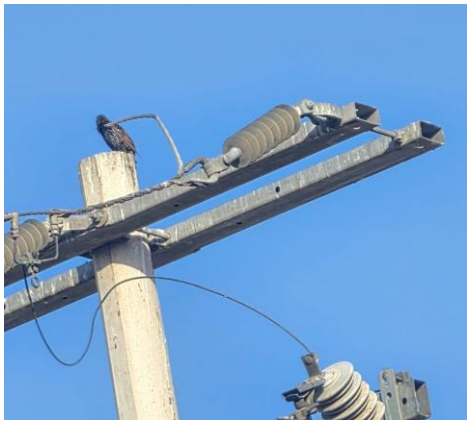
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



*Plegadis chihi*



*Streptopelia decaocto*



*Sturnus vulgaris*



*Tiranus vociferans*



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.3.** Mastofauna



*Lepus californicus (*excreta)



*Otospermophilus beecheyi*



*Sylvilagus audubonii* (excreta)



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

# MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

## PROYECTO

## “SAEE LA HERRADURA”

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

**PROMOVENTE:**

**ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.**

**PREPARADO PARA LA**

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**2026**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# ÍNDICE

III. Descripción de la región ecológica (RE) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región 5
III.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto ..... 5
III.2. Caracterización y análisis de la región ecológica ..... 9
III.2.1. Medio abiótico ..... 10
III.2.1.1. Clima ..... 10
III.2.2.2. Geomorfología ..... 20
III.2.2.3. Suelo ..... 32
III.2.2.4. Geología ..... 37
III.2.2.5. Agua ..... 38
III.2.2.6. Aire ..... 47
III.2.2. Medio biótico ..... 49
III.2.2.1. Uso de suelo y vegetación ..... 49
III.2.2.2. Corredores biológicos ..... 53
III.2.2.3. Flora ..... 55
III.2.2.4. Fauna ..... 71
III.2.3. Medio socioeconómico ..... 84
III.2.3.1. Contexto regional ..... 89
III2.3.2. Contexto municipal ..... 89
III.4. Paisaje ..... 94

# 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 ..... 12
Tabla III.4. Precipitación media y máxima mensual ..... 13
Tabla III.5. Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente ..... 23
Tabla III.6. Escala de Mercalli. ..... 27
Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP ..... 33
Tabla III.8. Superficies con erosión en la RE, AI y AP ..... 36
Tabla III.9. Superficies por tipo de unidad litoestatigráfica en RE, AI y AP ..... 38
Tabla III.10. Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP ..... 44
Tabla III.11. Situación del acuífero en el que inciden la RE, AI y AP ..... 45
Tabla III.12. Parámetros de calidad del agua subterránea. ..... 46
Tabla III.13. Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP. ..... 48
Tabla III.14. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9] ..... 48
Tabla III.15. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI ..... 49
Tabla III.16. Coordenadas centrales de los rodales de muestreo ..... 58
Tabla III.17. Coordenadas de los sitios de verificación ..... 58
Tabla III.18. Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo ..... 59
Tabla III.19. Listado de especies registradas en campo ..... 66
Tabla III.20. Riqueza registrada en el AP, AI y RE ..... 66
Tabla III.21. Índice de valor de importancia del AP para el estrato arbustivo ..... 68
Tabla III.22. Índice de valor de importancia del AP para el estrato herbáceo ..... 68
Tabla III.23. Índice de valor de importancia del AI para el estrato arbustivo ..... 69
Tabla III.24. Índice de valor de importancia del AI para el estrato herbáceo ..... 69



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.25. Índice de valor de importancia de la RE para el estrato arbustivo ..... 70
Tabla III.26. Índice de valor de importancia de la RE para el estrato herbáceo ..... 71
Tabla III.27. Índices de diversidad de flora ..... 71
Tabla III.28. Coordenadas de los transectos de muestreo de herpetofauna y mamíferos ..... 74
Tabla III.29. Coordenadas de ubicación de los puntos de observación de aves ..... 76
Tabla III.30. Resumen de las características de las especies de fauna identificadas en el listado potencial ... 78
Tabla III.31. Listado de fauna registrada en la RE, AI y AP ..... 80
Tabla III.32. Especies registradas en campo que se encuentran en algún instrumento de protección ..... 82
Tabla III.33. Índice de representatividad de fauna ..... 84
Tabla III.34. Especies registradas en campo que se encuentran en algún instrumento de protección ..... 85
Tabla III.35. Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves ..... 87
Tabla III.36. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP. 95
Tabla III.37. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. ..... 97
Tabla III.38. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV ..... 98
Tabla III.39. Escala de referencia CAV. ..... 101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Elementos para la delimitación de la RE ..... 7
Figura III.2. Elementos para la delimitación del AI ..... 8
Figura III.3. Delimitación de la RE, AI y AP ..... 9
Figura III.4. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP ..... 11
Figura III.5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas .... 13
Figura III.6. Comportamiento de la precipitación ..... 14
Figura III.7. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP ..... 15
Figura III.8. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP ..... 16
Figura III.9. Nivel de peligro por granizo en la RE ..... 17
Figura III.10. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP ..... 18
Figura III.11. Vulnerabilidad a inundaciones ..... 19
Figura III.12. Vulnerabilidad a deslaves ..... 20
Figura III.13. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas ..... 21
Figura III.14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas ..... 22
Figura III.15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP ..... 23
Figura III.16. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP ..... 24
Figura III.17. Rango de pendientes en la RE, AI y AP ..... 25
Figura III.18. Ubicación de la RE, AI y AP con relación a fallas y fracturas ..... 26
Figura III.19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México ..... 27
Figura III.20. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México. ..... 29
Figura III.21. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP ..... 30
Figura III.22. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP ..... 31
Figura III.23. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP ..... 32
Figura III.24. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP ..... 33
Figura III.25. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP ..... 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 ..... 39
Figura III.29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas ..... 40
Figura III.30. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas. ..... 41



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las microcuencas ..... 42
Figura III.32. Hidrología superficial de la RE, AI y AP ..... 43
Figura III.33. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales ..... 44
Figura III.34. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los acuíferos ..... 45
Figura III.35. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en la RE, AI o AP ..... 47
Figura III.36. Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI ..... 50
Figura III.37. Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI ..... 51
Figura III.38. Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI ..... 52
Figura III.39. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos. ..... 53
Figura III.40. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos ..... 55
Figura III.41. Ubicación de los rodales de muestreo en la RE, AI y AP ..... 57
Figura III.42. Ubicación de los sitios de verificación en la RE, AI y AP ..... 57
Figura III.43. Forma del sitio y subsitios de muestreo ..... 58
Figura III.44. Condiciones de la RE, AI y AP en el año 2004 (Google Earth, imagen más antigua disponible) 62
Figura III.45. Condiciones de la RE, AI y AP en el año 2026 (Google Earth, imagen más reciente disponible) 62
Figura III.46. Plano de ubicación de los transectos de muestreo de herpetofauna y mamíferos ..... 74
Figura III.47. Plano de ubicación de los puntos de observación para aves ..... 75
Figura III.48. Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo) ..... 83
Figura III.49. Modelo comparativo de riqueza de fauna (comparación con los modelos Chao 1 y Chao 2) ..... 84
Figura III.50. Demografía en el municipio de Tijuana ..... 90
Figura III.51. Etnicidad en el municipio de Tijuana ..... 90
Figura III.52. Disponibilidad de bienes y servicios ..... 91
Figura III.53. PEA y PNEA en el municipio de Tijuana ..... 92
Figura III.54. Escolaridad en el municipio de Tijuana ..... 92
Figura III.55. Servicios de salud en el municipio de Tijuana ..... 93
Figura III.56. Población con alguna discapacidad en el municipio de Tijuana ..... 93
Figura III.57. Migración en el municipio de Tijuana ..... 94



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

# III. Descripción de la región ecológica (RE) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

El presente documento tiene el objetivo de describir y analizar en forma integral la Región Ecológica (**RE**) que constituye el entorno del **Proyecto**. Por ello, se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

Posteriormente, se caracteriza y analiza la **RE** considerando la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje y la composición de los ecosistemas (por ejemplo, unidades climáticas, patrones hidrológicos y vegetación, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el **Proyecto**.

## III.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación de la **RE** del **Proyecto** se definió a partir de la integración de criterios espaciales, ambientales y antrópicos, tomando como base la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (USV) del **INEGI**, la interpretación de imagen satelital y la configuración territorial observable en el entorno inmediato del Área del Proyecto (**AP**) y del Área de Influencia (**AI**).

La **RE** se ubica en un entorno predominantemente intervenido, donde domina la unidad de agricultura de temporal anual, acompañada por sectores con infraestructura, caminos, lotes modificados, construcciones dispersas y áreas con cobertura vegetal limitada. En las zonas periféricas se presentan unidades de vegetación secundaria arbustiva de chaparral, pastizal inducido, asentamientos humanos y superficies clasificadas como sin vegetación aparente. Estas unidades fueron consideradas para definir los límites de la **RE** debido a que representan los principales contrastes de cobertura, grado de transformación y sensibilidad ambiental del entorno.

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

- Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI: se utilizó como insumo principal para identificar la distribución regional de las coberturas naturales, secundarias y antrópicas. Este tipo de información permite reconocer la ubicación y continuidad de las áreas agrícolas, asentamientos humanos, pastizales inducidos, vegetación secundaria de chaparral y superficies sin vegetación aparente, elementos relevantes para analizar la condición actual del territorio, la disponibilidad de hábitat, la fragmentación de la cobertura vegetal y la susceptibilidad del paisaje frente a nuevas intervenciones.
- Presencia de asentamientos humanos e infraestructura: se incorporó como criterio de delimitación porque estos elementos delimitan sectores de alta presión antrópica y constituyen barreras o condicionantes para la conectividad ambiental. Los asentamientos, vialidades, caminos, predios con construcciones y accesos existentes influyen en la fragmentación de la vegetación, el movimiento de fauna, la generación de ruido, la presencia de residuos, la modificación del drenaje superficial y la calidad visual del paisaje. Al mismo



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

tiempo, funcionan como referencias territoriales claras para ajustar el límite de la **RE** a elementos reconocibles y verificables en el terreno.

- Imagen satelital de referencia. Se empleó la interpretación de imagen satelital para corroborar la continuidad de las unidades de USV identificadas, 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 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** y la red hidrográfica de la región**.**

Atendiendo todo lo anterior, se delimitó un **AI** del **Proyecto** que tendrá una superficie de 49.949 ha y una **RE** con una superficie de 1,041.599 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.**

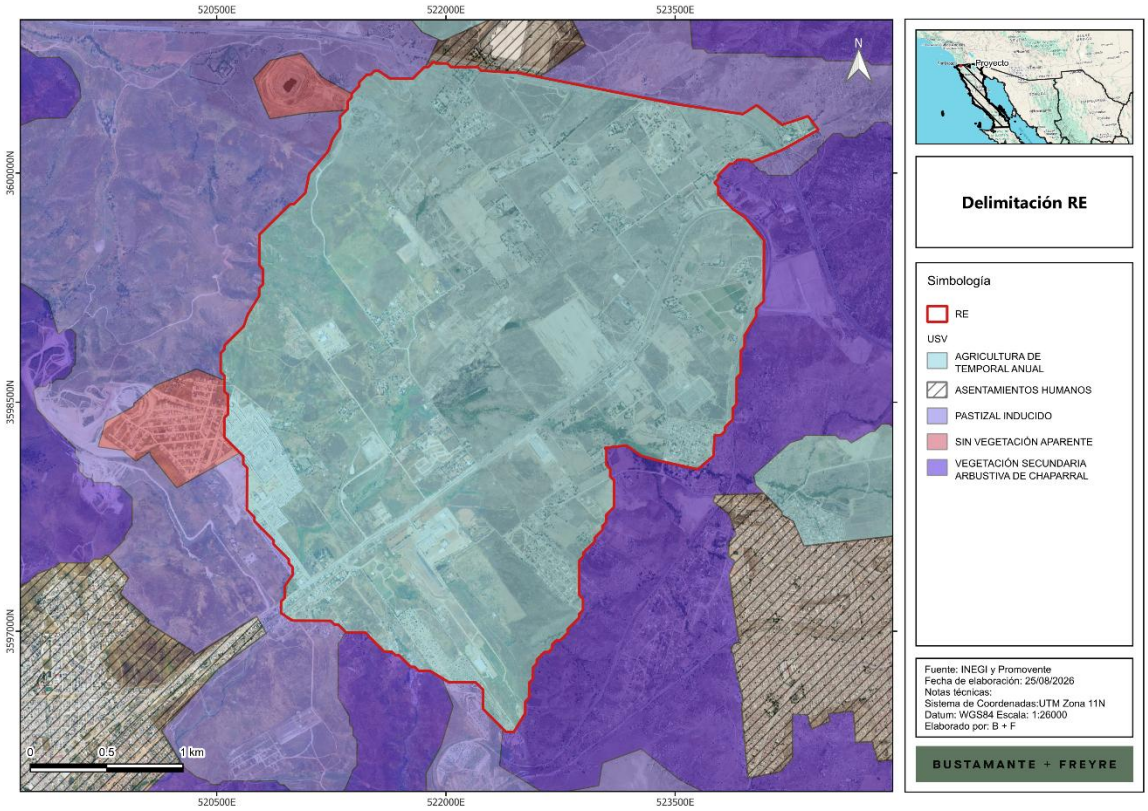
**Tabla III.1.** Superficies del área de estudio

| Nombre | m² | ha |
|---|---|---|
| Área del proyecto (AP) | 76,207.585 | 7.621 |
| Área de influencia (AI) | 499,493.826 | 49.949 |
| Región Ecológica (RE) | 10,415,988.440 | 1,041.599 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

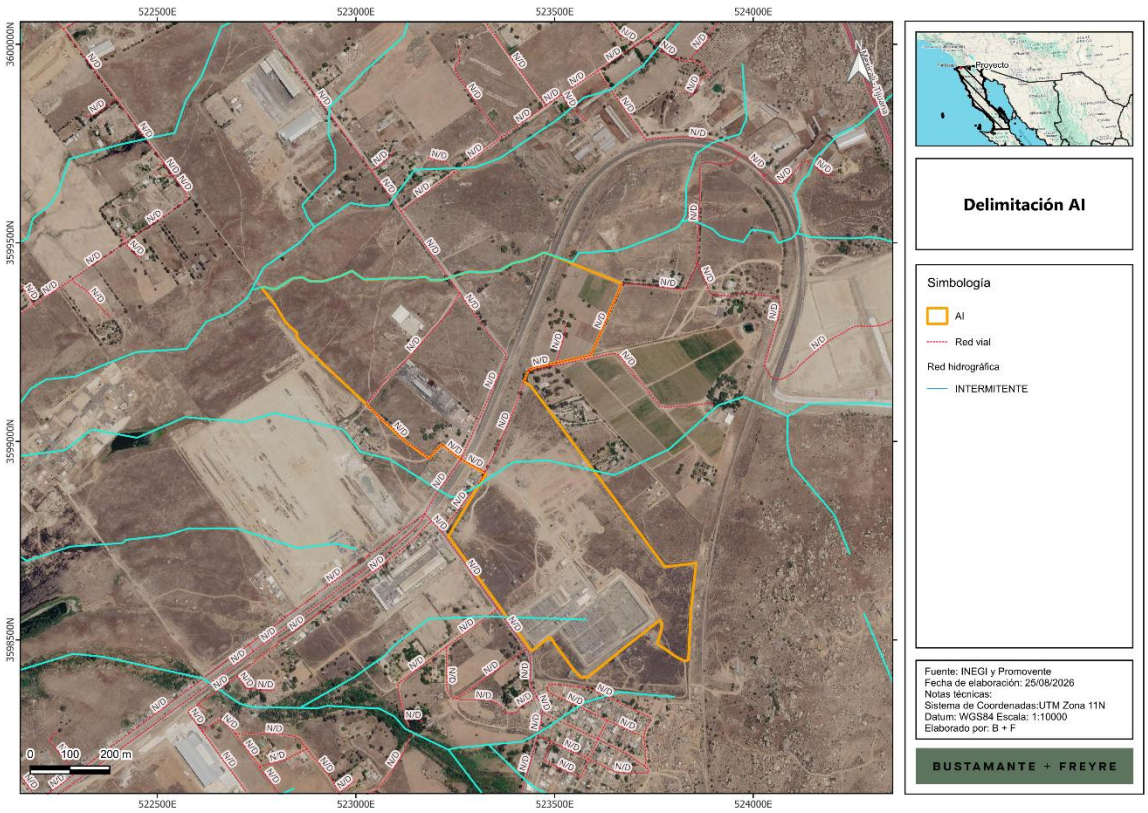
**Figura III.1.** Elementos para la delimitación de la **RE**






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

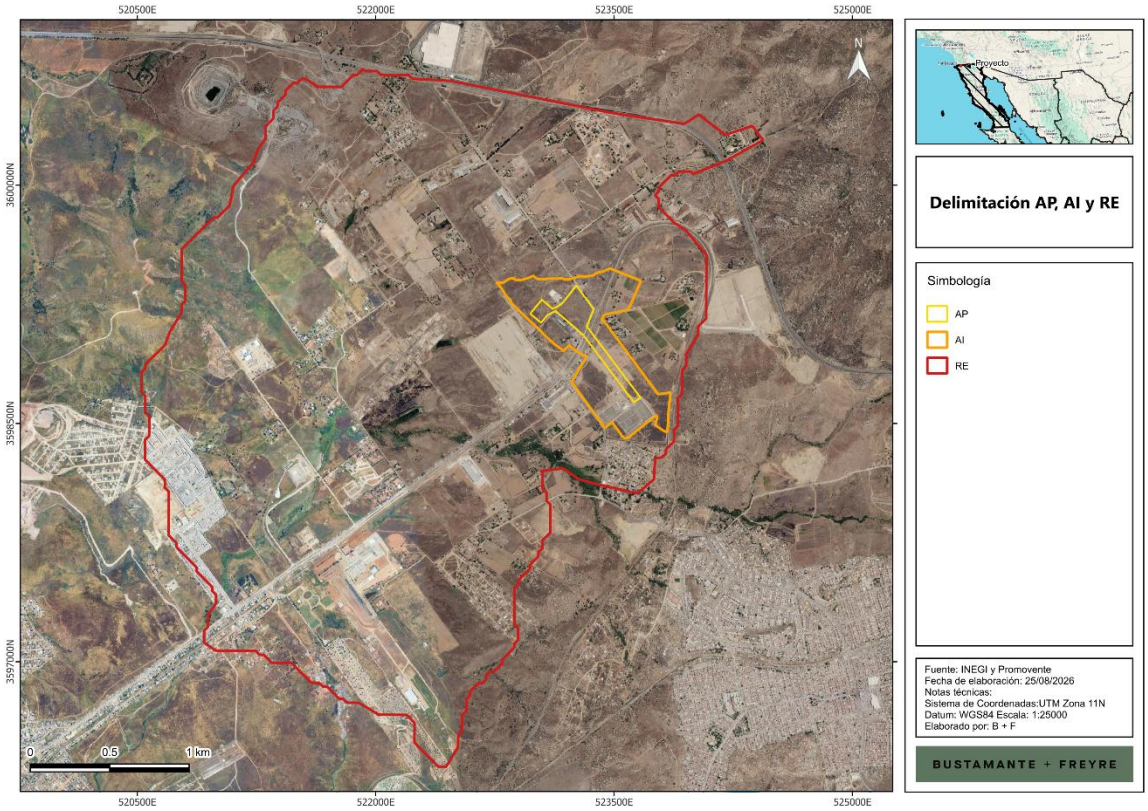



En el **Anexo III.1,** se adjunta el plano georreferenciado de la **RE** y el **AI** en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## 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.

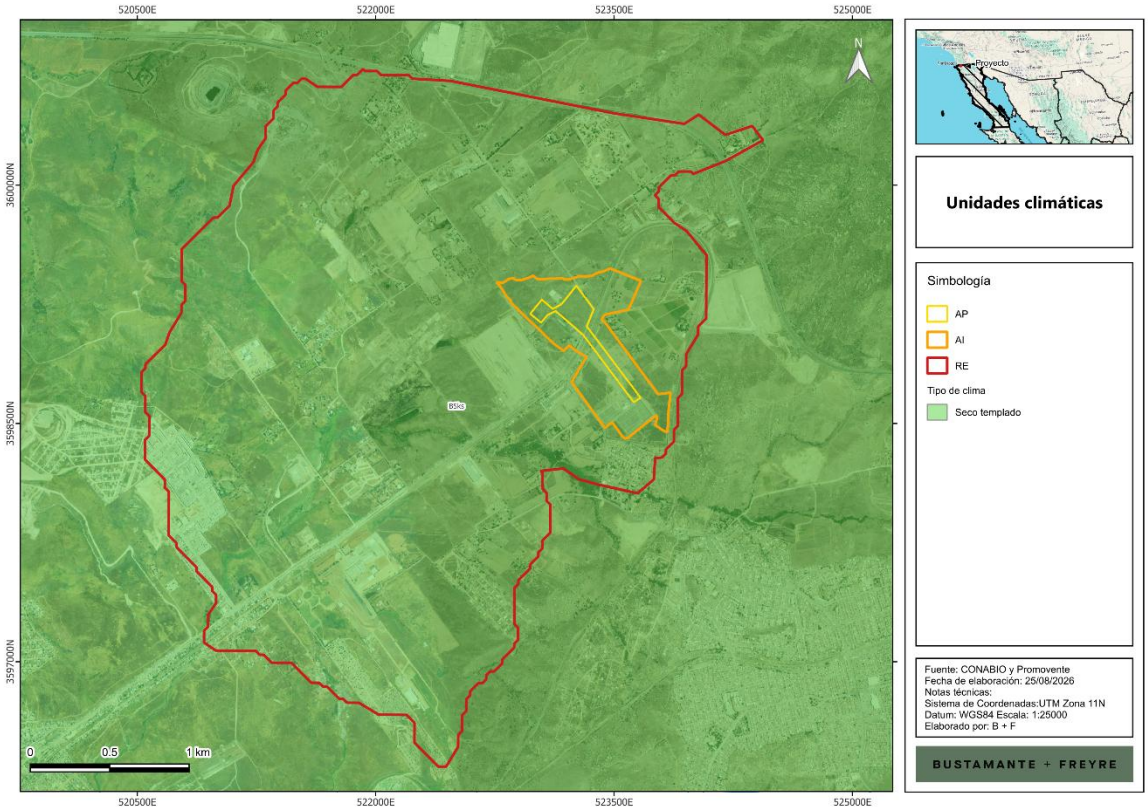
De acuerdo con la clasificación climática de **INEGI**, dentro de la **RE, AI** y **AP** se presenta solo una unidad climática: BSks (**Figura III.4**).

[3] http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.4.** Distribución de tipos de climas en la **RE**, **AI** y **AP**




El clima BSks corresponde a un clima seco templado con lluvias de invierno. Se distingue por una disponibilidad limitada de humedad, una marcada sequía durante el verano y precipitaciones concentradas principalmente entre otoño e invierno. La clave “BS” identifica condiciones secas o esteparias, con precipitación anual insuficiente para sostener una vegetación densa de manera natural; la literal “k” indica una condición térmica templada, con temperatura media anual generalmente entre 12 y 18 °C, temperatura media del mes más frío entre −3 y 18 °C y temperatura media del mes más cálido superior a 18 °C. Por su parte, la literal “s” indica que el máximo de precipitación se concentra durante el invierno, a diferencia de los climas con lluvias dominantes en verano[4,5].

Para realizar un análisis detallado de las condiciones meteorológicas del área de estudio, se llevó a cabo el análisis de la información la Red de Estaciones Climatológicas de la **CONAGUA** (2024), donde se identificaron tres estaciones climatológicas cercanas a la **RE** y que se encuentran operando y con datos para el periodo de 1991 a 2020:  las estaciones climatológicas 2030, 2124 y 2156,

[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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

localizadas aproximadamente a 7, 7.5 y 9 km al este, sureste y suroeste del **AP**, respectivamente (**Tabla III.2**).

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

| Nombre | Número | Estado | Municipio | Lat | Lon | Alt (msnm) | Periodo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La Puerta | 2030 | Baja California | Tecate | 32.543889 | -116.67833 | 480 | 1991-2020 |
| El Carrizo II | 2124 | Baja California | Tecate | 32.490556 | -116.68389 | 300 | 1991-2020 |
| El Florido | 2156 | Baja California | Ensenada | 32.472222 | -116.82111 | 250 | 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 13.3 °C y los 24.5 °C (con una temperatura promedio de 18.2 °C). Los meses más cálidos son julio a septiembre, con una media de 23.5, 24.5, y 23.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero, febrero y diciembre con una media de 13.5, 13.6 y 13.3 °C, respectivamente (**Tabla III.3**).

**Tabla III.3.** Temperatura media mensual

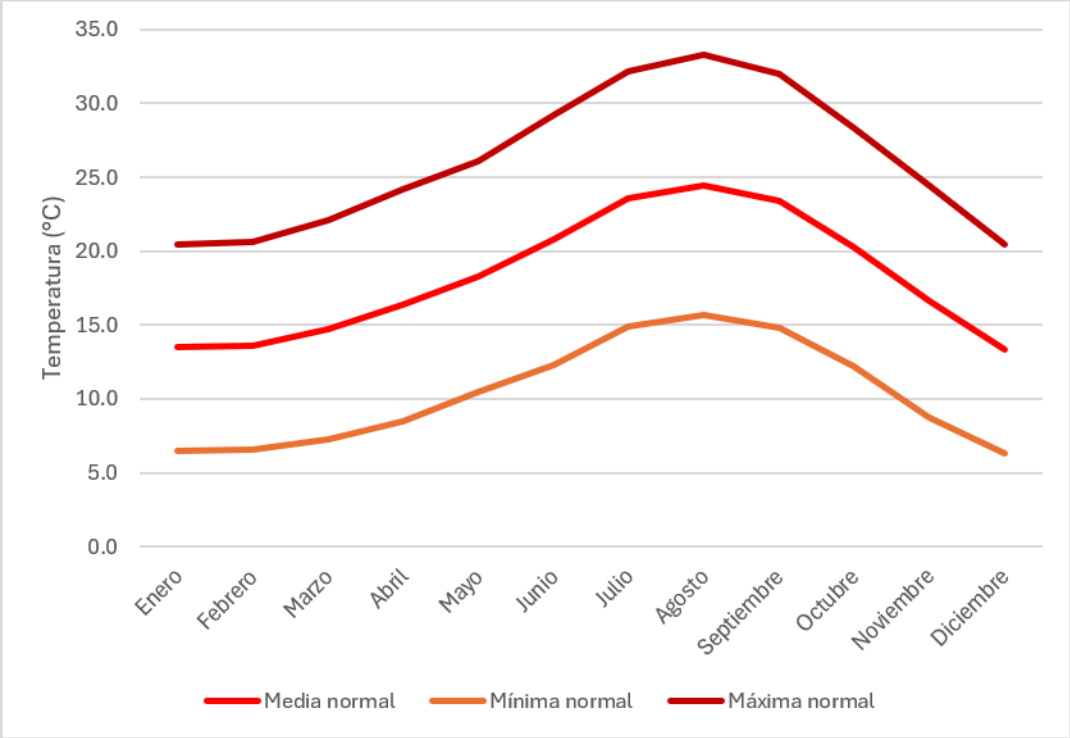
| Mes | Media normal | Mínima normal | Máxima normal |
|---|---|---|---|
| Enero | 13.5 | 6.5 | 20.4 |
| Febrero | 13.6 | 6.6 | 20.6 |
| Marzo | 14.7 | 7.3 | 22.1 |
| Abril | 16.3 | 8.5 | 24.2 |
| Mayo | 18.3 | 10.4 | 26.1 |
| Junio | 20.8 | 12.3 | 29.2 |
| Julio | 23.5 | 14.9 | 32.2 |
| Agosto | 24.5 | 15.7 | 33.3 |
| Septiembre | 23.4 | 14.8 | 32.0 |
| Octubre | 20.3 | 12.2 | 28.3 |
| Noviembre | 16.6 | 8.8 | 24.4 |
| Diciembre | 13.3 | 6.3 | 20.4 |
| Promedio | 18.2 | 10.4 | 26.1 |

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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 1.0 y 67.4 mm, con una precipitación total anual de 287.3 mm. Los meses más lluviosos son enero y febrero, con precipitaciones de hasta 67.4 mm en enero, mientras que los meses de menor precipitación son junio, julio y agosto (**Tabla III.4**).

**Tabla III.4.** Precipitación media y máxima mensual

| Mes | Normal | Máxima mensual | Máxima diaria |
|---|---|---|---|
| Enero | 53.6 | 263.8 | 67.8 |
| Febrero | 67.4 | 264.7 | 69.5 |
| Marzo | 42.6 | 162.0 | 66.3 |
| Abril | 19.2 | 75.2 | 35.3 |
| Mayo | 10.1 | 101.2 | 42.1 |
| Junio | 1.0 | 7.8 | 7.3 |
| Julio | 2.5 | 32.8 | 32.4 |
| Agosto | 1.6 | 16.5 | 12.1 |
| Septiembre | 4.5 | 37.4 | 32.3 |

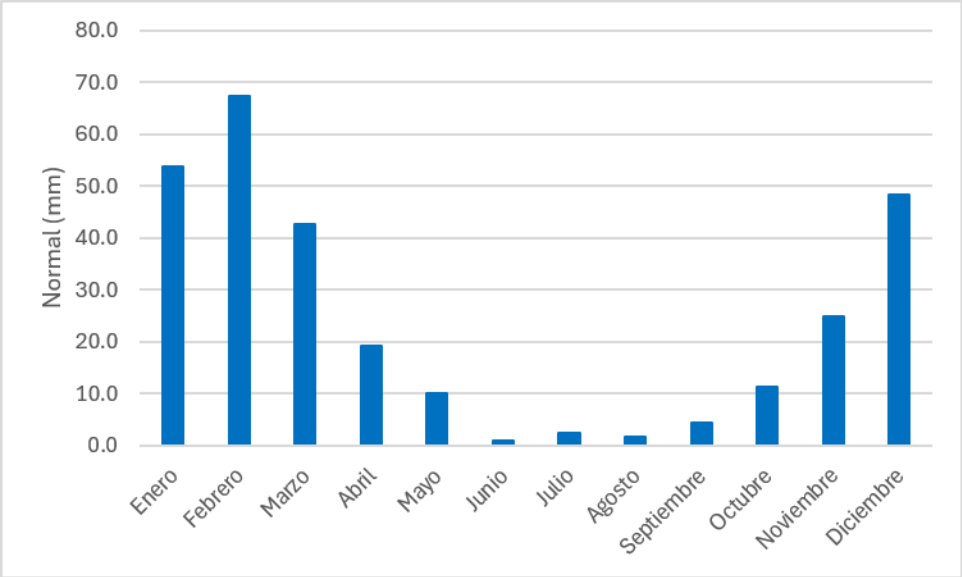


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Mes | Normal | Máxima mensual | Máxima diaria |
|---|---|---|---|
| Octubre | 11.4 | 158.9 | 62.5 |
| Noviembre | 24.9 | 107.8 | 60.3 |
| Diciembre | 48.4 | 142.1 | 62.7 |
| Total | 287.3 | - | - |

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

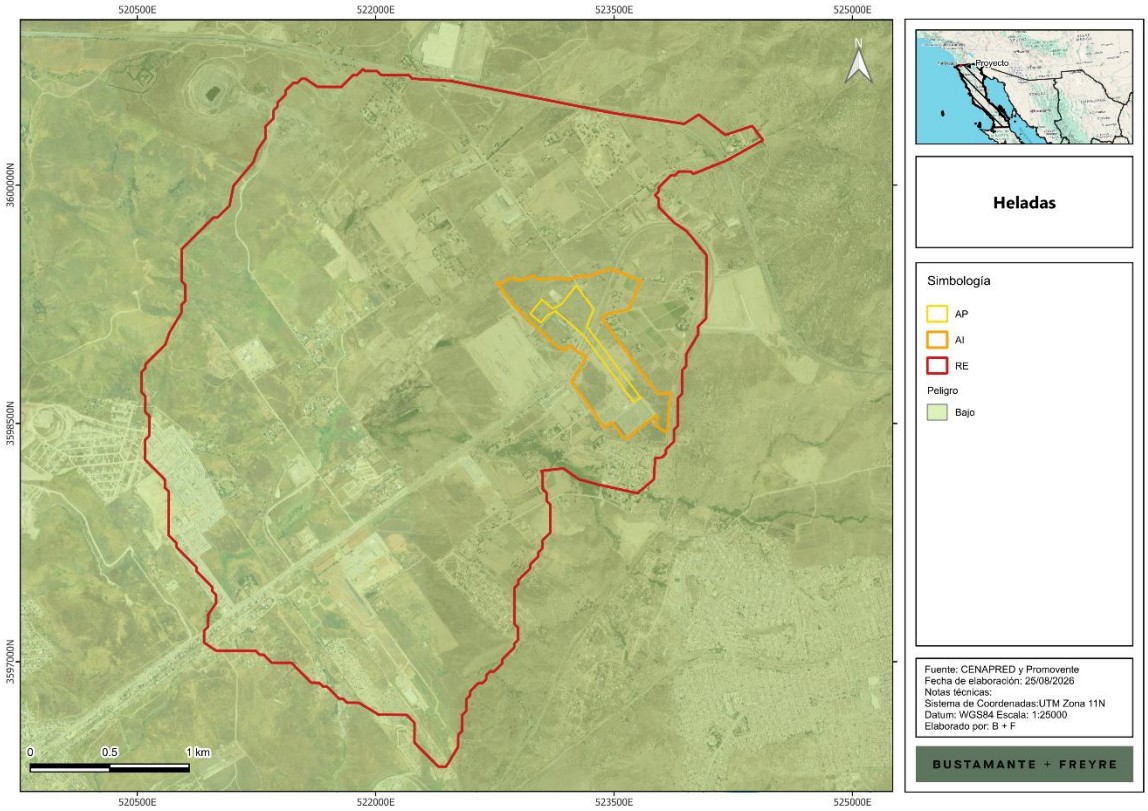
### Heladas

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**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




## Ciclones

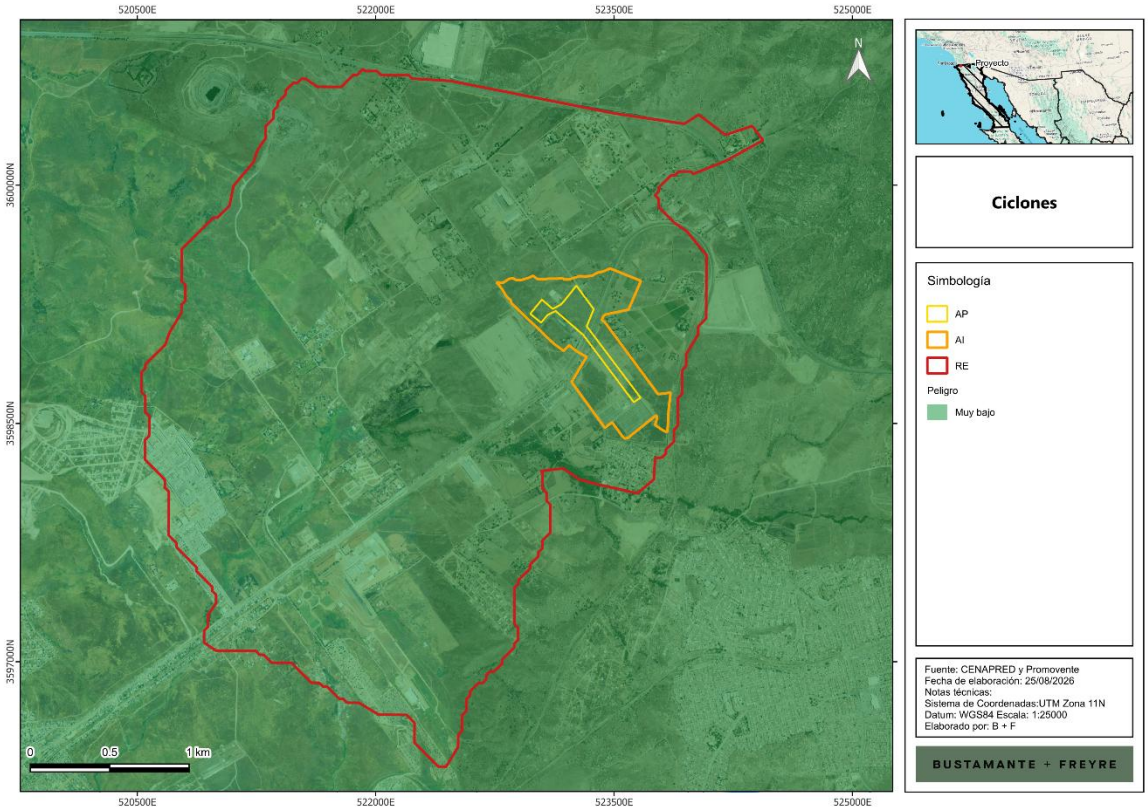
Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañado de lluvias intensas.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el riesgo por ciclones tropicales en la **RE**, **AI** y **AP** es muy bajo (**Figura III.8**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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



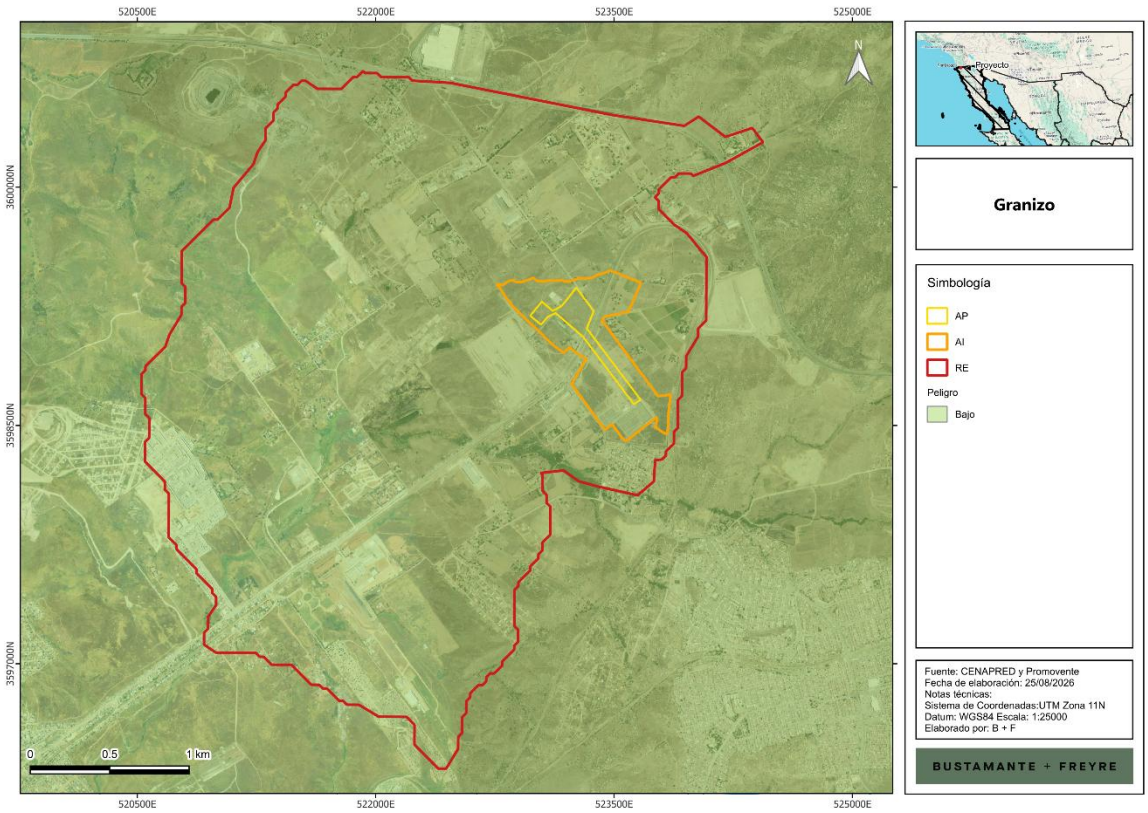

## Granizo

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 bajo (**Figura III.9**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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.

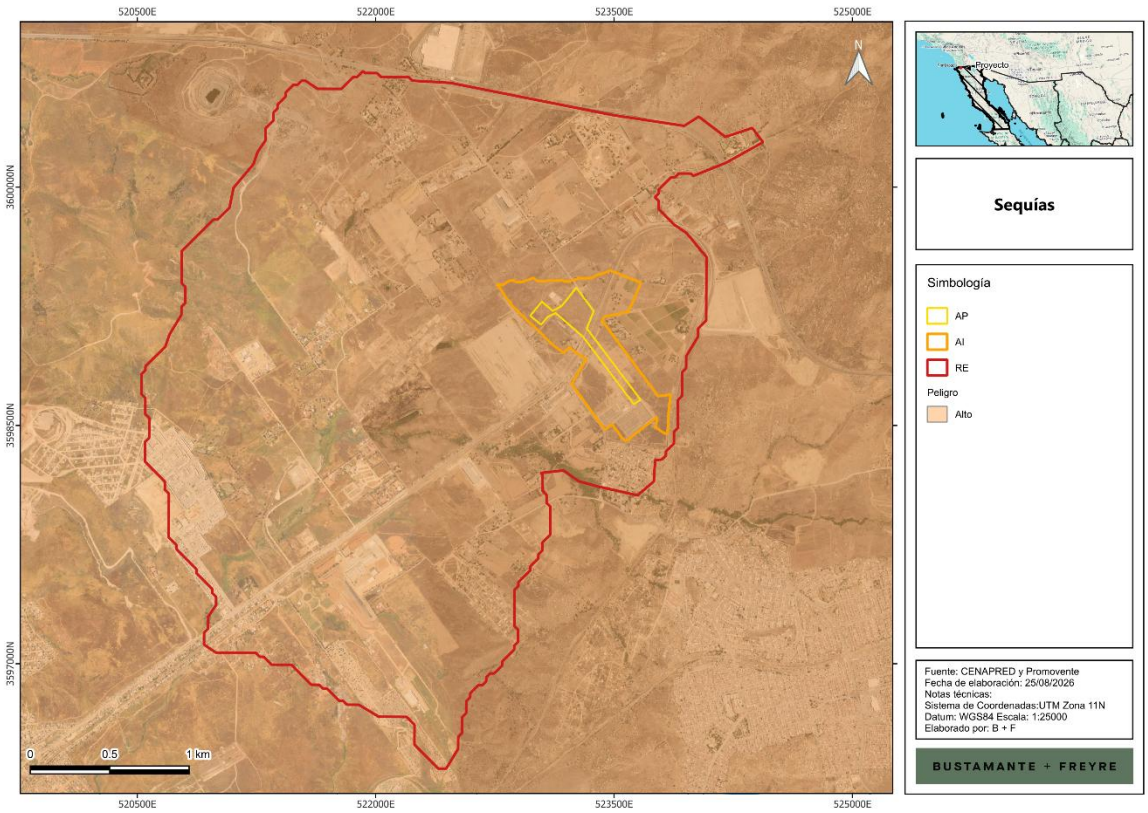
Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

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**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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.

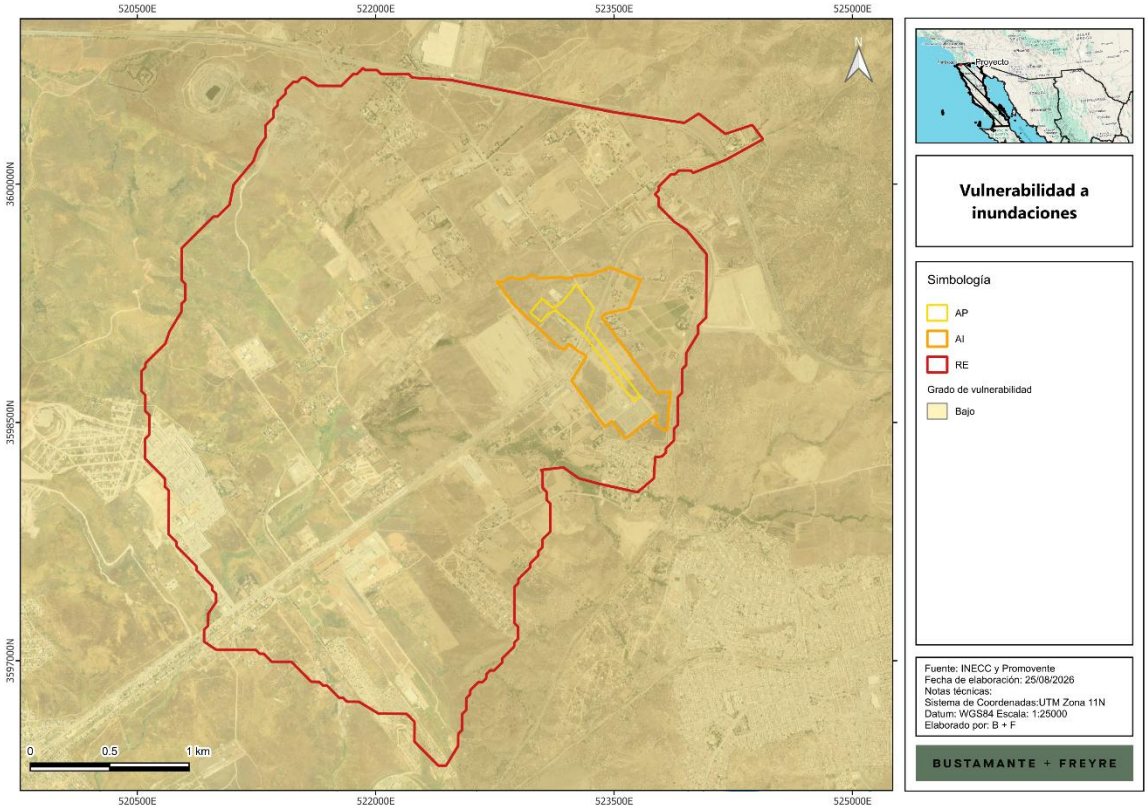


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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 medio para deslaves, como se observa en la **Figura III.11** y **Figura III.12**.

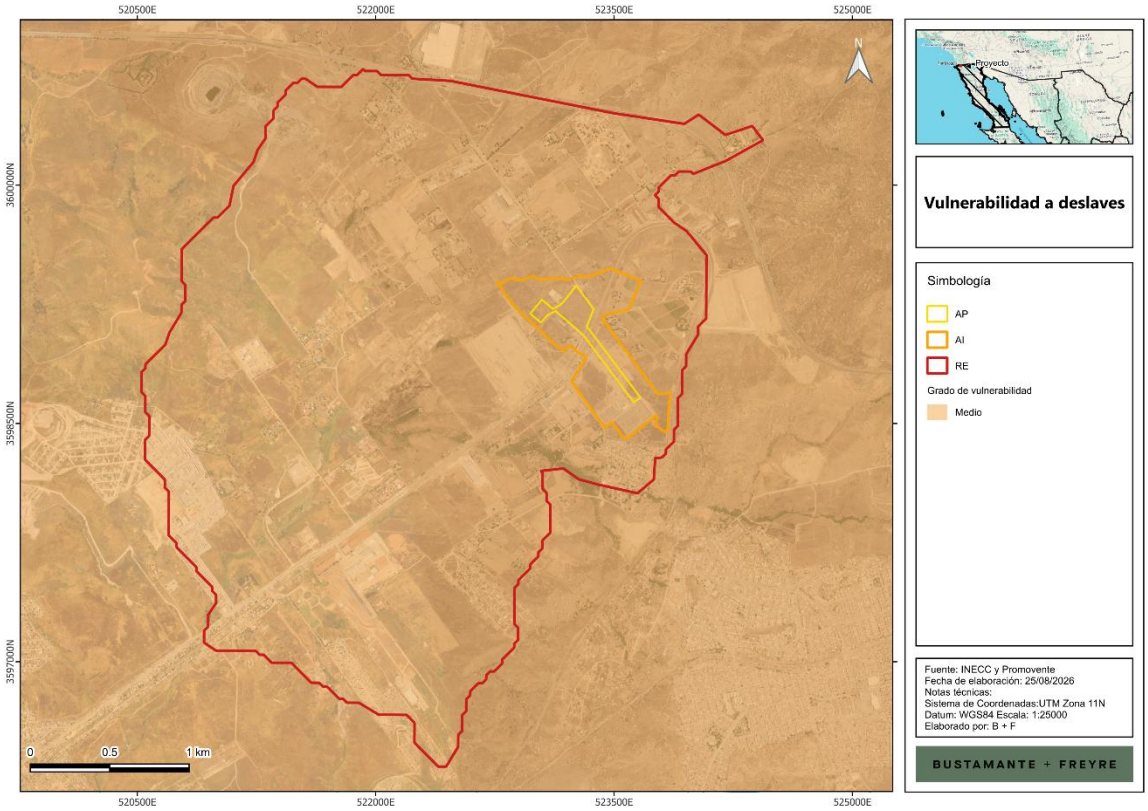
**Figura III.11.** Vulnerabilidad a inundaciones






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.12.** Vulnerabilidad a deslaves




## III.2.2.2. Geomorfología

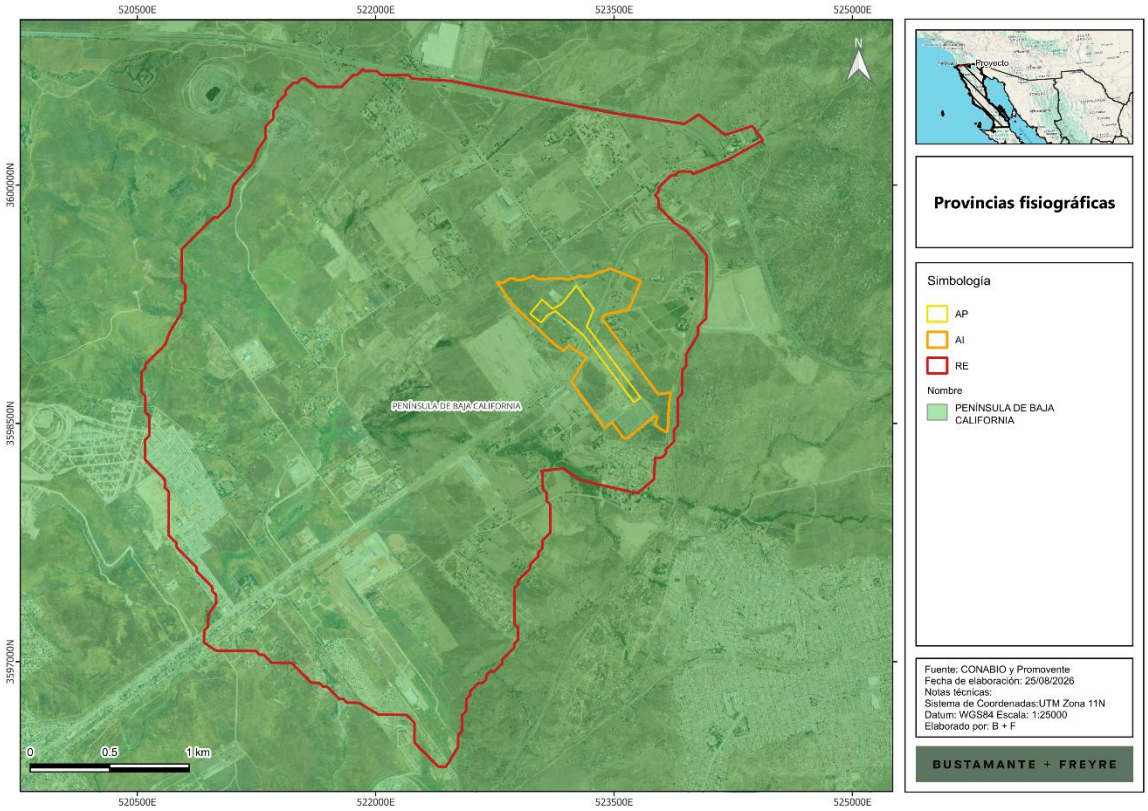
### III.2.2.2.1. Provincias fisiográficas

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 Península de Baja California (**Figura III.13**), así como en la subprovincia Sierras de Baja California Norte (**Figura III.14**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

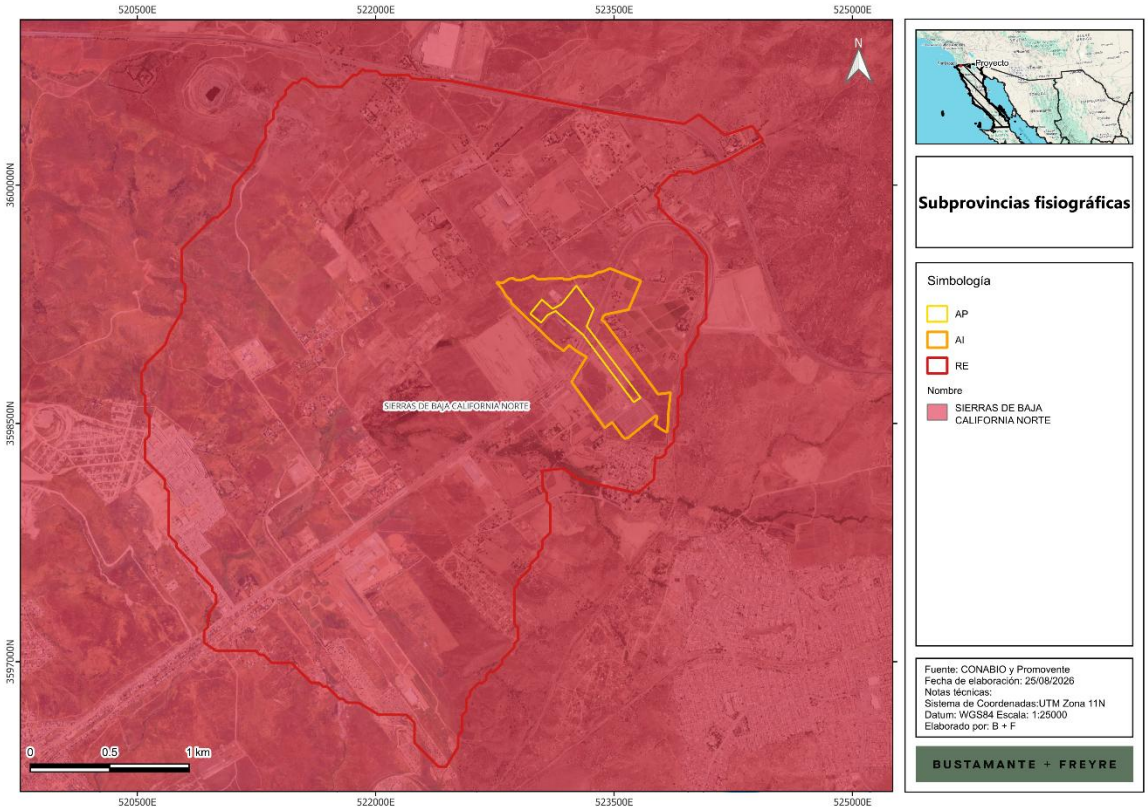
**Figura III.13.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




### III.2.2.2.2. Relieve

### Sistema de topoformas

Las topoformas son un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos. En este caso, como se observa en la siguiente figura, la **RE, AI** y **AP** se ubican en dos sistemas de topoformas: lomerío escarpado con bajadas y meseta compleja con lomerío (**Figura III.15, Tabla III.5**).

El lomerío escarpado con bajadas corresponde a una unidad fisiográfica integrada por un conjunto de lomas de relieve accidentado, con laderas de pendiente pronunciada y desniveles locales que generan una topografía irregular. Se asocia con zonas de transición hacia superficies de menor pendiente, denominadas *bajadas*, las cuales se forman al pie de las elevaciones por la acumulación y redistribución de materiales transportados desde las partes altas. **INEGI** define la bajada como una franja de terreno suavemente inclinada ubicada en la base de cadenas montañosas, mientras que el lomerío corresponde a un conjunto de lomas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La meseta compleja con lomerío corresponde a una superficie relativamente elevada respecto de su entorno, con predominio de áreas planas a suavemente onduladas, interrumpidas por lomas, ondulaciones, pequeñas elevaciones y cambios locales de pendiente. La combinación de una meseta con lomeríos genera una topografía heterogénea, en la que coexisten sectores con mayor aptitud para usos urbanos, agrícolas o de infraestructura y otros con limitaciones derivadas de pendientes, cortes naturales, escurrimientos y variaciones en la estabilidad del suelo. De acuerdo con la definición fisiográfica de **INEGI**, una meseta es un terreno elevado y llano de gran extensión, mientras que un lomerío constituye un conjunto de lomas. Por ello, esta topoforma no debe entenderse como una planicie uniforme: presenta una superficie elevada con irregularidades internas que influyen en el drenaje superficial, la susceptibilidad a erosión, la distribución de la vegetación y la integración visual del paisaje.

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

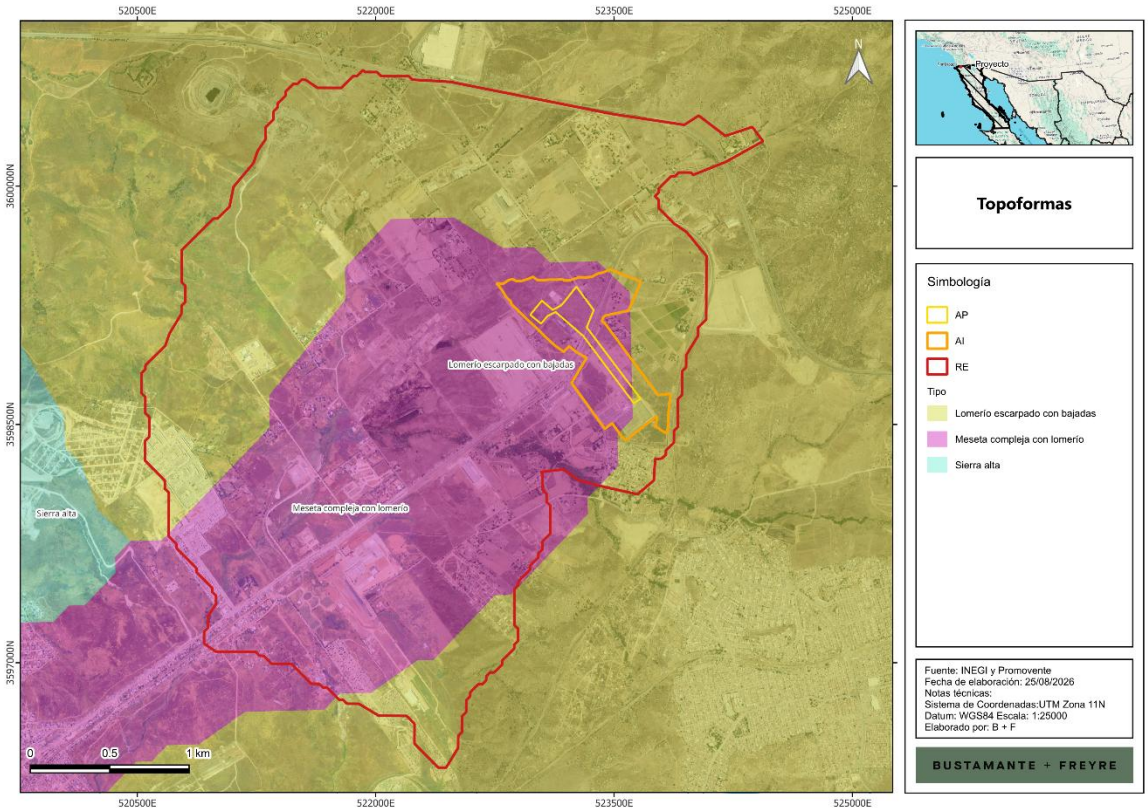



**Tabla III.5.** Superficie de la RE, AI y AP por tipo de topoforma presente

| Nombre | Descripción | RE | | AI | | AP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Lomerío | Lomerío escarpado con bajadas | 499.85 | 48.0% | 8.535 | 17.09% | 0.263 | 3.46% |
| Meseta | Meseta compleja con lomerío | 541.75 | 52.0% | 41.415 | 82.91% | 7.357 | 96.54% |
| Total general | | 1,041.599 | 100.00% | 49.949 | 100% | 7.621 | 100% |

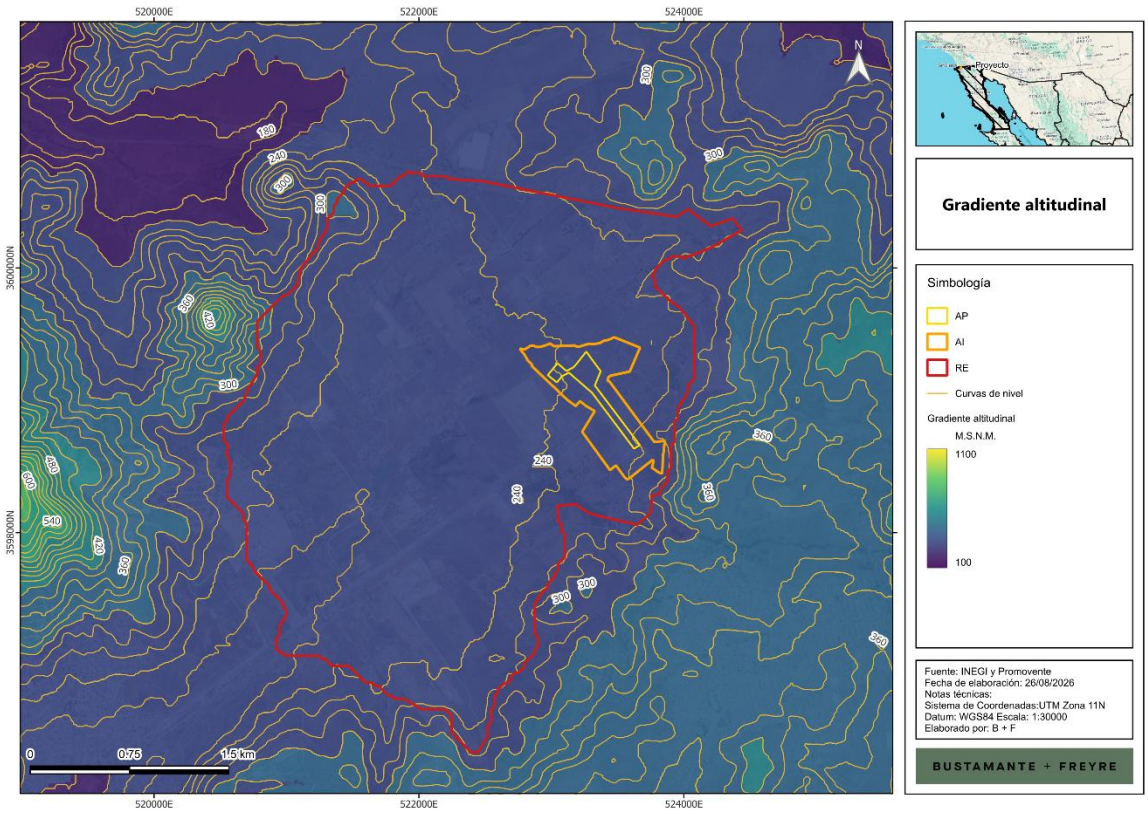


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## Gradiente altitudinal

La **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 211 a 337 msnm (**Figura III.16**).

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



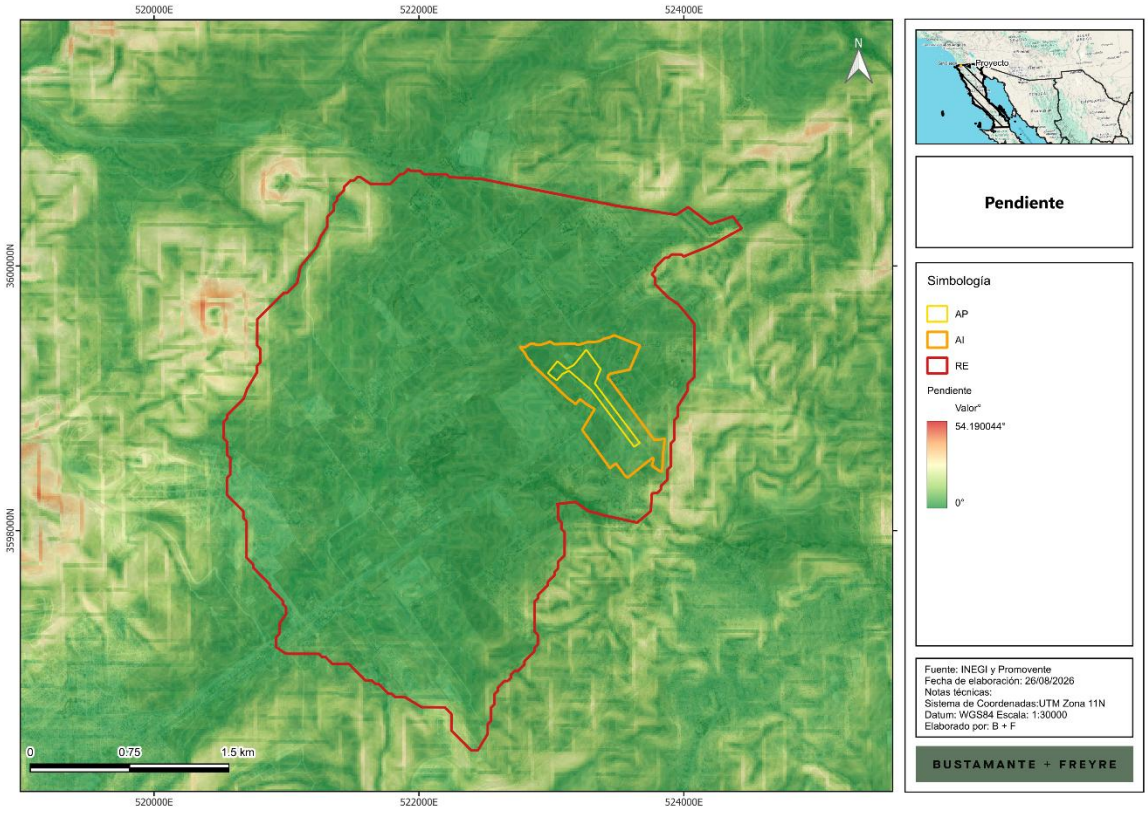

## Pendiente

La topografía de la **RE, AI** y **AP** se caracteriza por el predominio de pendientes bajas a moderadas, asociadas con una superficie de meseta compleja con lomerío y con sectores de lomerío escarpado con bajadas. De acuerdo con el modelo de pendiente, la mayor parte de la **RE** presenta valores bajos, cercanos a 0°, representados por tonalidades verdes, aunque se identifican variaciones locales relacionadas con lomeríos, taludes, caminos, cortes de terreno y cauces de escurrimiento temporal (**Figura III.17**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




### III.2.2.2.3. Fallas y fracturas

Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[6], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

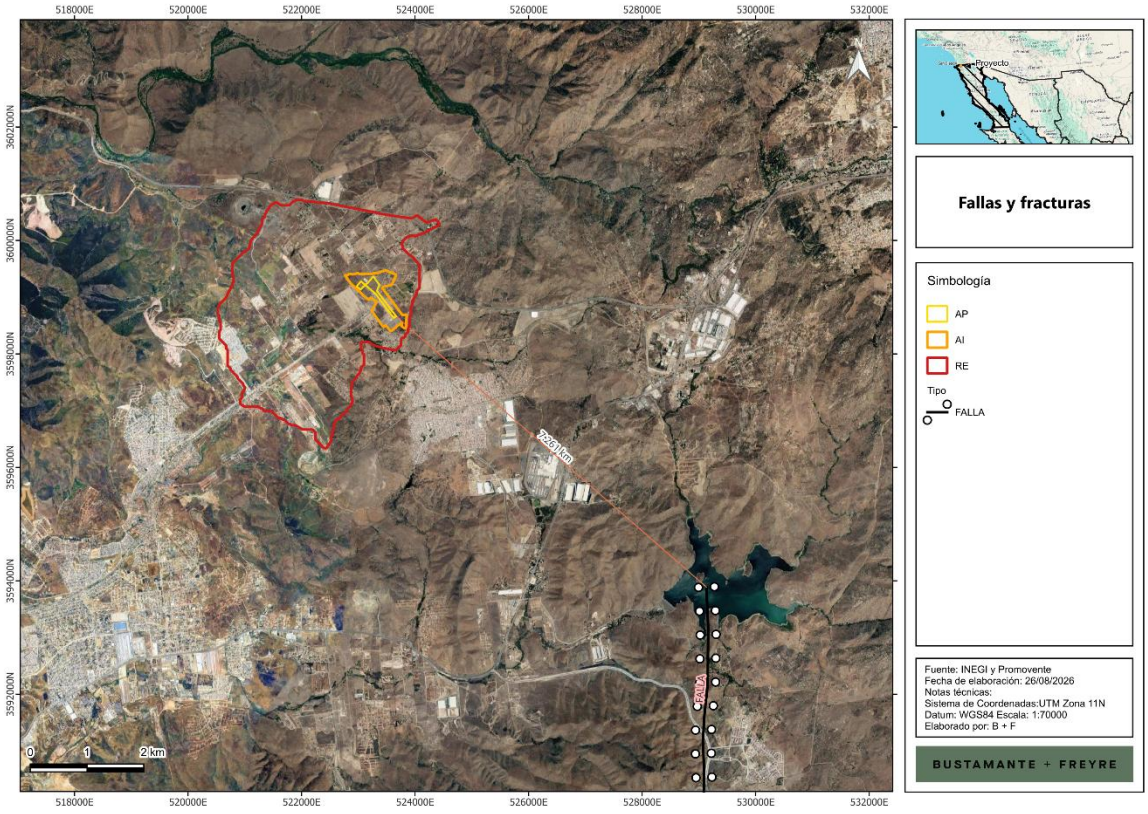
De acuerdo con el **INEGI,** dentro de la **RE, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas (**Figura III.18**).

[6] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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.

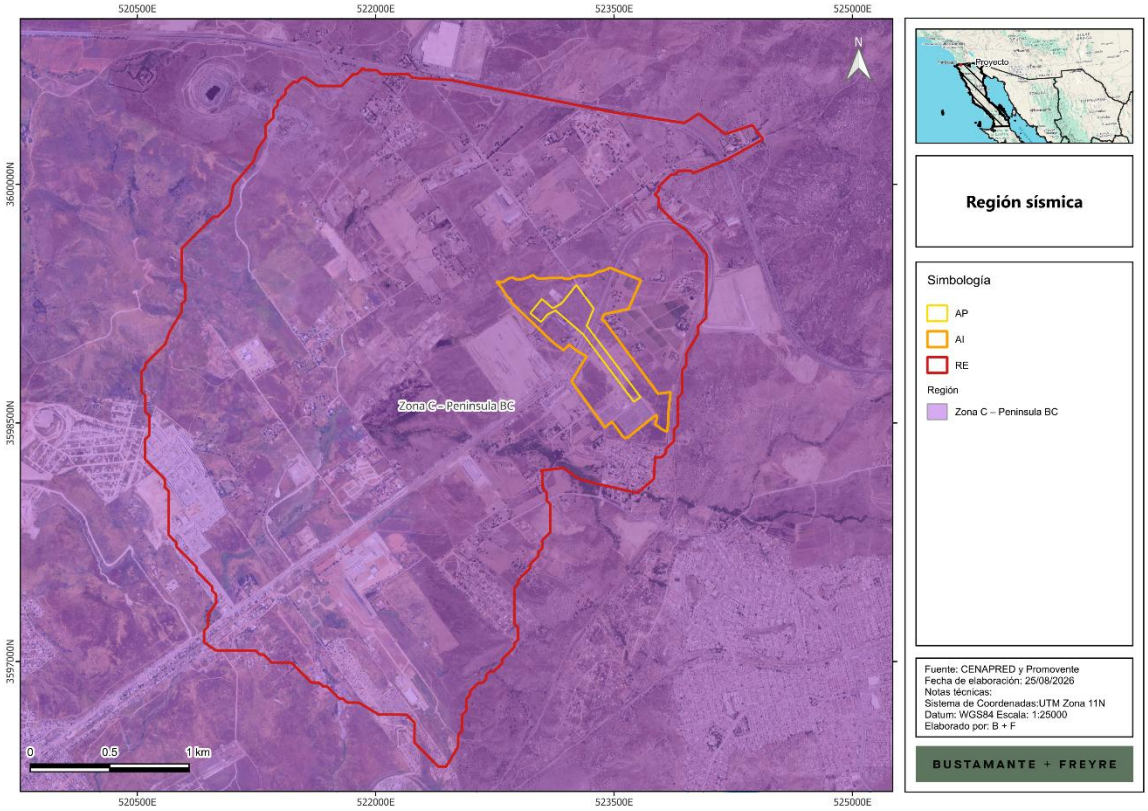
- *Zona A, de baja sismicidad.* No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- *Zona B, de media intensidad*. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración 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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la zona C (**Figura III.19**), la cual es una zona donde hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de 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. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| 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. |

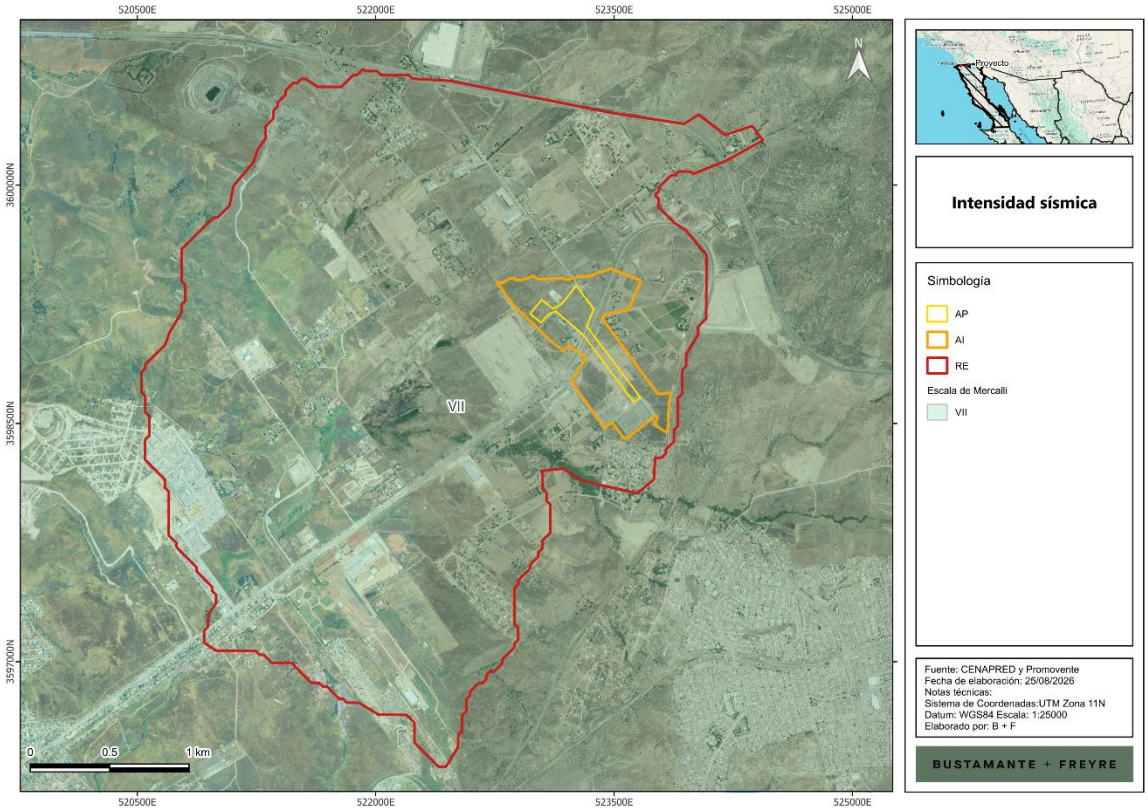
La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno.

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 VII, donde 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 (**Figura III.20**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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.



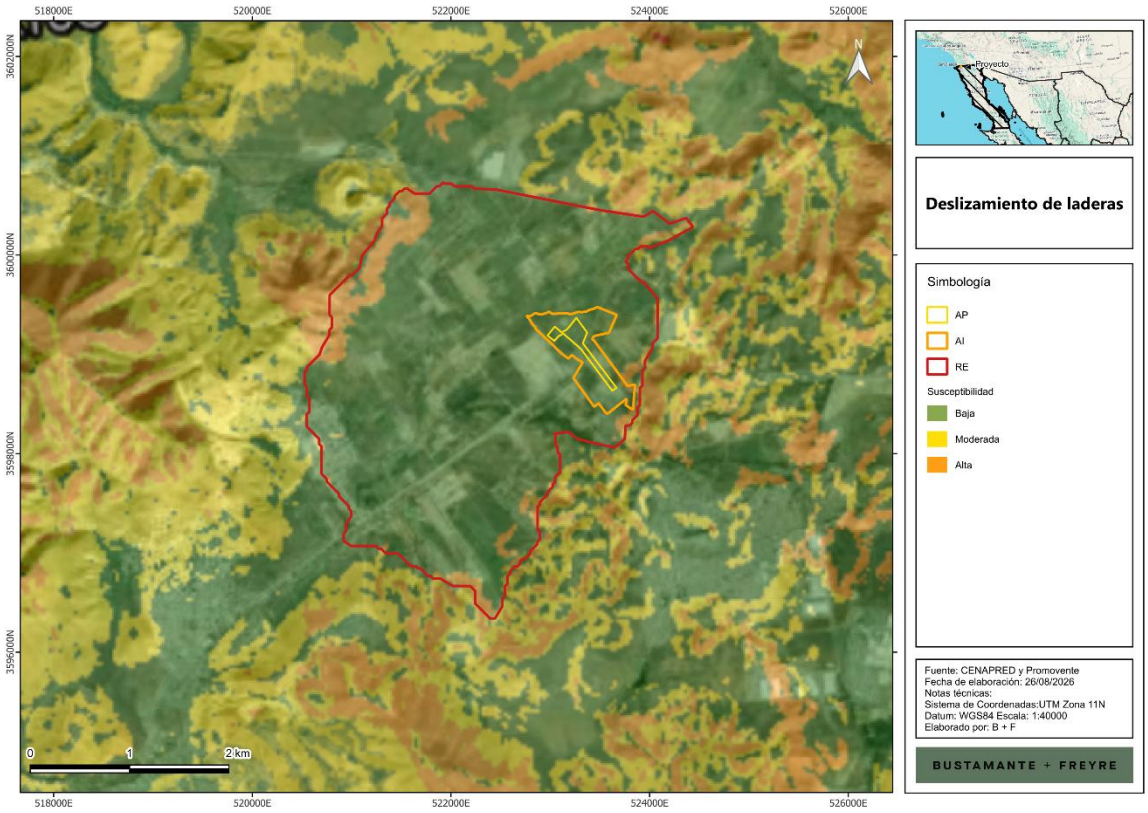
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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. 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, sur y este del polígono. 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



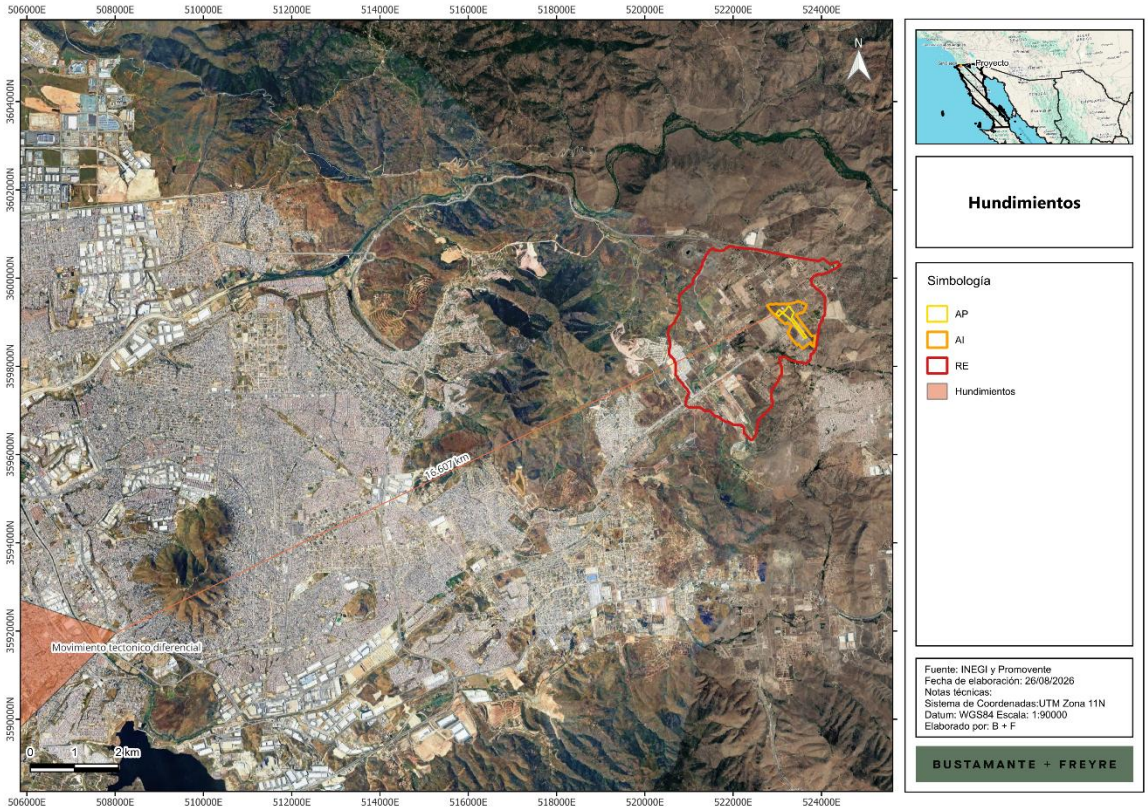



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## 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

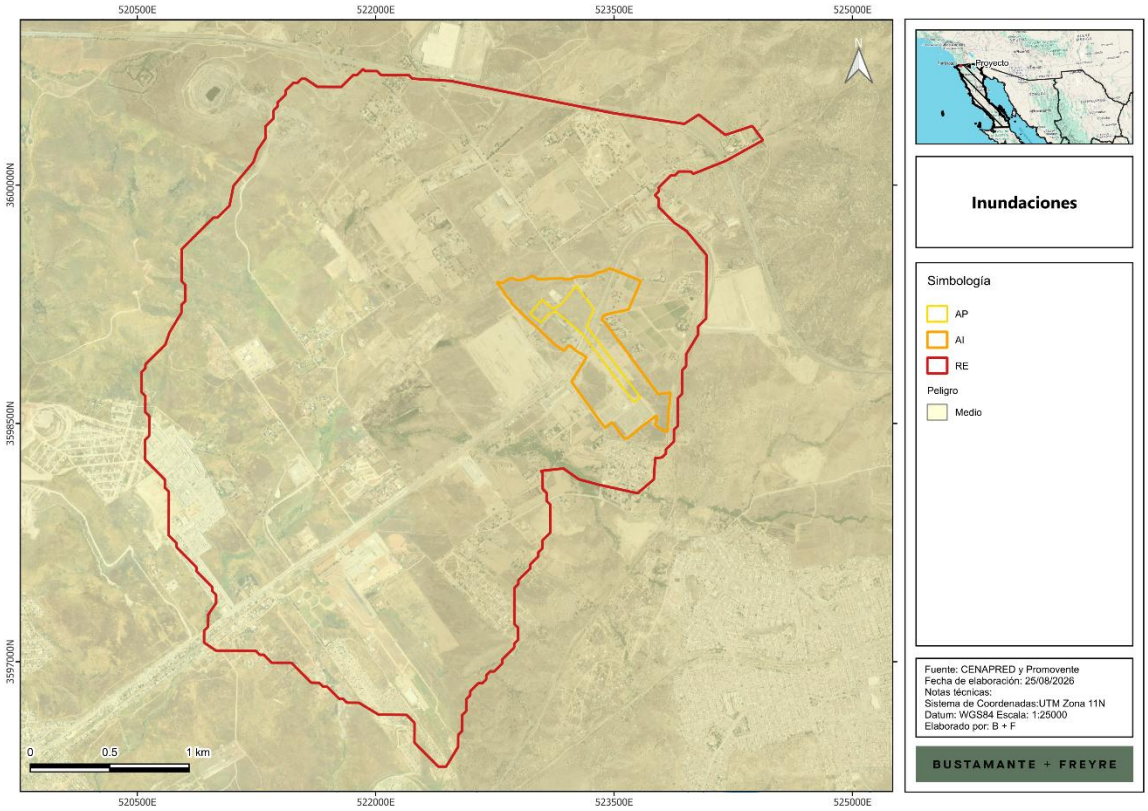
Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia 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**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




## III.2.2.3. Suelo

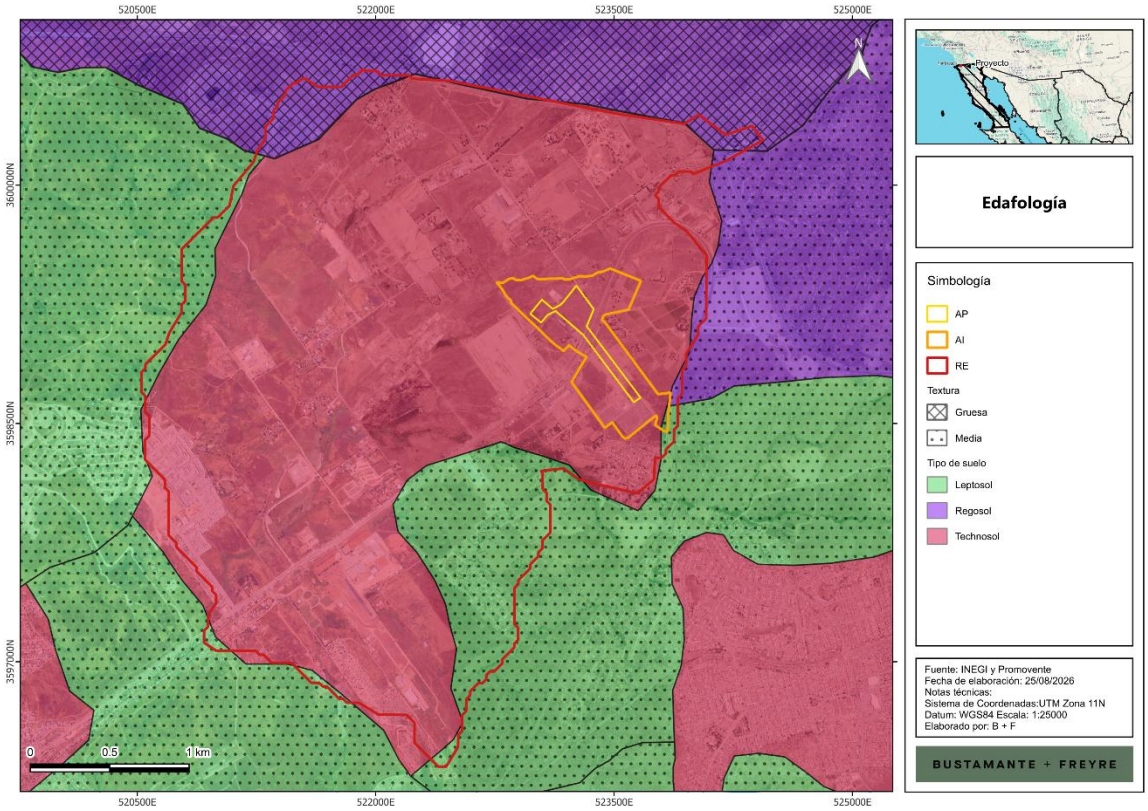
### III.2.2.3.1. Tipos de suelo

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** y **AI** los tipos de suelo presentes son technosol, regosol y leptosol; mientras que el **AP** incide únicamente en technosol; la distribución de estos tipos de suelo se muestra en la **Figura III.24**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.24.** Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP




En la **RE, AI** y **AP** el tipo de suelo predominante es el technosol, 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 | % |
| TCek-ub | Technosol | NA | 892.137 | 85.7% | 49.456 | 99.01% | 7.621 | 100.00% |
| RGlep-ar+LPsk-oh/1P | Regosol | Gruesa | 26.501 | 2.5% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| RGlep-sk+LPsk-eu/2P | | Media | 4.896 | 0.5% | 0.054 | 0.11% | 0.000 | 0.00% |
| LPli-eu+RGlep-pr/2P | Leptosol | Media | 17.242 | 1.7% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| LPsk-oh+RGlep-lo/2P | | | 98.207 | 9.4% | 0.439 | 0.88% | 0.000 | 0.00% |
| LPok-mo+PHlep-qs/2P | | | 2.616 | 0.3% | 0.00 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| Total general | | | 1,041.599 | 100.00% | 49.949 | 100.00% | 7.621 | 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).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Techonosol**

Este grupo integra suelos cuya génesis y propiedades están dominadas por materiales técnicos o de origen humano. Los Technosols incluyen suelos con presencia significativa de artefactos, rellenos, escombros, materiales construidos o superficies selladas, y por ello suelen mostrar un comportamiento muy heterogéneo y condicionado por la actividad antrópica.

Material parental: materiales expuestos, depositados o transformados por actividad humana, como rellenos, residuos, escombros, capas constructivas o materiales tecnificados.

Medio ambiente: principalmente zonas urbanas, industriales o de infraestructura, en áreas pequeñas pero de distribución compleja, donde el suelo natural ha sido reemplazado o profundamente modificado.

Desarrollo del perfil: el perfil es muy variable y frecuentemente artificial, con escasa o nula pedogénesis natural y fuerte influencia de materiales antrópicos.

- **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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **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.

### 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 con erosión antrópica y sin datos (norte y sur de la **RE**) (**Figura III.25** y **Tabla III.8**).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

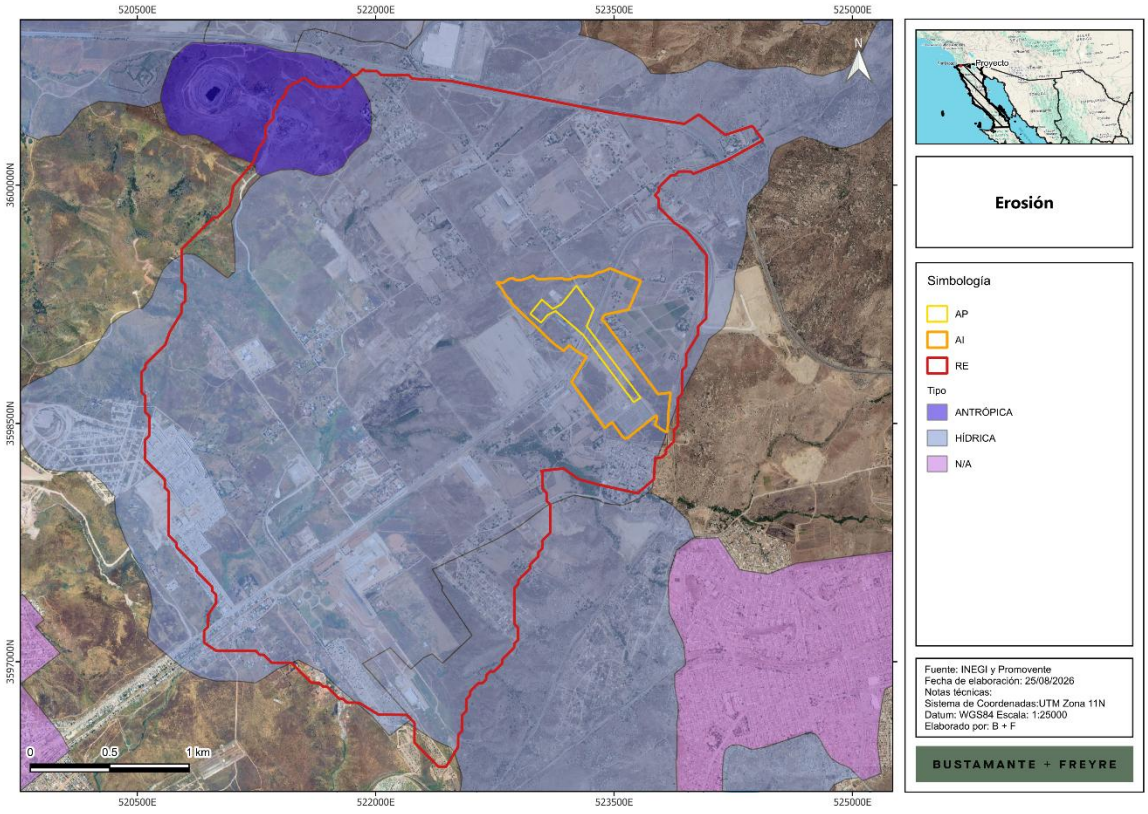



**Tabla III.8.** Superficies con erosión en la RE, AI y AP

| Clase | Tipo | Forma | Grado | RE | | AI | | AP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ha | % | ha | % | ha | % |
| A | ANTROPICA | NA | NA | 33.057 | 3.2% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| HL1 | HIDRICA | LAMINAR | LEVE | 60.731 | 5.8% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| HL1+HS1 | | | | 930.617 | 89.3% | 49.949 | 100.00% | 7.621 | 100.00% |
| SIN DATOS | | | | 17.194 | 1.7% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| Total general | | | | 1,041.599 | 100.00% | 49.949 | 100.00% | 7.621 | 100.00% |

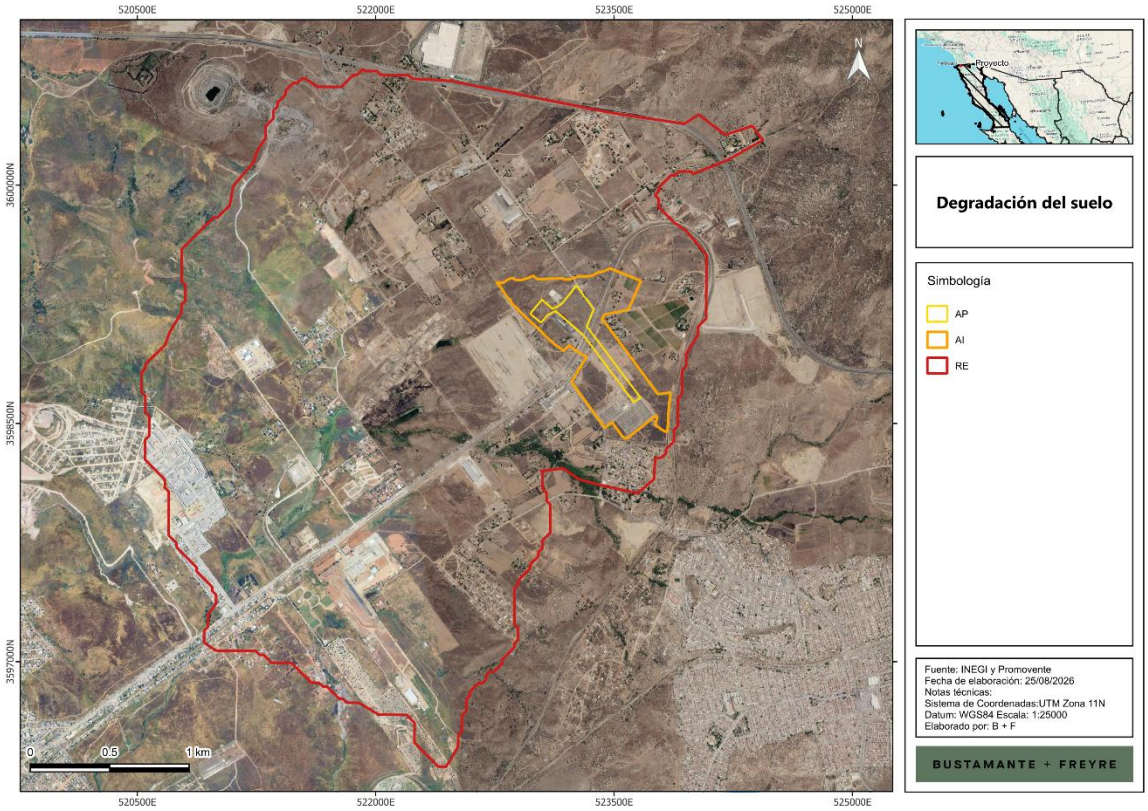
Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[7]), se observa que, la **RE, AP** y **AI** se encuentran en una zona sin datos de degradación (**Figura III.26**).

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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




### III.2.2.4. Geología

La **RE** presenta cuatro unidades litoestratigráficas: ígnea extrusiva básica, ígnea extrusiva intermedia, ígnea intrusiva ácida y suelo **(**

Figura III.27 y **Tabla III.9).** La unidad de suelo es la de mayor distribución dentro de la **RE** y abarca las porciones central, norte y oriente**.**

El **AP** y el **AI** se distribuyen principalmente sobre la unidad de ígnea intrusiva ácida, mientras que, con una porción menor hacia su sector suroeste sobre suelo. Por lo tanto, presentan condiciones



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

litológicas relativamente homogéneas, asociadas con materiales de origen ígneo intrusivo ácido, e incorporan una zona de transición hacia suelo.

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

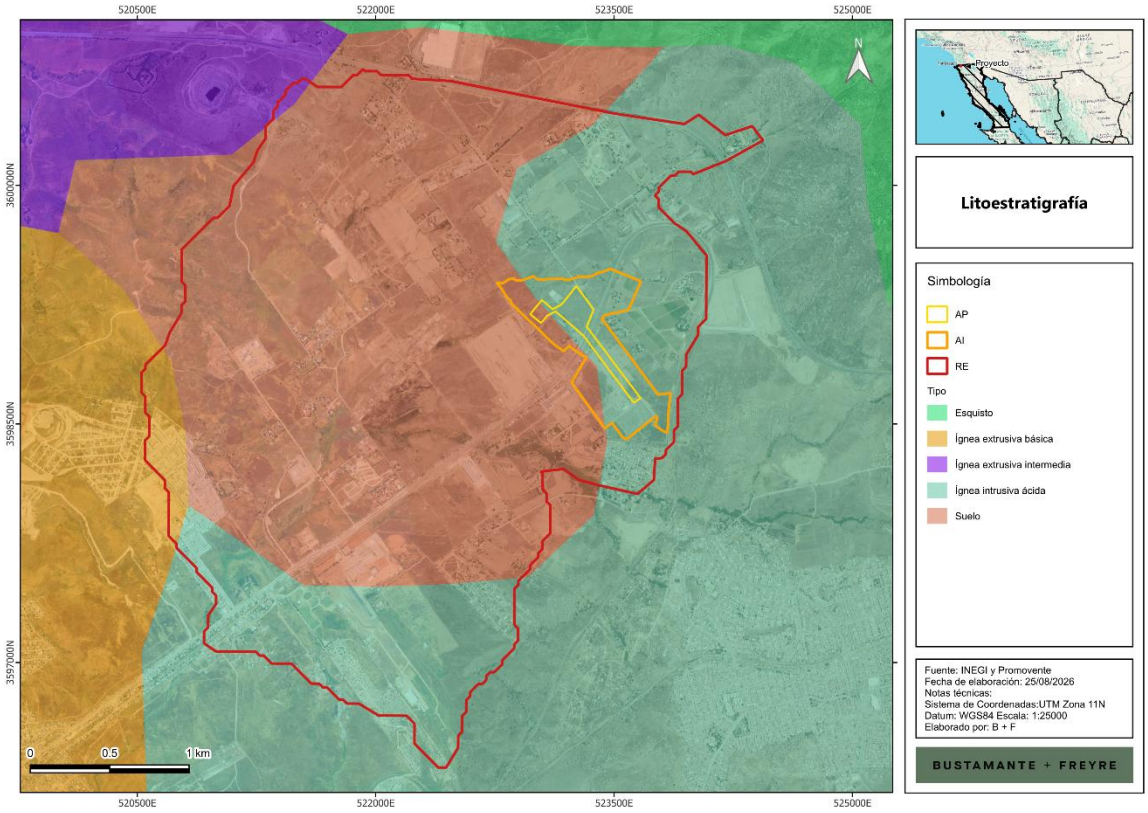



**Tabla III.9.** Superficies por tipo de unidad litoestatigráfica en RE, AI y AP

| Tipo | Superficie (ha) | | | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | RE | AI | AP | RE | AI | AP |
| Ígnea extrusiva intermedia K(Igei) | 2.283 | 0.000 | 0.000 | 0.22% | 0% | 0% |
| Ígnea intrusiva ácida K(Igia) | 343.285 | 38.553 | 6.846 | 32.96% | 77% | 90% |
| suelo Q(s) | 674.981 | 11.396 | 0.774 | 64.80% | 23% | 10% |
| Ígnea extrusiva básica Ts(Igei) | 21.050 | 0.000 | 0.000 | 2.02% | 0% | 0% |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Total | 1,041.599 | 49.949 | 7.621 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

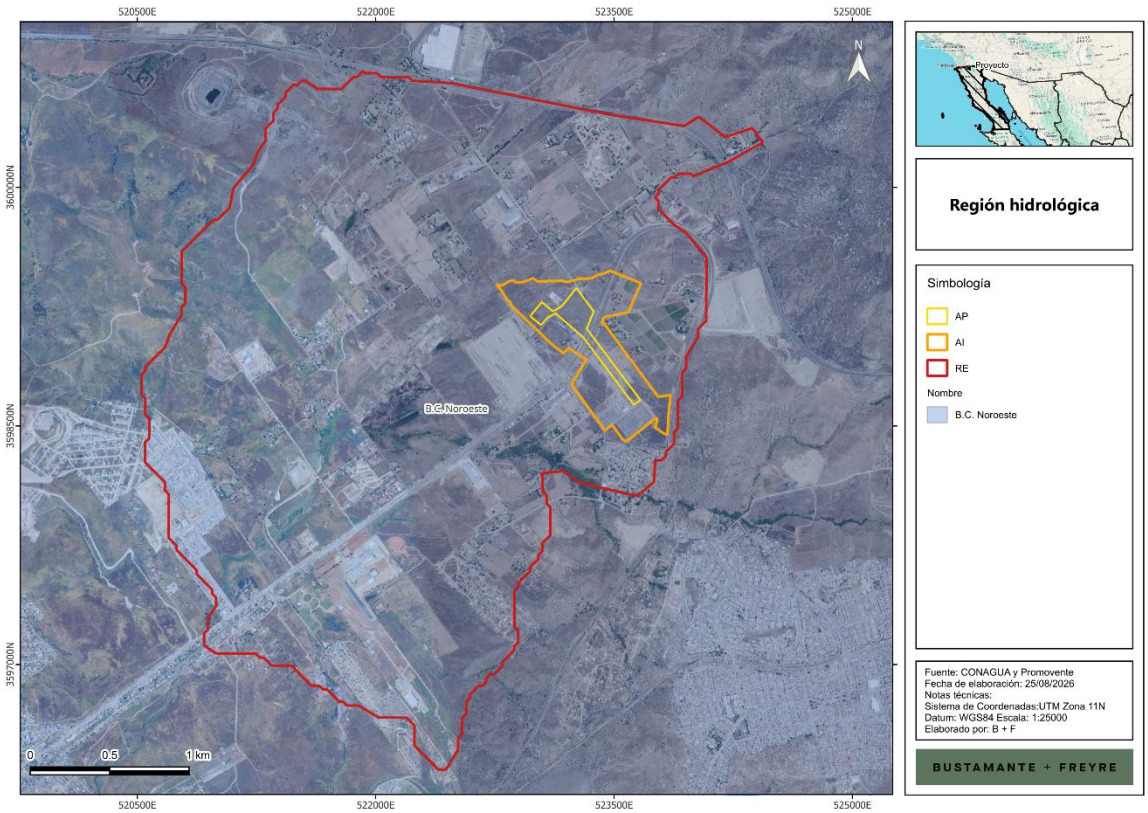
## III.2.2.5. Agua

### 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-01 Baja California Noroeste (**Figura III.28**). en la cuenca Arroyo Tijuana – Arroyo de Maneadero **(Figura III.29),** subcuenca Tecate – Valle Redondo – La Puerta **(Figura III.30).** De conformidad con la cartografía de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se sitúa en las microcuencas Tecate – Cañón del Padre (pequeña porción al norte) y Valle Redondo (gran parte de la **RE**) (**Figura III.31)**.

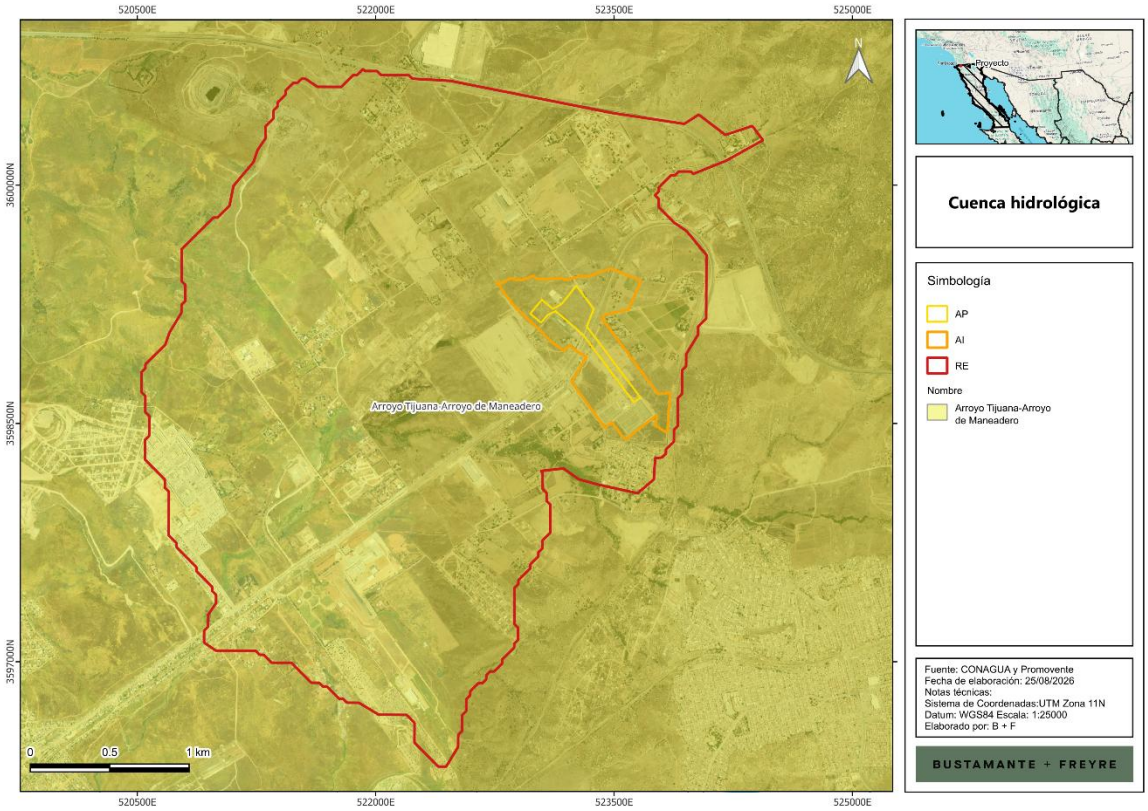
**Figura III.28.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

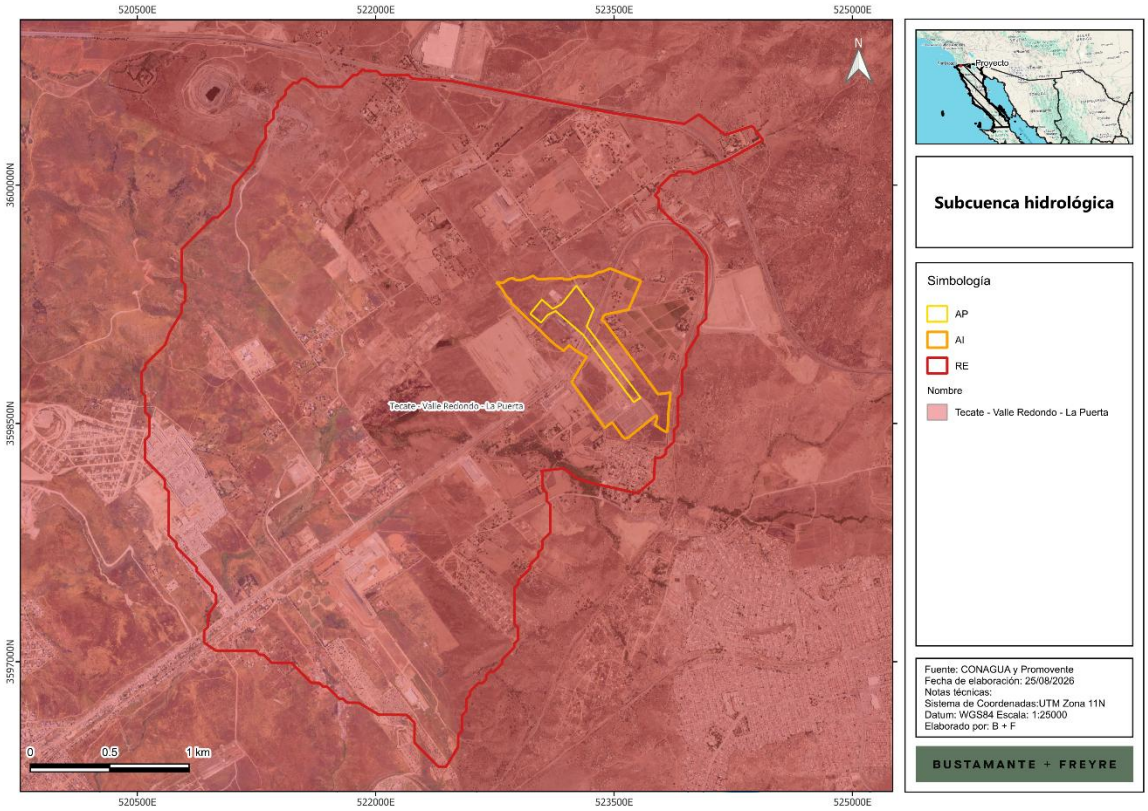
**Figura III.29.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

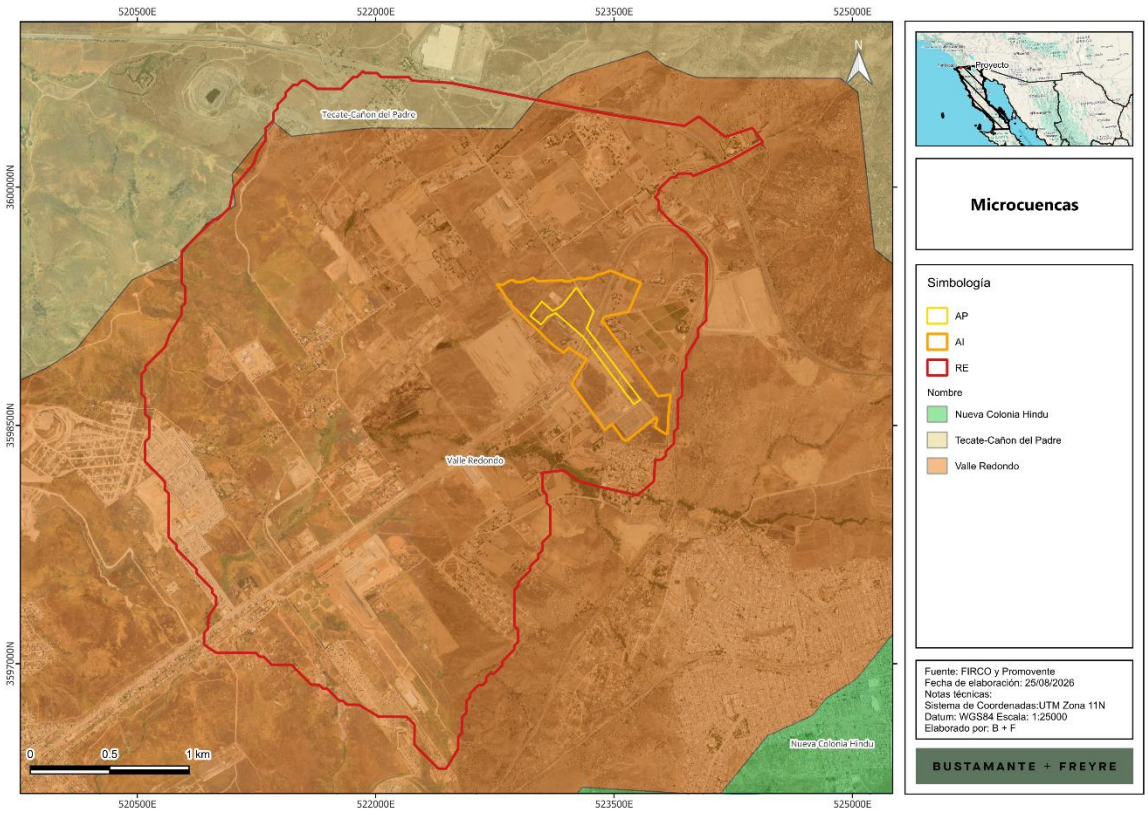
**Figura III.30.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas.






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**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 cartografía analizada, dentro de la **RE** se identifican exclusivamente corrientes de condición intermitente y segmentos de flujo virtual asociados con la continuidad de la red de drenaje. Los cauces intermitentes conducen agua temporalmente, principalmente durante y después de eventos de precipitación, por lo que su activación se vincula con las lluvias de invierno características del clima BSks de la zona de Tijuana. No se identifican corrientes perennes ni cuerpos de agua superficiales permanentes dentro de la **RE**, **AI** o **AP**.

La red de drenaje de la **RE** presenta una configuración ramificada, conformada principalmente por cauces de primer y segundo orden, con presencia adicional de corrientes de tercer y cuarto orden en sectores externos al **AI** y **AP**. Esta configuración es congruente con un entorno de lomeríos,



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

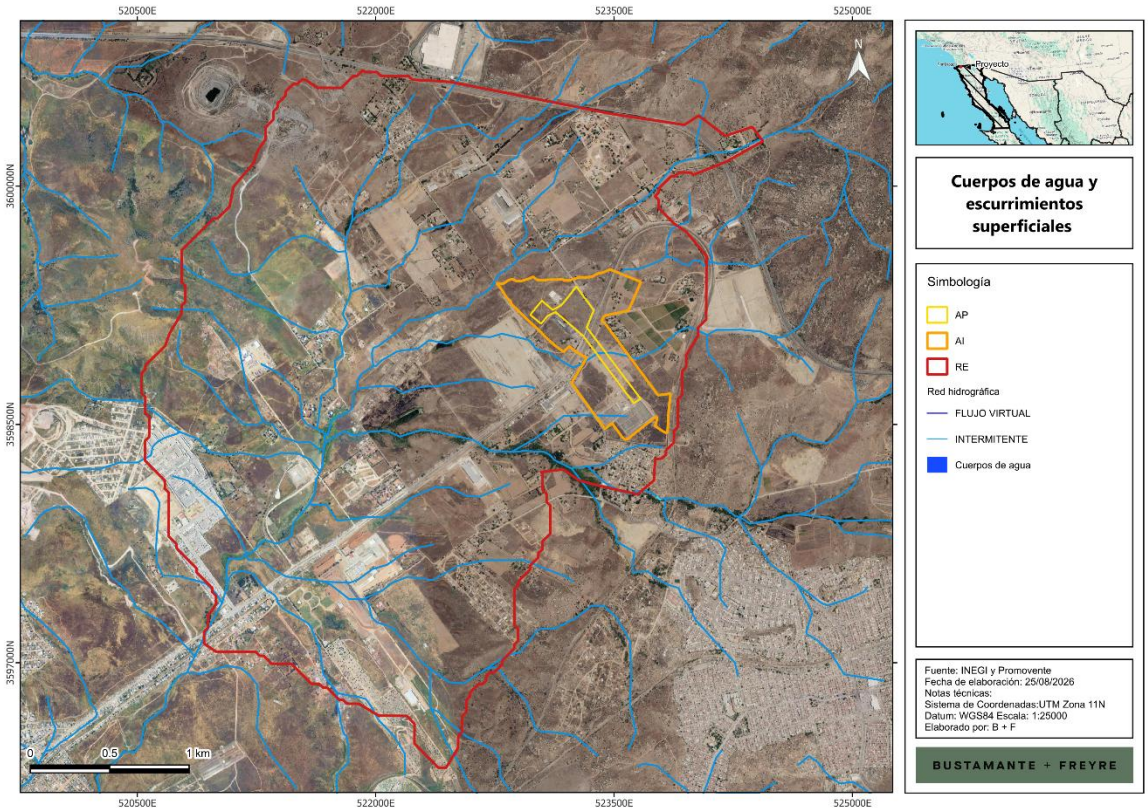
mesetas complejas, bajadas y superficies con modificaciones antrópicas, donde los escurrimientos se originan en las partes altas y se concentran progresivamente en cauces de mayor jerarquía hacia las zonas de menor elevación.

Dentro de la **RE** se registra una longitud total de incidencia de 37.368 km de corrientes intermitentes. Los cauces de primer orden representan la mayor proporción de la red, con 19.350 km, seguidos por las corrientes de segundo orden, con 10.019 km. Las corrientes de tercer orden suman 6.386 km, mientras que las de cuarto orden representan 1.613 km. La predominancia de corrientes de primer orden indica la presencia de múltiples áreas de captación y rutas de escurrimiento de pequeña escala, especialmente relevantes durante lluvias intensas o concentradas.

En el **AI** se identifican corrientes intermitentes de primer y segundo orden, con una longitud total de incidencia de 1.234 km. Las corrientes de segundo orden registran 1.036 km, lo que equivale aproximadamente al 84% de la red presente en esta unidad; en tanto, las corrientes de primer orden suman 0.198 km. No se identificó incidencia de cauces de tercer o cuarto orden dentro del **AI**.

Por su parte, el **AP** presenta una incidencia reducida de la red hidrográfica, correspondiente a 0.060 km, equivalentes a aproximadamente 60 m, de una corriente intermitente de segundo orden. No se identifican corrientes intermitentes de primer, tercer o cuarto orden dentro del **AP**.

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






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

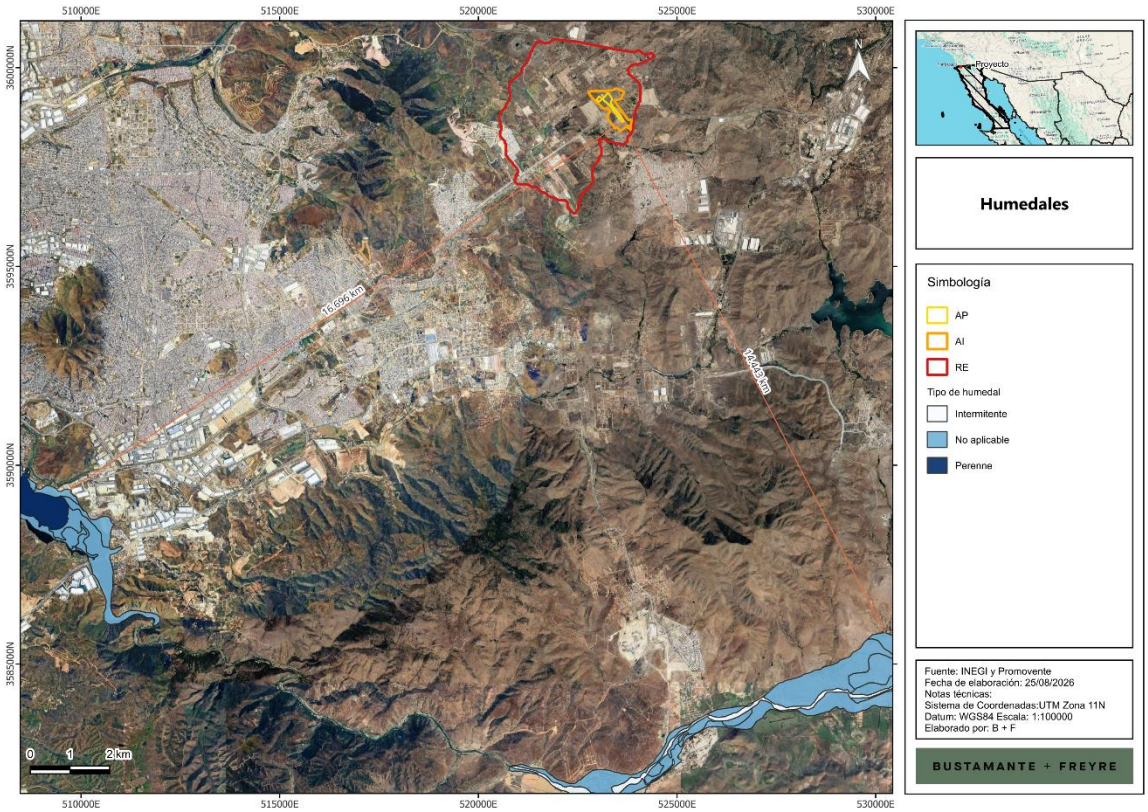
**Tabla III.10.** Corrientes de condición intermitente y virtual dentro de la RE, AI y AP

| Condición | Orden | Longitud de incidencia (km) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | RE | AI | AP |
| INTERMITENTE | 1 | 19.35 | 0.198 | 0.00000 |
| INTERMITENTE | 2 | 10.019 | 1.036 | 0.06 |
| INTERMITENTE | 3 | 6.386 | 0 | 0 |
| INTERMITENTE | 4 | 1.613 | 0 | 0 |
| Total | | 37.368 | 1.234 | 0.06 |

## 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.33**).

**Figura III.33.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales



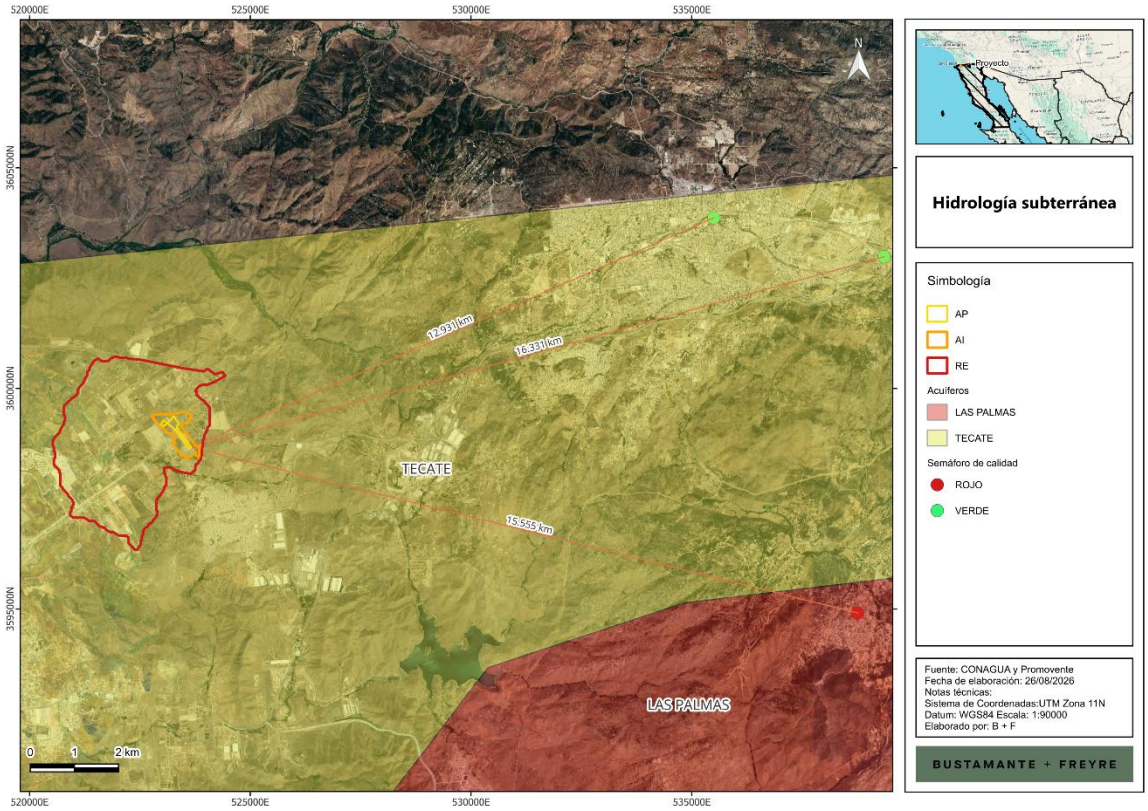



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### 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: Tecate (**Figura III.34**).

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




El Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican, publicado en el **DOF** con fecha 09 de noviembre de 2023, indica la situación de los acuíferos en cuanto a su disponibilidad, déficit, volúmenes de recarga y descarga, así como volumen de extracción. Los datos para el acuífero sobre el que incide la **RE, AI** y **AP** se muestra en la **Tabla III.11.**

**Tabla III.11.** Situación del acuífero en el que inciden la RE, AI y AP

| Clave | Acuífero | R (hm³/año) | DNC (hm³/año) | VEAS (hm³/año) | DMA (hm³/año) | Déficit (hm³/año) | Incidencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0202 | Tecate | 14.100 | 0.000 | 12.765 | 1.335 | 0.000 | RE, AI, AP |

R: Recarga media anual, DNC: Descarga natural comprometida, VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas, DMA: Disponibilidad media anual.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con respecto a la calidad del agua de estos acuíferos, se consultaron los indicadores de calidad del agua de la **CONAGUA**[8], los cuales presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, dando información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados (**Tabla III.12**).

**Tabla III.12.** Parámetros de calidad del agua subterránea.

| Parámetros analizados | Semáforo de calidad |
|---|---|
| Catorce indicadores<br>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 |

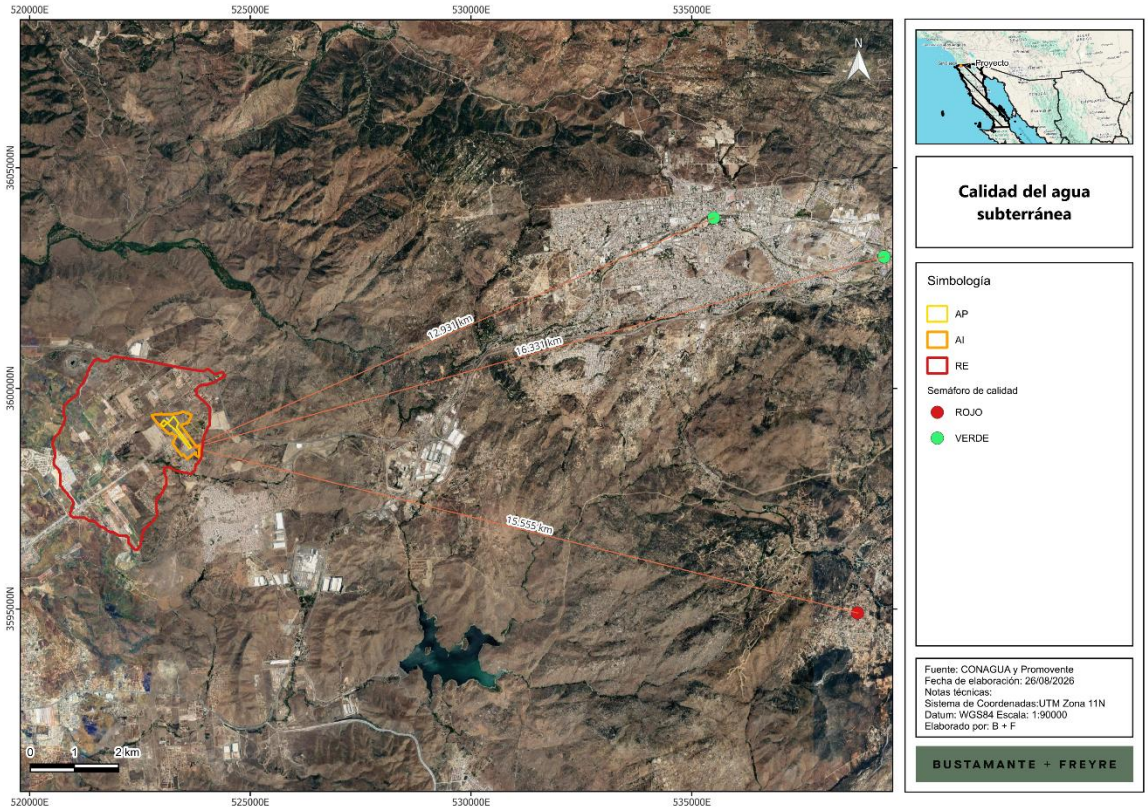
Con base en la ubicación de los sitios de monitoreo de la **CONAGUA** se identificaron dos puntos en el acuífero Tecate, todos ellos presentando un semáforo verde, es decir, cumplen con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados (**Figura III.34** y **Figura III.35**).

[8] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.35.** Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en la RE, AI o AP.




## III.2.2.6. Aire

Para describir la calidad del aire, se consultó el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (**INEM**), el cual es integrado por la **SEMARNAT** y comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera de los contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por las distintas fuentes. En el caso del contaminante criterio ozono (O3), el **INEM** comprende la estimación de sus dos principales precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. En el **INEM** se clasifican cuatro tipos de fuentes emisoras:

- **Fuentes fijas o puntuales**: son las instalaciones de ubicación fija, que tienen como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales de manufactura las cuales pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.
- **Fuentes de área**: las fuentes de área representan aquellas fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, y no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes fijas, sin embargo, colectivamente las fuentes de área representan un porcentaje significativo de



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Tecate, el cual, de acuerdo con el inventario municipal, registra una emisión anual estimada de 8,028.45 toneladas de monóxido de carbono (CO) y 2,598.18 de compuestos orgánicos volátiles (COV), siendo éstos los contaminantes con mayores emisiones reportadas en el municipio. Asimismo, se estiman emisiones de 565.78 toneladas anuales de PM10, 438.23 toneladas de $PM_{2.5}$, 98.86 toneladas de dióxido de azufre ($SO_2$), 1,676.76 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx) y 220.15 toneladas de amoniaco ($NH_3$).

**Tabla III.13.** Toneladas anuales de contaminantes criterio emitido por el municipio en el que se encuentran la RE, AI y AP.[9]

| Municipio | PM10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COV | NH3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tecate | 565.78 | 438.23 | 98.86 | 8,028.45 | 1,676.76 | 2,598.18 | 220.15 |

Del total de CO, 5,050.53 toneladas anuales provienen de fuentes móviles en carretera y 1,496.37 toneladas de fuentes de área correspondientes a fuentes misceláneas. Para los COV, 847.46 toneladas anuales provienen de fuentes de área en uso de solventes y 527.27 toneladas de fuentes de área correspondientes a almacenamiento y transporte de derivados de petróleo.

**Tabla III.14.** Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.[9]

| Municipio | Categoría | Subcategoría | PM10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COV | NH3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tecate | Fuentes de área | Agropecuarias | 26.24 | 11.45 | 0.15 | 74.21 | 2.22 | 7.67 | 54.78 |
| | Fuentes de área | Fuentes industriales ligeras y comerciales | 12.94 | 7.58 | 0.00 | 17.92 | 0.33 | 4.95 | 0.00 |
| | Fuentes de área | Fuentes misceláneas | 295.03 | 231.00 | 22.31 | 1,496.37 | 48.61 | 105.42 | 158.07 |
| | Fuentes de área | Manejo de Residuos | 0.20 | 0.19 | 0.01 | 0.64 | 0.03 | 136.38 | 0.00 |
| | Fuentes de área | Quema de combustibles en fuentes estacionarias | 50.12 | 47.83 | 1.46 | 577.98 | 44.18 | 125.46 | 0.53 |
| | Fuentes de área | Uso de Solventes | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 847.46 | 0.00 |
| | Fuentes de área | Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 527.27 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica | 0.09 | 0.09 | 0.00 | 0.22 | 0.13 | 21.97 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Alimentos y bebidas | 0.16 | 0.11 | 36.71 | 125.77 | 19.49 | 0.88 | 0.00 |

[9] https://gisviewer.semarnat.gob.mx/wmaplicacion/inem/



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Municipio | Categoría | Subcategoría | PM10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COV | NH3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fuentes fijas | Derivados del petróleo y carbón | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Extracción/Beneficio minerales no metálicos | 0.92 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Impresión | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 6.71 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Industria de la madera | 2.79 | 2.79 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 29.53 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Industria textil | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.49 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Manejo de desechos y remediación | 0.00 | 0.00 | 1.08 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Metálico | 21.61 | 10.89 | 0.02 | 7.84 | 0.20 | 11.92 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Minerales no metálicos | 63.44 | 41.18 | 6.42 | 659.14 | 79.46 | 73.14 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Muebles, colchones y persianas | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Otras industrias | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 3.98 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Plástico y hule | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.48 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Química | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.24 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes fijas | Tratamiento de residuos peligrosos | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |
| | Fuentes móviles | Carreteras | 88.23 | 80.88 | 29.64 | 5,050.53 | 1,325.37 | 466.88 | 6.77 |
| | Fuentes móviles | No carreteras | 3.47 | 3.24 | 1.06 | 16.51 | 90.84 | 4.47 | 0.00 |
| | Fuentes naturales | Emisiones biogénicas | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 65.48 | 176.12 | 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** inciden en su totalidad en el uso de suelo de agricultura de temporal anual **(**

| Tipo | Superficie (ha) | | | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | RE | AI | AP | RE | AI | AP |
| AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL | 1041.599 | 49.949 | 7.621 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| **Total** | **1041.599** | **49.949** | **7.621** | **100%** | **100%** | **100%** |

Figura III.36**, Figura III.37, Figura III.38 y Tabla III.15).**

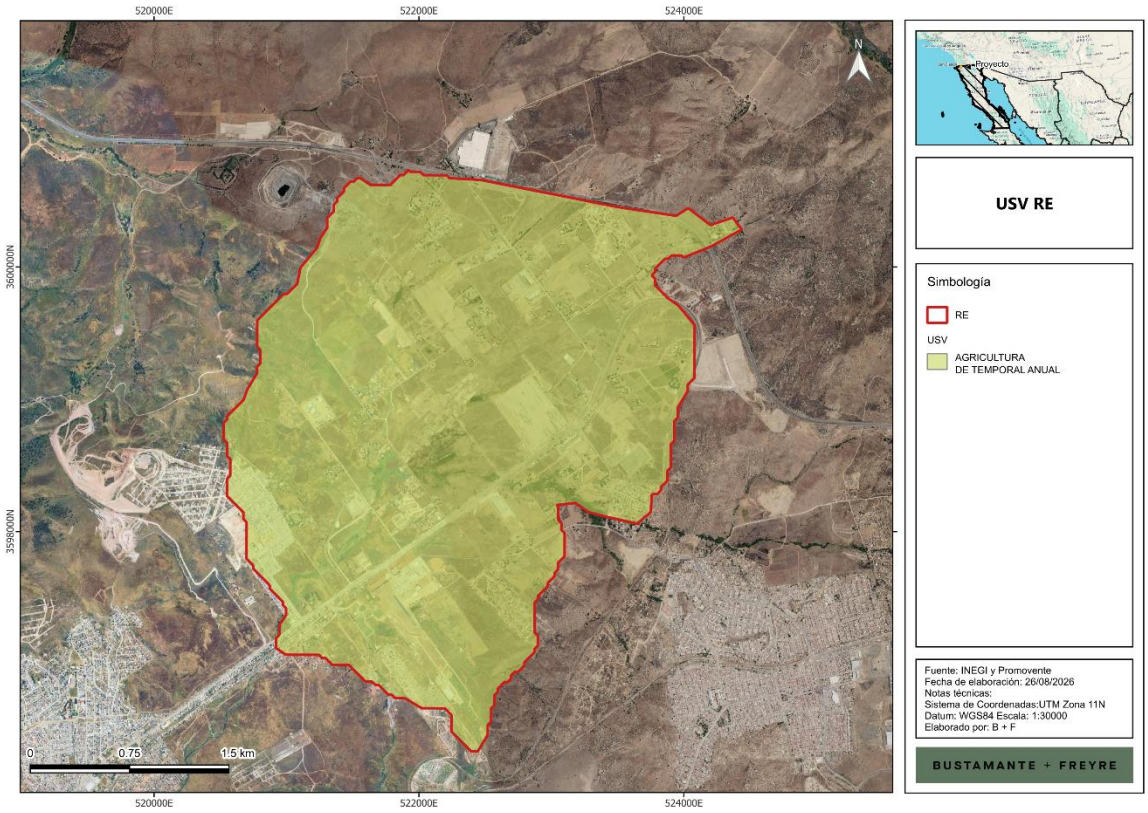


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.15.** Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

| Tipo | Superficie (ha) | | | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | RE | AI | AP | RE | AI | AP |
| AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL | 1041.599 | 49.949 | 7.621 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| **Total** | **1041.599** | **49.949** | **7.621** | **100%** | **100%** | **100%** |

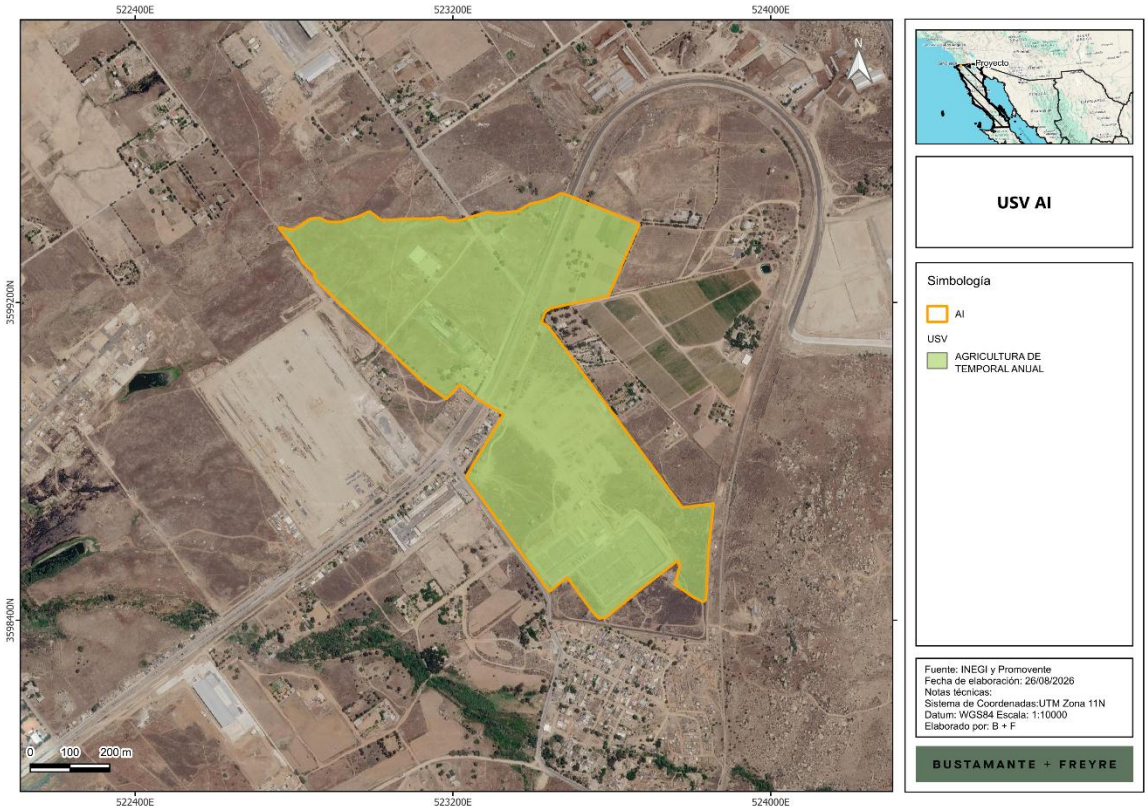
**Figura III.36.** Uso de suelo y vegetación presente en la RE de acuerdo con el INEGI






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

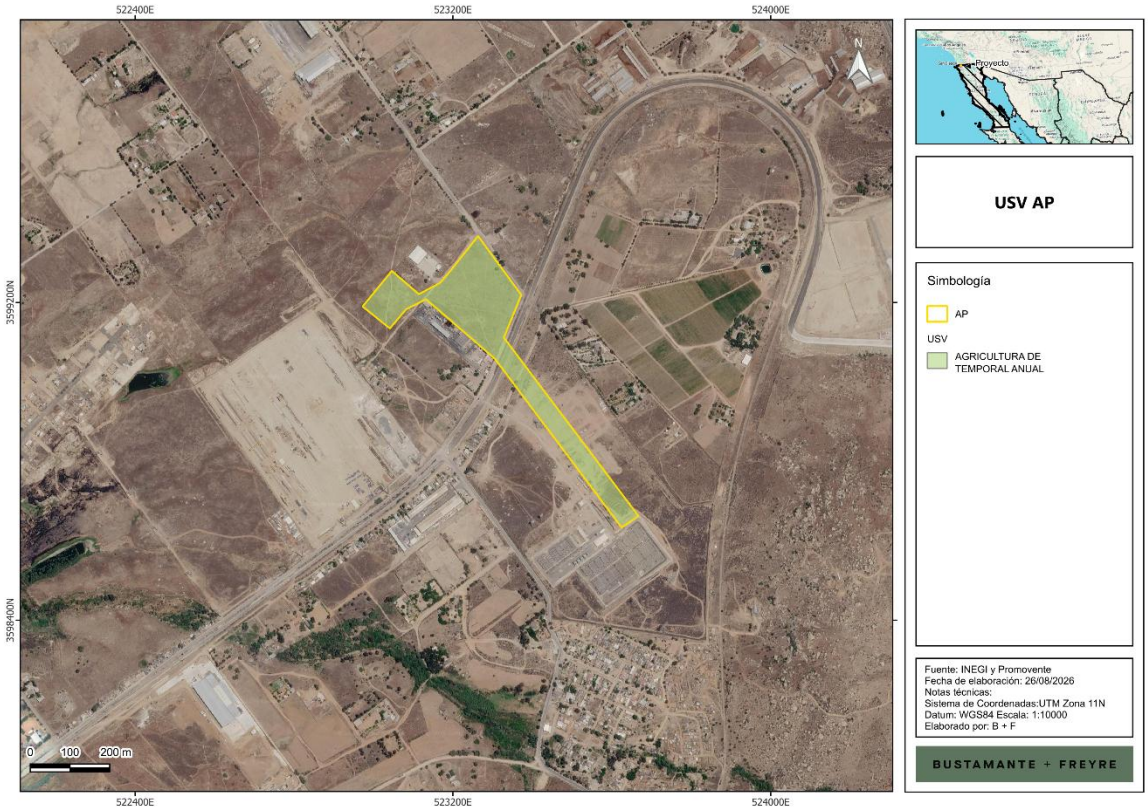
**Figura III.37.** Uso de suelo y vegetación presente en el AI de acuerdo con el INEGI






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.38.** Uso de suelo y vegetación presente en el AP de acuerdo con el INEGI




En seguida se presenta la descripción del uso de suelo presente en la **RE, AI** y **AP** de acuerdo con información del **INEGI**[10]:

- **Agricultura de Temporal Anual**

La unidad denominada Agricultura de Temporal Anual (TA) corresponde a terrenos destinados al cultivo de especies cuyo ciclo vegetativo es igual o menor a un año y cuyo desarrollo depende del agua aportada directamente por la precipitación pluvial. Por tanto, estas superficies no cuentan con un suministro regular de agua mediante sistemas artificiales de riego y su productividad se encuentra condicionada por la cantidad, distribución temporal e intensidad de las lluvias, así como por la capacidad del suelo para captar, retener y poner a disposición la humedad necesaria para el cultivo.

La categoría “anual” se refiere a que el periodo comprendido entre la siembra y la cosecha del cultivo no supera un año. En esta unidad pueden desarrollarse cultivos de los ciclos primavera–verano u otoño–invierno, dependiendo de las condiciones climáticas locales, la disponibilidad de humedad en el suelo y las prácticas productivas aplicadas por los propietarios o usuarios de los terrenos.

[10] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250 000 : serie VII / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2021.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

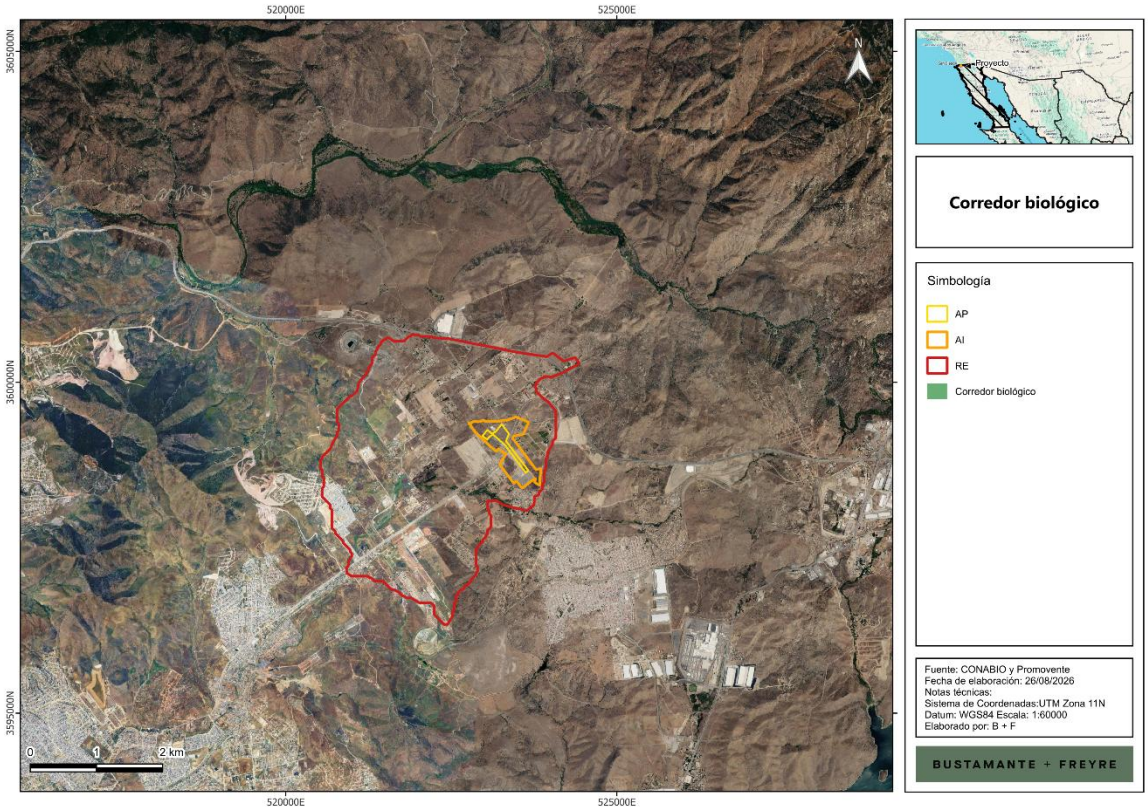
La agricultura de temporal puede incluir áreas con monocultivos o policultivos y, por su dinámica estacional, puede observarse con diferentes condiciones de cobertura a lo largo del año. Durante la etapa de preparación, barbecho o descanso agrícola, los terrenos pueden presentar suelo expuesto, vegetación herbácea espontánea, residuos de cultivos anteriores o vegetación ruderal. Durante el periodo de crecimiento, en cambio, la cobertura vegetal puede aumentar temporalmente en función de la germinación, establecimiento y desarrollo de los cultivos.

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

### III.2.2.2. Corredores biológicos

De acuerdo con la cartografía de Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México (CONABIO, 2015), se observa que la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran fuera de corredores biológicos **(Figura III.39).**

**Figura III.39.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores biológicos.






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 en sectores que no presentan idoneidad para los corredores bioclimáticos (



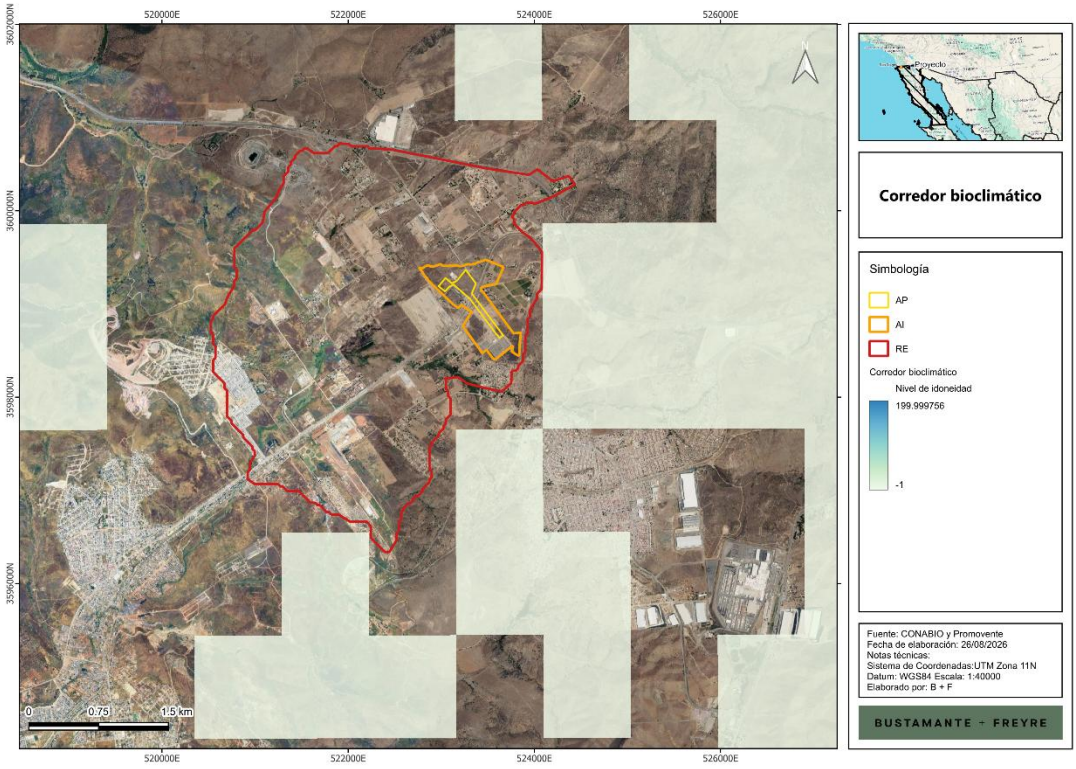
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III**.40**).**



Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.40.** Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos




## III.2.2.3. Flora

### III.2.2.3.1. Objetivo

La finalidad de este apartado es determinar la presencia o ausencia de vegetación forestal que según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es: “*el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales*”; esto mediante el análisis de información cartográfica oficial, interpretación de imágenes satelitales y verificación en campo, con base en los criterios establecidos por la **SEMARNAT** en las tres áreas de estudio: **AP, AI** y **RE.**

### III.2.2.3.2. Metodología de muestreo

Para la caracterización de la cobertura vegetal, se empleó una metodología integral que incluyó las siguientes actividades:

- Análisis cartográfico



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se realizó la revisión de la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación del **INEGI**, con el propósito de identificar la clasificación oficial de la cobertura vegetal en las áreas de estudio. Esta información permitió instaurar un primer diagnóstico sobre el tipo de uso predominante.

- Interpretación de imágenes satelitales.

  Se analizaron imágenes satelitales recientes (Google Earth y otras plataformas de libre acceso como QGIS) con el objetivo de corroborar visualmente la cobertura actual del terreno.

- Verificación en campo

  Se realizaron recorridos en el **AP, AI** y **RE** con la intención de contrastar las características presentes en sitios. Sin embargo, debido a las condiciones de seguridad y accesibilidad de la zona, no fue posible realizar recorridos en todas las zonas.

Debido al alto grado de perturbación y transformación previamente existente dentro del área de estudio, la caracterización de la vegetación se realizó mediante el establecimiento de sitios de muestreo, complementados con sitios de verificación distribuidos en sectores representativos del **AP, AI** y **RE**. La selección de estos puntos permitió confirmar la condición general de la cobertura vegetal y verificar la homogeneidad ambiental predominante en el **AP, AI** y **RE**.

Durante los recorridos y en los sitios evaluados se observó una cobertura vegetal escasa, discontinua y de bajo porte, integrada principalmente por especies herbáceas, vegetación ruderal y algunos individuos arbustivos aislados. Se identificaron amplias superficies con suelo expuesto, compactado o previamente removido, así como evidencia de alteración asociada con actividades humanas, presencia de infraestructura industrial en el entorno, tránsito, residuos dispersos y modificaciones previas del terreno.

Las condiciones registradas no corresponden a una comunidad vegetal natural continua ni a una unidad de vegetación con estructura conservada. Por el contrario, la vegetación observada presenta una distribución fragmentada y está condicionada por el disturbio recurrente, la remoción de suelo, la limitada disponibilidad de humedad y la influencia de las actividades antrópicas presentes en el entorno inmediato.

Se levantaron un total de 5 rodales, 1 de ellos dentro de la **RE**, 2 en el **AI** y 2 en el **AP**. Asimismo, se realizaron 6 sitios de verificación (2 en cada área), con la intención de validar las condiciones actuales de cada área. Es importante mencionar que debido a las condiciones y situación actual en cuanto a seguridad en la región se refiere, los recorridos 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 01 al 02 de agosto de 2026.

La ubicación de los rodales y sitios de verificación se muestran en las siguientes figuras y en las tablas siguientes se presentan las coordenadas de ubicación de cada uno de los sitios.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.41.** Ubicación de los rodales de muestreo en la RE, AI y AP

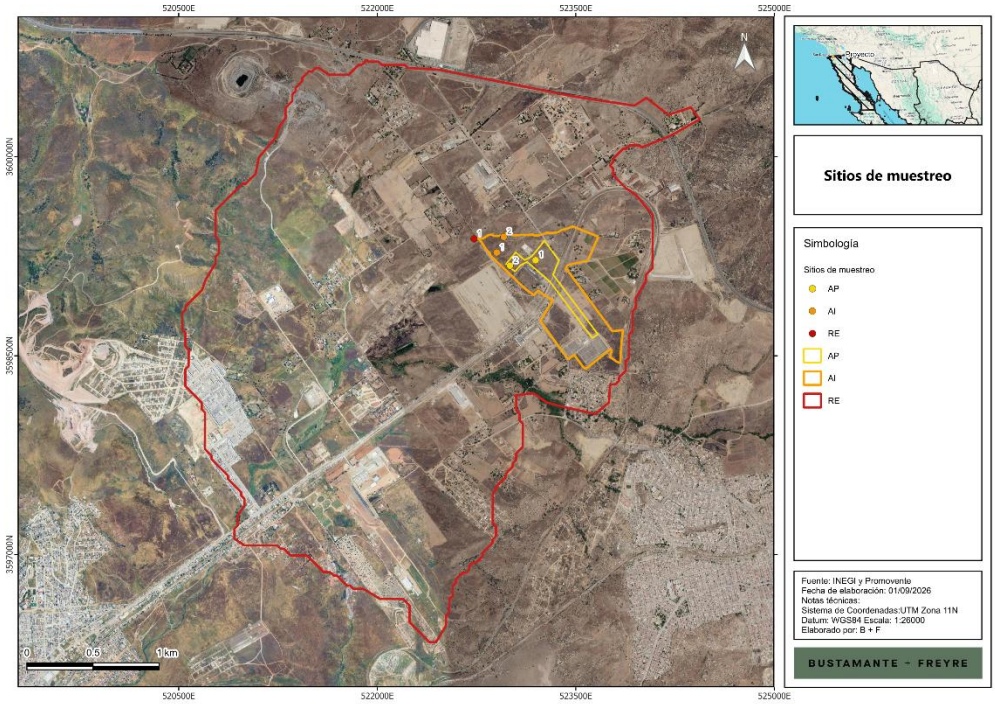
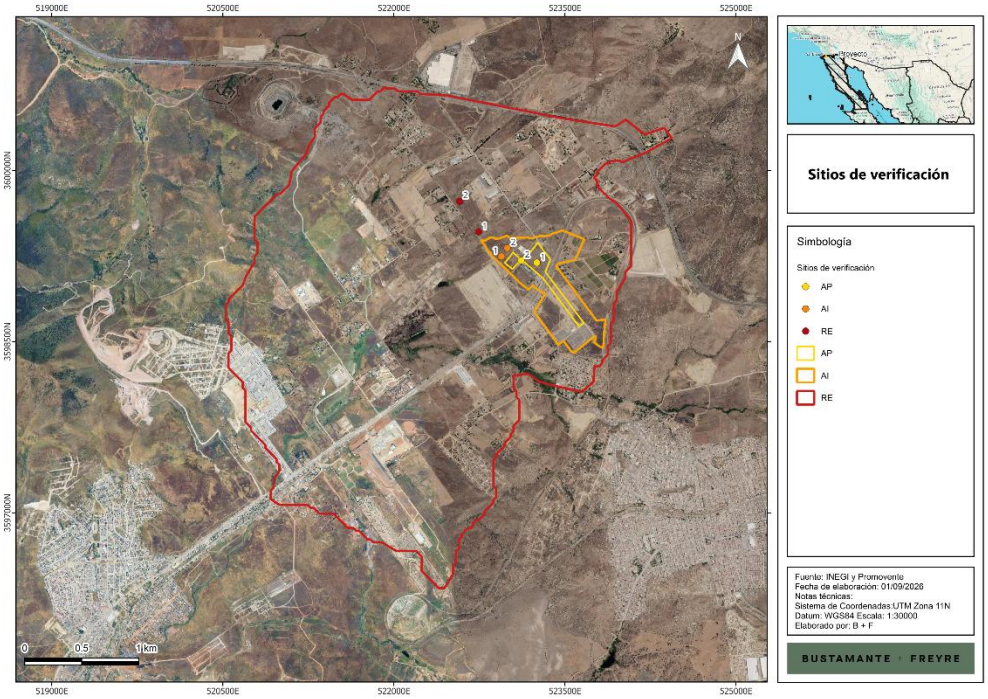



**Figura III.42.** Ubicación de los sitios de verificación en la RE, AI y AP






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.16.** Coordenadas centrales de los rodales de muestreo

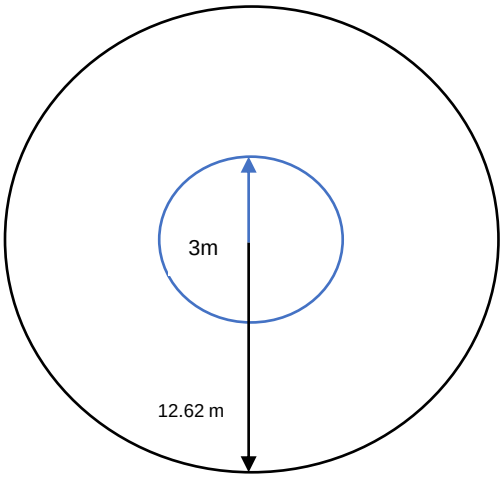
| Sitio | X | Y | USV | Área de estudio |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 523197 | 3599220 | Vegetación indicadora de disturbio | AP |
| 2 | 523003 | 3599179 | Vegetación indicadora de disturbio | AP |
| 1 | 522902 | 3599278 | Vegetación indicadora de disturbio | AI |
| 2 | 522956 | 3599396 | Vegetación indicadora de disturbio | AI |
| 1 | 522731 | 3599381 | Vegetación indicadora de disturbio | RE |

**Tabla III.17.** Coordenadas de los sitios de verificación

| Sitio | X | Y | USV | Área de estudio |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 523255 | 3599192 | Vegetación indicadora de disturbio | AP |
| 2 | 523117 | 3599211 | Vegetación indicadora de disturbio | AP |
| 1 | 522944 | 3599246 | Vegetación indicadora de disturbio | AI |
| 2 | 522995 | 3599320 | Vegetación indicadora de disturbio | AI |
| 1 | 522744 | 3599462 | Vegetación indicadora de disturbio | RE |
| 2 | 522577 | 3599730 | Vegetación indicadora de disturbio | 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






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.18.** Tamaño de muestra y dimensiones de los sitios de muestreo

| Área de estudio | Cantidad de sitios | Superficie de muestreo por sitio ($m^2$) | | | Superficie muestreada total ($m^2$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Arbóreo | Arbustivo | Herbáceo | Arbóreo | Arbustivo | Herbáceo |
| AP | 2 | 500 | 500 | 9 | 1000 | 1000 | 18 |
| AI | 2 | 500 | 500 | 9 | 1000 | 1000 | 18 |
| RE | 1 | 500 | 500 | 9 | 500 | 500 | 9 |

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.

**Criterios para la identificación de vegetación forestal**

Para efectos del presente estudio, se consideraron como vegetación forestal aquellas comunidades vegetales dominadas por especies arbóreas o arbustivas perennes, propias de ecosistemas naturales como bosques, selvas o matorrales, de acuerdo con los criterios normativos aplicables. En este sentido, se tomaron en cuenta los siguientes elementos:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Presencia de estrato arbóreo desarrollado
- Cobertura vegetal continua de origen natural
- Composición florística característica de ecosistemas forestales
- Ausencia de disturbio antropogénico significativo

**Análisis de la cobertura vegetal en las tres áreas de estudio**

- **Listado potencial de especies**

Se realizaron mediciones de campo indirectas, tales como el análisis cartográfico a través del tiempo mediante el uso de la herramienta Google Earth y la revisión bibliográfica de especies potenciales, conforme a lo siguiente:

Se efectuó revisión bibliográfica para llevar a cabo el registro de especies que pudieran estar presentes en el **AP**, **AI** y **RE**, haciendo uso 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. 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 el municipio 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.

De esta manera se obtuvo el registro de 25 especies; el listado completo se muestra en el **ANEXO III.2 Listados potenciales**, en donde destaca que no se registró ninguna especie en ninguna categoría de riesgo.

La flora potencialmente distribuida en el área de interés presenta una composición característica de ambientes secos, mediterráneos y de transición entre chaparral, matorral costero, lomeríos, cañadas, terrenos abiertos y superficies sujetas a disturbio. El listado está integrado por 25 especies, con predominio de formas de crecimiento herbáceas y arbustivas, acompañado por cactáceas, suculentas, geófitas, helechos y especies perennes asociadas con afloramientos rocosos, taludes o sectores con humedad estacional.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Entre las familias con mayor representación se encuentran Asteraceae, con *Deinandra fasciculata* y *Deinandra paniculata*; Cactaceae, con *Cylindropuntia californica subsp. californica, Cylindropuntia prolifera* y *Opuntia littoralis*; y grupos de herbáceas anuales o de comportamiento estacional, tales como Amaranthaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Geraniaceae, Plantaginaceae y Primulaceae. La presencia de estas familias es congruente con la diversidad florística propia de comunidades abiertas de chaparral y matorral costero, así como de campos agrícolas, bordes de caminos, pastizales inducidos y áreas con alteración previa del suelo.

El listado incluye especies que pueden asociarse con sitios abiertos, áreas agrícolas, bordes de caminos, terrenos removidos, pastizales inducidos, zonas con suelo expuesto y otros ambientes perturbados. Entre éstas se encuentran *Amaranthus albus, Hirschfeldia incana, Silene gallica, Convolvulus arvensis, Erodium botrys, Lysimachia arvensis, Cenchrus ciliaris* y *Schinus molle*. Algunas de estas especies son introducidas, naturalizadas, arvenses o ruderales, y su presencia potencial refleja la influencia de actividades agropecuarias, apertura de caminos, asentamientos, modificación del terreno y dispersión de especies favorecida por el tránsito humano y vehicular.

En particular, *Cenchrus ciliaris* puede comportarse como pasto introducido y formar coberturas en áreas alteradas o con manejo previo; *Hirschfeldia incana, Convolvulus arvensis, Erodium botrys* y *Lysimachia arvensis* se asocian frecuentemente con cultivos, orillas de caminos, suelos removidos y sitios con disturbio. *Schinus molle* puede encontrarse como elemento plantado, ornamental, naturalizado o asociado con predios rurales y periurbanos. Por su parte, *Amaranthus albus* y *Silene gallica* son herbáceas que pueden aprovechar temporalmente superficies abiertas y con disponibilidad estacional de humedad.

El listado debe considerarse como un referente de distribución potencial para el contexto regional. Como se indicó previamente, las condiciones observadas dentro del **AP** corresponden a una cobertura vegetal escasa y fragmentada, con predominio de suelo expuesto, herbáceas de bajo porte y arbustos dispersos.

La información indirecta obtenida mediante cartografía, imágenes satelitales y revisión bibliográfica se complementó con los resultados del muestreo de campo. A continuación, se presentan los insumos cartográficos e imágenes empleadas para identificar la distribución de coberturas vegetales, sectores con posible presencia de zonas agrícolas, caminos, asentamientos y superficies alteradas dentro de la **RE**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.44.** Condiciones de la RE, AI y AP en el año 2004 (Google Earth, imagen más antigua disponible)

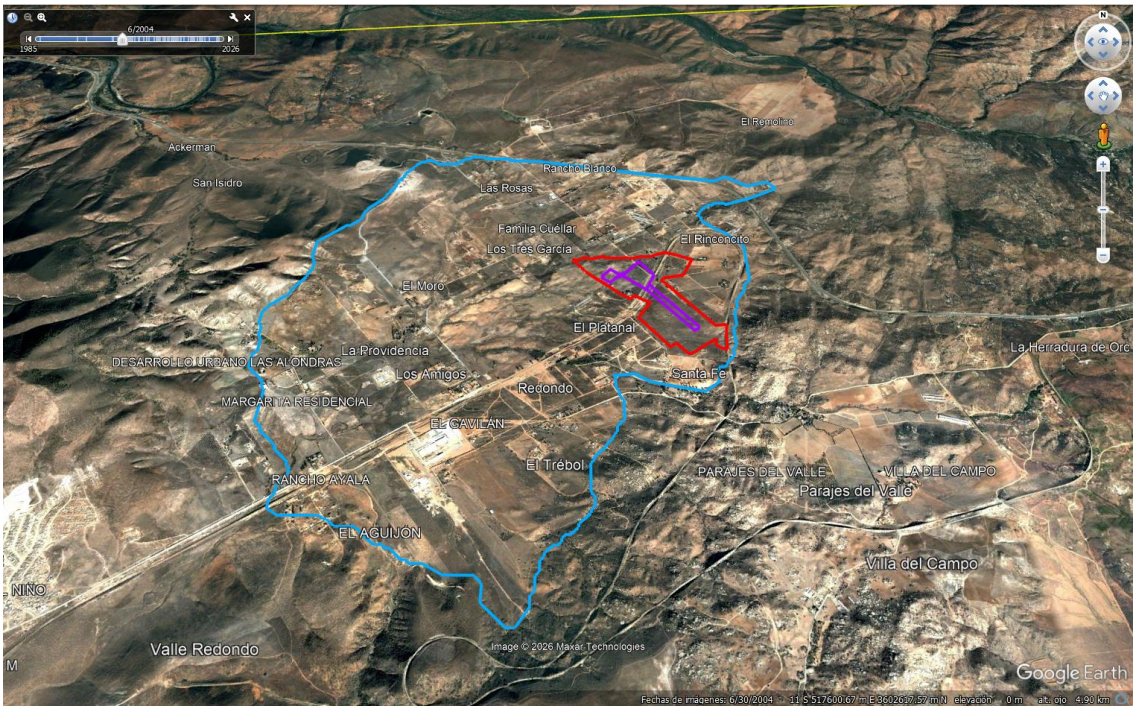
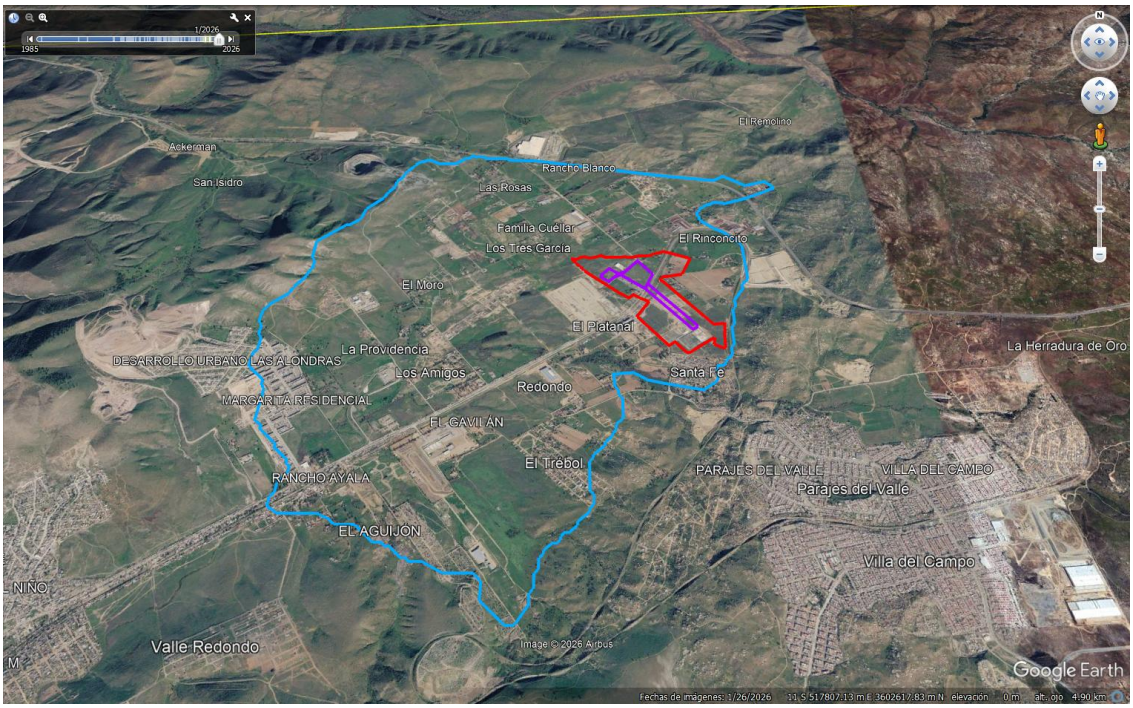



**Figura III.45.** Condiciones de la RE, AI y AP en el año 2026 (Google Earth, imagen más reciente disponible)






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En las imágenes anteriores se observa que las condiciones de uso de suelo tanto en el **AP** como en el **AI** y la **RE** no han presentado un cambio significativo desde el año 2004, por lo que, haciendo una comparativa con el escenario actual, únicamente se observa el incremento de las áreas de asentamientos urbanos, basándonos en las imágenes satelitales de Google Earth.

#### III.2.2.3.3. Análisis estadísticos

### Índices de diversidad y estructura

Con base en la información obtenida y el uso de tablas dinámicas de Excel, así como del software EstimateS 9.10[11], se obtuvieron las curvas de acumulación de especies de la muestra, así como de los estimadores Chao 1 y Chao 2 y el índice de completitud (IC%=riqueza observada / riqueza estimada x 100), para demostrar la representatividad; posteriormente se obtuvieron los índices de riqueza, índice de Shannon-Wiener, índice de equitatividad de Pielou e índice de valor de importancia. Estos indicadores se describen en seguida de acuerdo con Fredricksen (2000) y Moreno (2001).

### Riqueza

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescritas a un área determinada.

### 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:

[11] Colwell (2023). https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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=π/4*(Dcopa)$^2$.

#### III.2.2.3.4. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos realizados, así como el listado de especies registradas por tipo de vegetación en el **RE**, **AI** y **AP**. Asimismo, en el **Anexo III.3 Memorias Cálculo de Diversidad de Flora y Curvas de acumulación de especies** se presentan la base de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad y valor de importancia, y curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

### Listado florístico (Riqueza)

La caracterización florística del **AP, AI** y **RE** se realizó mediante cinco sitios de evaluación: dos sitios de muestreo dentro del **AP**, dos sitios en el **AI** y un sitio representativo en la **RE**. Como resultado de los recorridos y levantamientos de campo se registraron siete especies vegetales, agrupadas en cinco familias botánicas y representadas principalmente por los estratos arbustivo y herbáceo (**Tabla III.19).**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.19.** Listado de especies registradas en campo

| No. | Familia | Especie | Nombre común | Estatus biogeográfico | Estatus de conservación | | | Área de estudio | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | NOM-059 | IUCN | CITES | AP | AI | RE |
| 1 | Asteraceae | *Baccharis sarothroides* | Romerillo | N | SC | NE | - | X | X | X |
| 2 | Amaranthaceae | *Salsola australis* | Cardo ruso | N | SC | NE | - | X | X | X |
| 3 | Poaceae | *Bromus rubens* | Bromo rojo | Ex-In | SC | NE | - | X | X | X |
| 4 | Asteraceae | *Isocoma menziesii* | Arbusto dorado | N | SC | NE | - | X | X | |
| 5 | Cleomaceae | *Cleomella arborea* | Vaina de vejiga | N | SC | NE | - | | X | |
| 6 | Solanaceae | *Nicotiana glauca* | Tabaquillo sudamericano | Ex | SC | NE | - | | | X |
| 7 | Tamaricaceae | *Tamarix ramosissima* | Pino salado eurasiático | Ex-In | SC | NE | - | | | X |

La composición florística registrada refleja una condición de vegetación secundaria altamente perturbada, asociada con superficies abiertas, suelo expuesto, actividades agropecuarias previas, infraestructura y modificación recurrente del terreno. Las especies observadas se distribuyen de forma discontinua, con predominio de individuos herbáceos y arbustos aislados, sin conformar una comunidad vegetal continua, estructuralmente conservada o con estratificación desarrollada.

Las especies con mayor representación en los sitios de muestreo corresponden a *Salsola australis* y *Bromus rubens*, seguidas por *Baccharis sarothroides*. La dominancia de estas especies es congruente con condiciones de disturbio, suelo removido o compactado, baja cobertura vegetal y limitada disponibilidad de humedad. Otras especies, como *Isocoma menziesii*, *Tamarix ramosissima*, *Nicotiana glauca* y *Cleomella arborea*, se registraron de manera puntual o con abundancia reducida, principalmente en sectores con vegetación secundaria, bordes de predios y sitios con menor grado de remoción superficial.

En el **AP** se registraron cuatro especies: *Baccharis sarothroides*, *Salsola australis*, *Bromus rubens* e *Isocoma menziesii*. La composición observada se caracteriza por arbustos dispersos y cobertura herbácea reducida, con predominio de especies asociadas a ambientes abiertos y previamente modificados. En el **AI** se registraron cinco especies, incluyendo *Cleomella arborea*, mientras que en la **RE** se identificaron cinco especies, entre ellas *Nicotiana glauca* y *Tamarix ramosissima*, registradas de manera aislada (**Tabla III.20**).

**Tabla III.20.** Riqueza registrada en el **AP, AI** y **RE**

| Unidad | Número de sitios | Especies registradas |
|---|---|---|
| AP | 2 | 4 |
| AI | 2 | 5 |
| RE | 1 | 5 |
| Total consolidado | 5 | 7 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La baja riqueza registrada —siete especies en el conjunto de unidades evaluadas—, la reducida continuidad de la cobertura vegetal, la presencia de especies asociadas con disturbio y la amplia proporción de suelo expuesto indican que el **AP** no mantiene una comunidad vegetal natural en buen estado de conservación.

Con base en la información disponible, no se identificaron dentro del **AP** comunidades de vegetación forestal, parches continuos de vegetación, asociaciones naturales conservadas ni elementos florísticos de alta singularidad.

### Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla anterior, no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación.

### Índices de diversidad: Shannon Wienner, Equidad de Pielou e Índice de Valor de Importancia

La caracterización florística realizada en el **AP, AI** y **RE** permitió registrar una comunidad vegetal de baja riqueza específica, dominada por especies arbustivas y herbáceas asociadas con ambientes abiertos, secos y con distinto grado de perturbación antrópica.

La estructura de la vegetación se caracteriza por una cobertura discontinua, predominio de suelo expuesto y presencia de especies herbáceas anuales y arbustos dispersos. La composición observada es consistente con las condiciones de un terreno previamente intervenido, con influencia de actividades agropecuarias, movimientos de suelo, accesos, infraestructura y disturbio recurrente.

- **Área del Proyecto**

En el AP se registraron cuatro especies y un total de 109 individuos: 69 correspondientes al estrato arbustivo y 40 al estrato herbáceo. El estrato arbustivo estuvo conformado por *Baccharis sarothroides, Isocoma menziesii* y *Salsola australis*, mientras que el estrato herbáceo estuvo representado exclusivamente por *Bromus rubens*.

En el estrato arbustivo, *Salsola australis* presentó la mayor abundancia relativa, con 52.17% de los individuos registrados, seguida por *Baccharis sarothroides* con 42.03% e *Isocoma menziesii* con 5.80%. Sin embargo, *Baccharis sarothroides* presentó la mayor dominancia relativa, con 72.72% de la cobertura estimada, debido a que sus individuos presentaron mayor diámetro promedio de copa que *Salsola australis* e *Isocoma menziesii*.

El **IVI** del estrato arbustivo indica que *Baccharis sarothroides* fue la especie estructuralmente más importante del **AP**, con un valor de 51.58, seguida por *Salsola australis* con 39.28 e *Isocoma menziesii* con 9.13%. Lo anterior muestra que, aunque *Salsola australis* fue la especie más abundante, el romerillo tuvo mayor relevancia estructural dentro de los sitios de muestreo debido a su mayor cobertura de copa y a su ocurrencia en ambos sitios.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La diversidad del estrato arbustivo del **AP** fue baja a moderada. El índice de Shannon-Wiener fue de 0.869, mientras que el valor máximo teórico para tres especies fue de 1.099; en consecuencia, la equidad de Pielou fue de 0.791. Este resultado indica una distribución relativamente equilibrada entre las especies arbustivas, aunque con una ligera dominancia de *Salsola australis* y *Baccharis sarothroides*.

El estrato herbáceo del **AP** estuvo integrado únicamente por *Bromus rubens,* con 40 individuos registrados en ambos sitios. Al ser la única especie herbácea observada, presentó 100% de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI para dicho estrato. En consecuencia, el índice de Shannon fue igual a 0, lo que refleja ausencia de diversidad dentro del estrato herbáceo muestreado; la equidad de Pielou no es calculable en un conjunto con una sola especie, ya que el valor máximo de diversidad es cero.

**Tabla III.21.** Índice de valor de importancia del AP para el estrato arbustivo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta ($m^2$/ha) | Relativa (%) | |
| *Baccharis sarothroides* | Romerillo | 290.000 | 42.029 | 1.000 | 40.000 | 512.474 | 72.718 | 51.582 |
| *Isocoma menziesii* | Arbusto dorado | 40.000 | 5.797 | 0.500 | 20.000 | 11.310 | 1.605 | 9.134 |
| *Salsola australis* | Cardo ruso | 360.000 | 52.174 | 1.000 | 40.000 | 180.956 | 25.677 | 39.284 |
| | | **690.000** | **100.000** | **2.500** | **100.000** | **704.739** | **100.000** | **100.000** |

**Tabla III.22.** Índice de valor de importancia del AP para el estrato herbáceo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| *Bromus rubens* | Bromo rojo | 7142.857 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 56.100 | 100.000 | 100.000 |
| | | **7142.857** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **56.100** | **100.000** | **100.000** |

- **Área de Influencia**

En el **AI** se registraron cinco especies y un total de 88 individuos, distribuidos en 44 individuos arbustivos y 44 herbáceos. El estrato arbustivo presentó mayor riqueza, con cuatro especies: *Baccharis sarothroides, Isocoma menziesii, Cleomella arborea* y *Salsola australis*. El estrato herbáceo estuvo representado exclusivamente por *Bromus rubens*.

En el estrato arbustivo del **AI**, *Salsola australis* fue la especie de mayor abundancia relativa, con 47.73%, seguida por *Isocoma menziesii* con 22.73%, *Baccharis sarothroides* con 15.91% y *Cleomella arborea* con 13.64%. La mayor frecuencia relativa correspondió a *Isocoma menziesii*, registrada en los dos sitios de muestreo y con una frecuencia relativa de 40%. Las demás especies se registraron en uno de los dos sitios y presentaron una frecuencia relativa de 20% cada una.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La dominancia relativa mostró una distribución distinta a la abundancia. *Salsola australis* aportó la mayor cobertura relativa, con 35.83%, seguida por *Baccharis sarothroides* con 31.54%, *Cleomella arborea* con 23.03% e *Isocoma menziesii* con 9.60%. Esta diferencia confirma que la abundancia de individuos no necesariamente se traduce en una mayor ocupación espacial: especies menos abundantes, pero con copas de mayor tamaño, pueden aportar una proporción relevante de la cobertura.

El **IVI** más alto del estrato arbustivo del **AI** correspondió a *Salsola australis*, con 34.52, seguida por *Isocoma menziesii* con 24.11, *Baccharis sarothroides* con 22.48 y *Cleomella arborea* con 18.90. La distribución de los valores de **IVI** es relativamente homogénea en comparación con la observada en el **AP**, lo cual indica que ninguna especie concentra de manera absoluta la estructura del estrato arbustivo dentro del **AI**.

El índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del **AI** fue de 1.254, con una diversidad máxima teórica de 1.386 para cuatro especies. La equidad de Pielou fue de 0.904, lo que indica una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies arbustivas registradas. El **AI** presentó, por tanto, la mayor diversidad y equidad del estrato arbustivo entre las unidades evaluadas.

En el estrato herbáceo del **AI** se registró únicamente *Bromus rubens*, con 44 individuos distribuidos en ambos sitios de muestreo. Esta especie concentró el 100% de la abundancia, frecuencia, dominancia e **IVI** del estrato herbáceo. Al igual que en el **AP**, el índice de Shannon fue de 0, mientras que la equidad no es aplicable debido a la presencia de una sola especie.

**Tabla III.23.** Índice de valor de importancia del AI para el estrato arbustivo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| *Baccharis sarothroides* | Romerillo | 70.000 | 15.909 | 0.500 | 20.000 | 92.913 | 31.538 | 22.482 |
| *Isocoma menziesii* | Arbusto dorado | 100.000 | 22.727 | 1.000 | 40.000 | 28.274 | 9.597 | 24.108 |
| *Cleomella arborea* | Vaina de vejiga | 60.000 | 13.636 | 0.500 | 20.000 | 67.859 | 23.034 | 18.890 |
| *Salsola australis* | Cardo ruso | 210.000 | 47.727 | 0.500 | 20.000 | 105.558 | 35.830 | 34.519 |
| | | **440.000** | **100.000** | **2.500** | **100.000** | **294.604** | **100.000** | **100.000** |

**Tabla III.24.** Índice de valor de importancia del AI para el estrato herbáceo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| *Bromus rubens* | Bromo rojo | 7857.143 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 138.848 | 100.000 | 100.000 |
| | | **7857.143** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **138.848** | **100.000** | **100.000** |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Región Ecológica**

En el sitio evaluado dentro de la **RE** se registraron cinco especies y un total de 128 individuos, correspondientes a 104 individuos arbustivos y 24 herbáceos. El estrato arbustivo presentó cuatro especies: *Baccharis sarothroides, Nicotiana glauca, Tamarix ramosissima* y *Salsola australis*. El estrato herbáceo estuvo representado exclusivamente por *Bromus rubens.*

En el estrato arbustivo de la **RE**, *Salsola australis* fue claramente la especie más abundante, con 83.65% de los individuos registrados. Le siguieron *Baccharis sarothroides* con 7.69%, *Tamarix ramosissima* con 6.73% y *Nicotiana glauca* con 1.92%. Todas las especies se registraron en el único sitio de la **RE**; por ello, cada una presentó una frecuencia absoluta de 1 y una frecuencia relativa de 25%.

A pesar de que *Salsola australis* concentró la mayor abundancia, su dominancia relativa fue de 24.23%, debido a su menor diámetro promedio de copa, de 0.50 m. La mayor dominancia relativa correspondió a *Baccharis sarothroides*, con 35.66%, seguida por *Tamarix ramosissima* con 31.20% y *Salsola australis* con 24.23%. *Nicotiana glauca* presentó la menor dominancia relativa, con 8.91%.

El mayor **IVI** arbustivo de la **RE** correspondió a *Salsola australis*, con 44.30, como resultado de su alta abundancia relativa. Le siguieron *Baccharis sarothroides*, con 22.78; *Tamarix ramosissima*, con 20.98; y *Nicotiana glauca,* con 11.95. Estos resultados evidencian que *Salsola australis* domina numéricamente el estrato arbustivo, mientras que *Baccharis sarothroides* y *Tamarix ramosissima* adquieren relevancia estructural por su mayor cobertura de copa.

El índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de la **RE** fue de 0.604, con un valor máximo teórico de 1.386 para cuatro especies y una equidad de Pielou de 0.436. Estos valores indican baja diversidad y baja uniformidad, debido a la marcada dominancia de *Salsola australis* en el número de individuos registrados.

En el estrato herbáceo de la **RE** se registró únicamente *Bromus rubens*, con 24 individuos. Por tratarse de una sola especie, concentró el 100% de la abundancia, frecuencia, dominancia e **IVI**. El índice de Shannon fue de 0 y la equidad de Pielou no es aplicable.

**Tabla III.25.** Índice de valor de importancia de la RE para el estrato arbustivo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| *Baccharis sarothroides* | Romerillo | 160.000 | 7.692 | 1.000 | 25.000 | 502.656 | 35.655 | 22.782 |
| *Nicotiana glauca* | Tabaquillo sudamericano | 40.000 | 1.923 | 1.000 | 25.000 | 125.664 | 8.914 | 11.946 |
| *Tamarix ramosissima* | Pino salado eurasiático | 140.000 | 6.731 | 1.000 | 25.000 | 439.824 | 31.198 | 20.976 |
| *Salsola australis* | Cardo ruso | 1740.000 | 83.654 | 1.000 | 25.000 | 341.649 | 24.234 | 44.296 |
| | | **2080.000** | **100.000** | **4.000** | **100.000** | **1409.793** | **100.000** | **100.000** |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.26.** Índice de valor de importancia de la RE para el estrato herbáceo

| Especie | Nombre común | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Absoluta (ind/ha) | Relativa (%) | Absoluta | Relativa (%) | Absoluta (m2/ha) | Relativa (%) | |
| *Bromus rubens* | Bromo rojo | 8571.429 | 100.000 | 1.000 | 100.000 | 269.280 | 100.000 | 100.000 |
| | | **8571.429** | **100.000** | **1.000** | **100.000** | **269.280** | **100.000** | **100.000** |

Finalmente, se presenta el resumen de los índices estimados:

**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** | Arbustivo | Índice de Shannon | 0-1.99 bajo | 0.869 | 1.25 | 0.6 | La diversidad en el estrato arbustivo en las tres áreas de estudio es baja |
| | | | 2-2.99 medio | | | | |
| | | | 3-5 alto | | | | |
| | | Equidad de Pielou | 0-0.35 bajo | | | | La equidad en el estrato arbustivo es media en el RE y alta en las otras dos áreas de estudio. |
| | | | 0.36-0.70 medio | | | 0.44 | |
| | | | 0.71-1.0 alto | 0.791 | 0.904 | | |
| | Herbáceo | Índice de Shannon | 0-1.99 bajo | 0 | 0 | 0 | No hay diversidad puesto que solo hay una especie en este estrato. |
| | | | 2-2.99 medio | | | | |
| | | | 3-5 alto | | | | |
| | | Equidad de Pielou | 0-0.35 bajo | 0 | 0 | 0 | No hay equidad puesto que solo hay una especie en este estrato. |
| | | | 0.36-0.70 medio | | | | |
| | | | 0.71-1.0 alto | | | | |

## 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:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 USV 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),



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Reid (1997) y Aranda (2000); así como fototrampeo y mediante la colocación de trampas tipo Sherman para mamíferos pequeños.

Aves

Los recorridos a lo largo de los transectos se iniciaron a primera hora de la mañana, ya que este grupo puede ser observado con mayor facilidad en las primeras horas y al atardecer, debido a que es cuando las aves presentan sus más altos picos de actividad. Lo anterior, facilita la observación e identificación de cada individuo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares (10x50). Asimismo, se realizó la identificación de especies en puntos de conteo por medio del canto, huellas y nidos. La identificación de las especies se basó principalmente en la experiencia del personal, sin embargo, también se 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 06 transectos lineales permanentes, con una longitud de 500 metros lineales c/u por 20 metros de ancho, de los cuales 1 se ubicó en el AP, 2 en el AI y 3 en la RE. En cuanto a las aves, éstas fueron muestreadas a través de 11 puntos de muestreo (6 en el **AI** y 5 en la **RE**). Es importante señalar que únicamente se indican los puntos de muestreo en los que se obtuvieron registros. Finalmente, se menciona que los muestres fueron realizados en una campaña de 02 días (01 y 02 de agosto de 2026).

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.46.** Plano de ubicación de los transectos de muestreo de herpetofauna y mamíferos

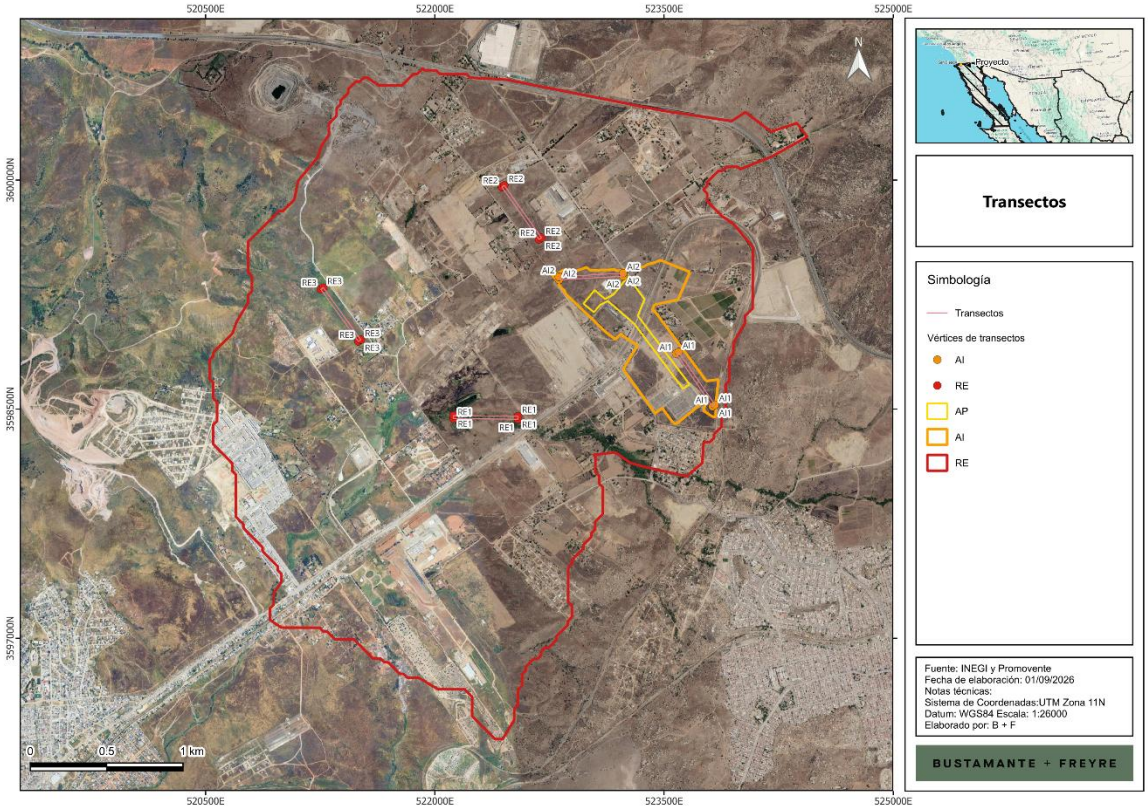



**Tabla III.28.** Coordenadas de los transectos de muestreo de herpetofauna y mamíferos

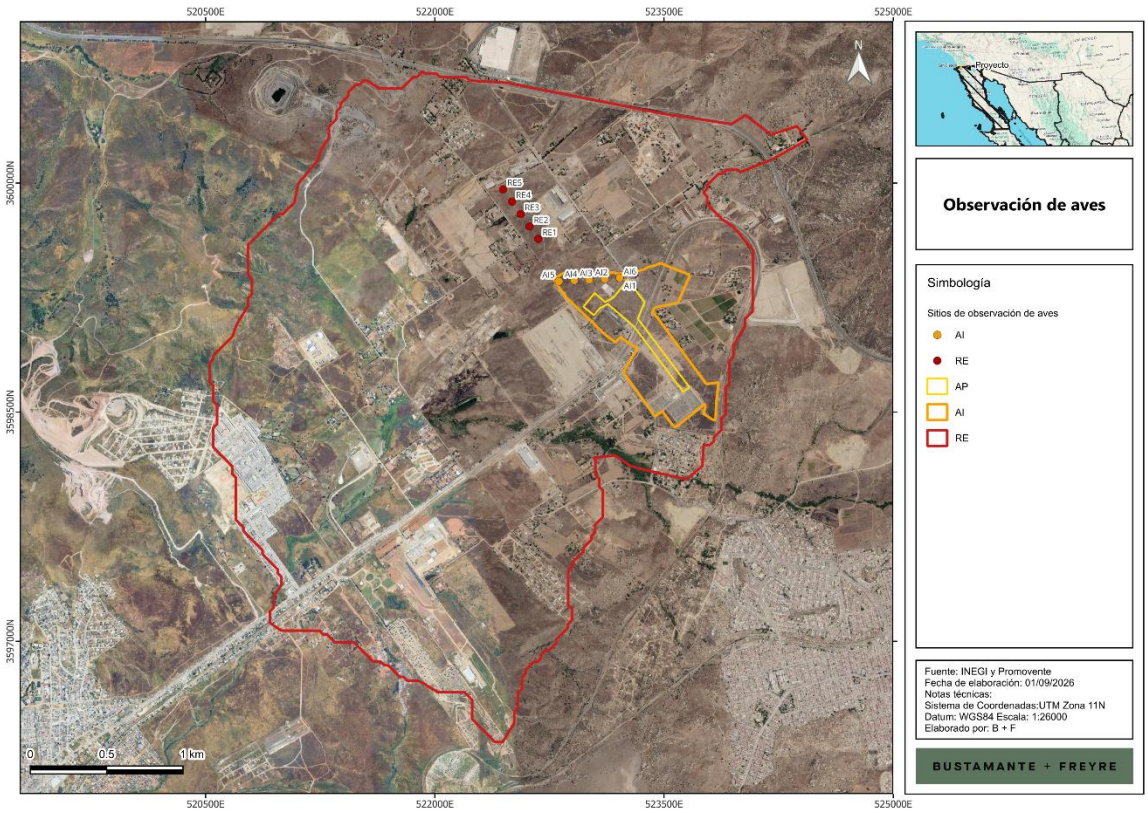
| Nombre clave | Longitud (X) | Latitud (Y) | LongZone | LatZone |
|---|---|---|---|---|
| AP1 | 523069 | 3599225 | 11 | S |
| AP1 | 523020 | 3599238 | 11 | S |
| AI1 | 523833.824 | 3598528.02 | 11 | S |
| AI1 | 523817.401 | 3598516.731 | 11 | S |
| AI1 | 523579.226 | 3598863.21 | 11 | S |
| AI1 | 523595.649 | 3598874.499 | 11 | S |
| AI1 | 523833.824 | 3598528.02 | 11 | S |
| AI2 | 523232.534 | 3599390.187 | 11 | S |
| AI2 | 523233.683 | 3599370.292 | 11 | S |
| AI2 | 522812.6 | 3599345.969 | 11 | S |
| AI2 | 522811.451 | 3599365.864 | 11 | S |
| AI2 | 523232.534 | 3599390.187 | 11 | S |
| RE1 | 522544.351 | 3598453.287 | 11 | S |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Nombre clave | Longitud (X) | Latitud (Y) | LongZone | LatZone |
|---|---|---|---|---|
| RE1 | 522544.153 | 3598433.36 | 11 | S |
| RE1 | 522122.345 | 3598437.538 | 11 | S |
| RE1 | 522122.542 | 3598457.465 | 11 | S |
| RE1 | 522544.351 | 3598453.287 | 11 | S |
| RE2 | 522697.766 | 3599622.182 | 11 | S |
| RE2 | 522681.502 | 3599610.667 | 11 | S |
| RE2 | 522438.556 | 3599953.792 | 11 | S |
| RE2 | 522454.82 | 3599965.308 | 11 | S |
| RE2 | 522697.766 | 3599622.182 | 11 | S |
| RE3 | 521515.71 | 3598954.397 | 11 | S |
| RE3 | 521499.54 | 3598942.75 | 11 | S |
| RE3 | 521253.791 | 3599283.927 | 11 | S |
| RE3 | 521269.961 | 3599295.574 | 11 | S |
| RE3 | 521515.71 | 3598954.397 | 11 | S |

**Figura III.47.** Plano de ubicación de los puntos de observación para aves






Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla III.29.** Coordenadas de ubicación de los puntos de observación de aves

| Nombre clave | Longitud (X) | Latitud (Y) | LongZone | LatZone |
|---|---|---|---|---|
| **AI1** | 523210 | 3599379 | 11 | N |
| **AI2** | 523111 | 3599373 | 11 | N |
| **AI3** | 523011 | 3599367 | 11 | N |
| **AI4** | 522912 | 3599362 | 11 | N |
| **AI5** | 522812 | 3599356 | 11 | N |
| **AI6** | 523210 | 3599379 | 11 | N |
| **RE1** | 522677 | 3599634 | 11 | N |
| **RE2** | 522620 | 3599715 | 11 | N |
| **RE3** | 522562 | 3599797 | 11 | N |
| **RE4** | 522505 | 3599878 | 11 | N |
| **RE5** | 522447 | 3599959 | 11 | 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, 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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

es necesario identificar las especies presentes, basta con poder distinguir unas de otras, para hacer el recuento de individuos de cada una de ellas y su abundancia total.

La fórmula para aplicar el índice de Shannon-Wienner es la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnPi= logaritmo natural de pi.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza) y la cantidad de individuos de la especie (abundancia) junto con la cantidad de individuos por especie en relación con el total de individuos (abundancia relativa).

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

H’min = 0

H’max = Ln(S)

**Equidad de Pielou**

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella. et al., 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{Ln\,(S)}$$

Donde:

J= Equidad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

En resumen, el Índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

**Densidad**

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente fórmula, propuesta por Gallina y López (2011):



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$D = \frac{n}{2wL}$$

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.

Previo a la presentación de resultados, es importante señalar que el **AP AI** y **RE** se encontraron con alto grado de perturbación, principalmente por el uso agrícola de la región.

Lo anterior implicó una limitante metodológica significativa, por lo que, en ninguna de las áreas de estudio (**AP, AI** y **RE**) fue posible colocar trampas Sherman ni cámaras trampa, debido a las siguientes razones:

- Alta exposición urbana: la cercanía y el libre tránsito de personas en las zonas de muestreo representaban un riesgo considerable de robo o manipulación de los equipos, lo que hacía inviable su instalación y resguardo.
- Desplazamiento de fauna silvestre: debido al alto grado de perturbación del área, la mayor parte de la fauna original ha sido desplazada hacia zonas menos impactadas, por lo que la probabilidad de captura mediante trampeo habría sido muy baja.

Por lo anterior, se privilegió el método de búsqueda activa e intensiva como la técnica más viable para el registro de especies, en el entendido de que únicamente cabría esperar el registro de especies resilientes a la urbanización, es decir, aquellas con mayor tolerancia a ambientes antropizados.

### Listado potencial de especies

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

**Tabla III.30.** Resumen de las características de las especies de fauna identificadas en el listado potencial

| Característica | Registro potencial |
|---|---|
| Número de especies, familias y órdenes | 59 especies, 34 familias y 14 órdenes (2 anfibios, 50 aves, 1 mamífero y 6 reptiles) |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Característica | Registro potencial |
|---|---|
| Especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** | 2 especies listadas como protección especial (Pr) y 3 como amenazadas (A) |
| Especies listadas en **CITES** | 6 especies listadas en el Apéndice II |
| Especies listadas en la Lista Roja de la **IUCN** | 52 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 3 en casi amenazadas (NT), 1 como vulnerable (VU) y 1 no evaluada |
| Distribución de las especies | 5 especies identificada como exótica invasora |
| Endemismo | 4 especies semiendémicas |
| Categoría de residencia para aves | 5 especies migratorias en inverno; 1 especies migratorias en invierno y verano; 1 especie migratoria en invierno y verano, transitoria; 2 migratorias en invierno – transitorias; 14 residentes; 20 residentes migratorias en inverno; 1 residente, migratorias en invierno y verano; 1 residente migratoria en invierno y verano, transitoria; 1 residente, transitoria, oceánica; 3 transitorias oceánicas |

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

## Listado faunístico

En total se obtuvieron 102 registros de 23 especies dentro de la **RE, AI** y **AP**. De este total, 12 registros con 10 especies corresponden a la **RE,** 74 registros con 20 especies corresponden al **AI** y 5 registros con 3 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.31.** Listado de fauna registrada en la **RE, AI** y **AP**

| Clase | Orden | Familia | Género | Especie | Nombre común | Estado de conservación | | | Distribución | | Endemismo | Área de registro | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | NOM-059 | IUCN | CITES | Nativa | Exótica | | AP | AI | RE |
| Aves | Apodiformes | Trochilidae | Selasphorus | *Selasphorus sasin* | Colibrí de Allen | | LC | | X | | | | X | |
| | Cathartiformes | Cathartidae | Cathrathes | *Cathrathes aura* | Zopilote aura | | LC | | | | | | X | X |
| | Columbiformes | Columbidae | Streptopelia | *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar Turca | | LC | | | X | | | X | X |
| | | | Zenaida | *Zenaida macruoura* | Huilota | | LC | | X | | | | X | X |
| | Falconiformes | Falconidae | Falco | *Falco sparverius* | Cernícalo | | LC | II | X | | | | X | |
| | Galliformes | Numididae | Numida | *Numida meleagris* | Gallina de Guinea | | LC | | | X | | | | X |
| | Passeriformes | Corvidae | Corvus | *Corvus brachyrhinchos* | Cuervo americano | | LC | | X | | | | X | X |
| | | | | *Corvus corax* | Cuervo común | | LC | | X | | | | X | X |
| | | Fringillidae | Haemorhous | *Haemorhous mexicanus* | Gorrión mexicano | | LC | | X | | | | X | |
| | | Icteridae | Sturnella | *Sturnella neglecta* | Pradero del Oeste | | LC | | | | | | X | |
| | | Passerellidae | Melospiza | *Melospiza melodia* | Gorrión cantor | | LC | | X | | | | X | |
| | | Passeridae | Passer | *Passer domesticus* | Gorrión doméstico | | LC | | | X | | | | X |
| | | Sturnidae | Sturnus | *Sturnus vulgaris* | Estornino pinto | | LC | | | X | | | X | |
| | | Tyrannidae | Sayornis | *Sayornis nigricans* | Papamoscas negro | | LC | | X | | | | X | X |
| | | | Tiranus | *Tiranus verticalis* | Tirano pálido | | LC | | | | | | X | |
| | | | | *Tiranus vociferans* | Tirano gritón | | LC | | X | | | | | X |
| | Pelecaniformes | Ardeidae | Egretta | *Egretta thula* | Garza dedos dorados | | LC | | X | | | | X | |
| | | Threskiornithidae | Plegadis | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | | LC | | X | | | | X | |
| | Strigiformes | Strigidae | Athene | *Athene cunicularia* | Tecolote llanero | Pr | LC | II | X | | | | X | |

| Clase | Orden | Familia | Género | Especie | Nombre común | Estado de conservación | | | Distribución | | Endemismo | Área de registro | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | NOM-059 | IUCN | CITES | Nativa | Exótica | | AP | AI | RE |
| Mammalia | Lagomorpha | Leporidae | Lepus | *Lepus californicus* | Liebre cola negra | | LC | | X | | | X | X | X |
| Mammalia | | | Sylvilagus | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | | LC | | X | | | X | X | |
| Mammalia | Rodentia | Sciuridae | Otospermophilus | *Otospermophilus beecheyi* | Ardillón de California | | LC | | X | | | X | X | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | Uta | *Uta stansburiana* | Lagartija | A | LC | | X | | | | X | |
| | | | | | | | | | | | **Riqueza** | 3 | 20 | 10 |

| Estatus biogeográfico | |
|---|---|
| **End** | Endémica |
| **N** | Nativa |
| **Ex** | Exótica |
| **In** | Invasora |
| **NOM-059** | |
| **SC** | Sin Contemplar |
| **Pr** | Sujeta a protección especial |
| **A** | Amenazada |
| **P** | En peligro de extinción |

| IUCN | |
|---|---|
| **NE** | No evaluado |
| **DD** | Datos insuficientes |
| **LC** | Preocupación menor |
| **NT** | Casi amenazado |
| **VU** | Vulnerable |
| **EN** | En peligro |
| **CITES** | |
| **II** | Apéndice II |

## Especies en alguna categoría de riesgo

Como se observa en la tabla siguiente, 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), todas las especies se encuentran catalogadas como de preocupación menor (LC) Finalmente, con relación al CITES, hay 2 especies consideradas en el Apéndice II. Es importante mencionar que ninguna de estas especies se registró dentro del **AP**.

**Tabla III.32.** 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 | Strigiformes | Strigidae | *Athene cunicularia* | Tecolote llanero | Pr | LC | II |
| | Falconiformes | Falconidae | *Falco sparverius* | Cernícalo | | LC | II |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Uta stansburiana* | Lagartija | A | LC | |

## 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 un incremento progresivo de la riqueza estimada conforme aumenta el número de sitios de muestreo. La riqueza pasa de aproximadamente 3.42 especies en el primer sitio a 23 especies al integrar los doce sitios evaluados. Aunque la pendiente se reduce gradualmente hacia los últimos sitios.

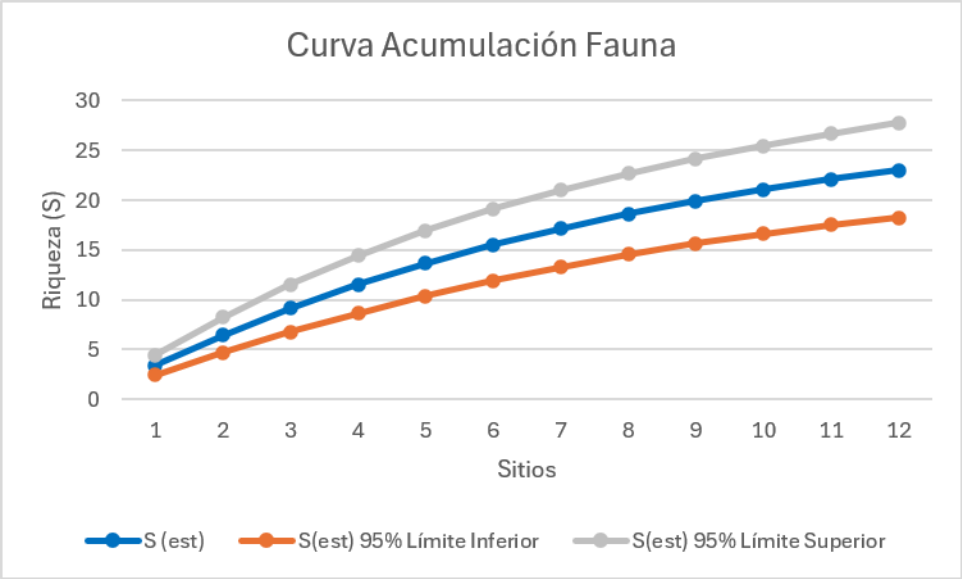
Se observa una disminución progresiva en la tasa de acumulación que evidencia que los sitios adicionales incorporan un número cada vez menor de especies. Entre los sitios 1 y 2 se estima un incremento cercano a tres especies, mientras que entre los sitios 11 y 12 se incorpora alrededor de 1 especie. Este patrón indica que el esfuerzo de muestreo permitió documentar de manera consistente las especies frecuentes, detectables y de mayor uso del área de estudio.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con doce sitios, el intervalo de confianza al 95% de la riqueza estimada se ubica aproximadamente entre 18.24 y 27.76 especies. La amplitud de este intervalo es esperable en inventarios de fauna, debido a que la detectabilidad varía entre grupos taxonómicos, horarios de actividad, condiciones climáticas, comportamiento, movilidad y disponibilidad temporal de recursos.

**Figura III.48.** Curvas de acumulación de especies de fauna (esfuerzo de muestreo)




La comparación entre la riqueza registrada de fauna y los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 indica que el esfuerzo de muestreo permitió documentar una proporción relevante de la riqueza faunística presente en el área de estudio.

Al integrar los doce sitios evaluados en la **RE**, **AI** y **AP**, la riqueza acumulada registrada fue de 23 especies. En contraste, el estimador Chao 1 proyectó una riqueza potencial de 29.93 especies, mientras que Chao 2 estimó 29.3 especies. En consecuencia, la riqueza registrada representa aproximadamente 76.85% de la estimada por Chao 1 y 78.50% de la estimada mediante Chao 2.

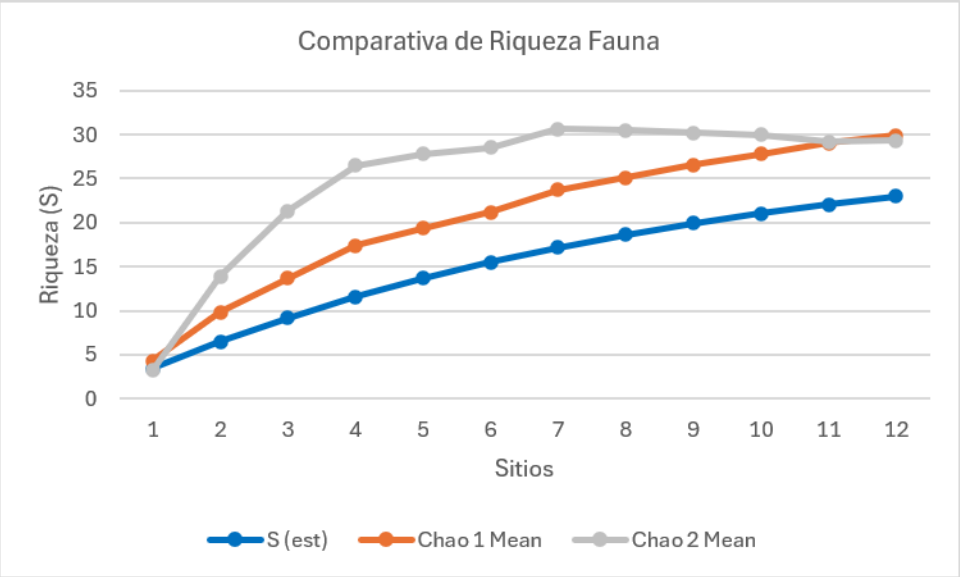
La separación entre la riqueza registrada y ambos estimadores se incrementa conforme se incorporan los sitios de muestreo, particularmente en el caso de Chao 2. Este comportamiento sugiere la presencia potencial de especies registradas en uno o pocos sitios, así como especies con baja detectabilidad, ocurrencia temporal o movilidad amplia. Debido a que Chao 2 se basa en la incidencia de las especies entre unidades de muestreo, puede producir estimaciones más altas cuando existen especies de registro poco frecuente.

En conjunto, los datos indican que el inventario es adecuado para caracterizar las especies frecuentes y detectables registradas durante el trabajo de campo en la **RE**, **AI** y **AP**, analizadas de manera integrada.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III.49.** 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 23 especies y la riqueza esperada por Chao 1 es de 29.93, lo que se traduce en un índice de representatividad del 76.85%. 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.33.** Índice de representatividad de fauna

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Riqueza específica Observada | 23 |
| Riqueza específica esperada (chao 1) | 29.93 |
| Índice de representatividad (%) | 76.85 |

## Riqueza y abundancia

*Riqueza*

La riqueza total fue de 23 especies (1 reptil, 3 mamíferos y 19 aves). En la **RE** la riqueza obtenida fue de 10 especies, en el **AI** de 20 especies, mientras que en el **AP** la riqueza fue de 3 especies.

*Abundancia*



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Dentro del **AP** se registró la presencia de 5 individuos de 3 especies: *Lepus californicus* con 1 individuo, *Sylvilagus audubonii* con 1 individuo y *Otospermophilus beecheyi* con 3 individuos. En el **AI** se registraron 74 individuos de 20 especies, aquellas con mayor abundancia fueron *Cathartes aura* y *Corvus corax* con 20 y 10 individuos, respectivamente; mientras que en la **RE** se registraron 23 individuos distribuidos en 10 especies, la especie más abundante fue *Tiranus vociferans* con 6 individuos.

En la siguiente tabla se presentan los registros de abundancia (Ab) y abundancia relativa (AR) por especie y clase tanto para la **RE, AI** y **AP**.

**Tabla III.34.** Especies registradas en campo que se encuentran en algún instrumento de protección

| Clase | Especie | AP | | AI | | RE | | Total general | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ab | AR | Ab | AR | Ab | AR | Ab | AR |
| Aves | *Selasphorus sasin* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Cathrathes aura* | 0 | 0 | 20 | 0.290 | 3 | 0.136 | 23 | 0.253 |
| | *Streptopelia decaocto* | 0 | 0 | 2 | 0.029 | 1 | 0.045 | 3 | 0.033 |
| | *Zenaida macruoura* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 1 | 0.045 | 2 | 0.022 |
| | *Falco sparverius* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Numida meleagris* | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 1 | 0.045 | 1 | 0.011 |
| | *Corvus brachyrhinchos* | 0 | 0 | 9 | 0.130 | 3 | 0.136 | 12 | 0.132 |
| | *Corvus corax* | 0 | 0 | 10 | 0.145 | 3 | 0.136 | 13 | 0.143 |
| | *Haemorhous mexicanus* | 0 | 0 | 4 | 0.058 | 0 | 0.000 | 4 | 0.044 |
| | *Sturnella neglecta* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Melospiza melodia* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Passer domesticus* | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 3 | 0.136 | 3 | 0.033 |
| | *Sturnus vulgaris* | 0 | 0 | 7 | 0.101 | 0 | 0.000 | 7 | 0.077 |
| | *Sayornis nigricans* | 0 | 0 | 2 | 0.029 | 1 | 0.045 | 3 | 0.033 |
| | *Tiranus verticalis* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Tiranus vociferans* | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 6 | 0.273 | 6 | 0.066 |
| | *Egretta thula* | 0 | 0 | 1 | 0.014 | 0 | 0.000 | 1 | 0.011 |
| | *Plegadis chihi* | 0 | 0 | 6 | 0.087 | 0 | 0.000 | 6 | 0.066 |
| | *Athene cunicularia* | 0 | 0 | 2 | 0.029 | 0 | 0.000 | 2 | 0.022 |
| Subtotal aves | | 0 | 0 | 69 | 1 | 22 | 1 | 91 | 1 |
| Mamíferos | *Lepus californicus* | 1 | 0.200 | 1 | 0.250 | 1 | 1.000 | 3 | 0.300 |
| | *Sylvilagus audubonii* | 1 | 0.200 | 1 | 0.250 | 0 | 0.000 | 2 | 0.200 |
| | *Otospermophilus beecheyi* | 3 | 0.600 | 2 | 0.500 | 0 | 0.000 | 5 | 0.500 |
| Subtotal mamíferos | | 5 | 1.000 | 4 | 1 | 1 | 1 | 10 | 1 |
| Reptiles | *Uta stansburiana* | 0 | 0 | 1 | 1.000 | 0 | 0.000 | 1 | 1.000 |
| Subtotal reptiles | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1.000 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## Diversidad de Shannon-Wienner y equitatividad de Pielou

Los resultados muestran una comunidad faunística integrada por **23 especies y 102 individuos registrados**, con predominio numérico de las aves (19 especies), seguidos por mamíferos (3 especies) y reptiles (1 especie). El **AI** concentra el mayor número de individuos registrados (74), seguido por la **RE** (23) y el **AP** (5); asimismo, la mayor riqueza total se registra en el **AI**.

**Aves**

Se registraron 19 especies de aves y 91 individuos en el Área de Estudio. La riqueza y abundancia de cada unidad de análisis variaron de acuerdo con los registros asignados a la **RE, AI** y **AP.** La **RE** presentó 9 especies y 22 individuos; el **AI** registró 16 especies y 69 individuos; y el **AP** no tuvo registros.

En la **RE** se registraron nueve especies y 22 individuos. El índice de riqueza de Margalef fue de 2.588, valor que corresponde a una riqueza observada moderada para el número de individuos detectados durante los cinco puntos de conteo. El índice de Shannon–Wiener alcanzó un valor de 2.185, lo que refleja una diversidad moderada en la muestra de aves registrada.

El índice de dominancia de Simpson presentó un valor de 0.1169, inferior al registrado en el **AI** y ligeramente superior al valor consolidado para el Área de Estudio. Este resultado indica una concentración relativamente baja de los individuos en pocas especies y una participación más distribuida de las especies registradas. De manera complementaria, la diversidad de Simpson fue de 0.8831.

La equidad de Pielou fue de 0.9117, el valor más alto entre las unidades evaluadas. Este resultado indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las nueve especies registradas, sin una dominancia absoluta de una sola especie. Aunque *Tyrannus vociferans* fue la especie más abundante en la **RE**, con seis individuos, su abundancia no anuló la contribución relativa de especies como *Cathartes aura*, *Corvus corax*, *Corvus brachyrhynchos* y *Passer domesticus*, registradas con tres individuos cada una.

En términos generales, la **RE** presentó una comunidad de aves con riqueza y diversidad moderadas, baja dominancia y la mayor uniformidad relativa de abundancias. Estos resultados son consistentes con una matriz territorial heterogénea, en la que se combinan espacios abiertos, vegetación secundaria, áreas agrícolas, infraestructura y sectores periurbanos.

En el **AI** se registraron 16 especies y 69 individuos, por lo que esta unidad presentó la mayor riqueza específica y la mayor abundancia de las unidades evaluadas. El índice de Margalef fue de 3.531, mientras que el índice de Shannon–Wiener alcanzó 2.374, valores que reflejan una comunidad con riqueza y diversidad observadas superiores a las registradas en la **RE**.

El índice de dominancia de Simpson fue de 0.1317, el valor más alto entre las unidades evaluadas. Este resultado indica una concentración relativa ligeramente mayor de los individuos en algunas especies, particularmente en *Cathartes aura*, con 20 individuos; *Corvus corax*, con 10 individuos; *Corvus brachyrhynchos*, con nueve individuos; y *Sturnus vulgaris*, con siete individuos. No obstante, la diversidad de Simpson fue de 0.8683, lo que confirma que, pese a la mayor abundancia de algunas



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

especies, la comunidad conserva una contribución relevante de un conjunto amplio de especies de menor abundancia.

La equidad de Pielou fue de 0.8177, valor inferior al de la **RE**, pero todavía indicativo de una distribución relativamente equilibrada de las abundancias. El valor se explica por la concentración de individuos en *Cathartes aura* y en especies de córvidos, mientras que varias especies fueron registradas con uno o dos individuos.

El **AI** presentó una comunidad de aves con la mayor riqueza y diversidad observadas durante la campaña de campo. La presencia de especies asociadas con áreas abiertas, zonas agrícolas, infraestructura, ambientes periurbanos y recursos hídricos temporales evidencia la heterogeneidad ambiental del entorno inmediato del Proyecto.

Dentro del **AI** se registró *Athene cunicularia hypugaea* (tecolote llanero), con dos individuos y evidencia de nido. La especie se reporta bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y en el Apéndice II de CITES.

En el **AP** no se obtuvieron registros de aves mediante puntos de conteo durante la campaña de campo. Por esta razón, no se estimaron los índices de riqueza de Margalef, Shannon–Wiener, dominancia de Simpson ni equidad de Pielou para esta unidad.

**Tabla III.35.** Índices de diversidad estimados para el grupo de las aves

| Especie | Nombre común | Abundancia RE | Abundancia AI | Abundancia AP | Abundancia Área de Estudio |
|---|---|---|---|---|---|
| *Athene cunicularia* | Tecolote llanero | 0 | 2 | 0 | 2 |
| *Cathrathes aura* | Zopilote aura | 3 | 20 | 0 | 23 |
| *Corvus brachyrhinchos* | Cuervo americano | 3 | 9 | 0 | 12 |
| *Corvus corax* | Cuervo común | 3 | 10 | 0 | 13 |
| *Egretta thula* | Garza dedos dorados | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Falco sparverius* | Cernícalo | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Haemorhous mexicanus* | Gorrión mexicano | 0 | 4 | 0 | 4 |
| *Melospiza melodia* | Gorrión cantor | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Numida meleagris* | Gallina de Guinea | 1 | 0 | 0 | 1 |
| *Passer domesticus* | Gorrión doméstico | 3 | 0 | 0 | 3 |
| *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | 0 | 6 | 0 | 6 |
| *Sayornis nigricans* | Papamoscas negro | 1 | 2 | 0 | 3 |
| *Selasphorus sasin* | Colibrí de Allen | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar Turca | 1 | 2 | 0 | 3 |
| *Sturnella neglecta* | Pradero del Oeste | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Sturnus vulgaris* | Estornino pinto | 0 | 7 | 0 | 7 |
| *Tiranus verticalis* | Tirano pálido | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Tiranus vociferans* | Tirano gritón | 6 | 0 | 0 | 6 |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Especie | Nombre común | Abundancia RE | Abundancia AI | Abundancia AP | Abundancia Área de Estudio |
|---|---|---|---|---|---|
| *Zenaida macruoura* | Huilota | 1 | 1 | 0 | 2 |
| **Número total de individuos (N)** | | 22 | 69 | 0 | 91 |
| **Número total de especies (S) (Diversidad alfa)** | | 9 | 16 | 0 | 19 |
| **Índice de Margalef** | | 2.588 | 3.531 | 0 | 3.981 |
| **Índice de Simpson (Índice de dominancia D)** | | 0.1169 | 0.1317 | 0 | 0.1118 |
| **Índice de Shannon-Wiener** | | 2.185 | 2.374 | 0 | 2.545 |
| **Índice de Equitatividad de Pielou (J´)** | | 0.9117 | 0.8177 | 0 | 0.8311 |

### Mamíferos y Reptiles

Como consecuencia de las condiciones de perturbación descritas, durante los recorridos de campo se logró el registro de un total de 4 especies: 3 especies de mamíferos y 1 especie de reptil.

Entre las especies registradas destaca *Uta stansburiana* (lagartija), catalogada como ameanzada en la NOM-059-SEMARNAT.

El número de especies registradas (4 en total) es consistente con el alto grado de perturbación antropogénica presente tanto en el **AP** como en su **AI** y en la **RE** correspondiente. El impacto del uso de superficies como terrenos agrícolas, aunado a la imposibilidad de emplear métodos complementarios de trampeo (Sherman y cámaras trampa) por motivos de seguridad, restringió de manera importante el esfuerzo de muestreo posible.

Las especies registradas corresponden en su mayoría a taxones ampliamente reconocidos por su tolerancia y capacidad de adaptación a ambientes perturbados y de interfaz urbano-rural, lo cual es congruente con el escenario de disturbio descrito para el área de estudio. No obstante, la presencia de especies con estatus de protección indica que, pese a la perturbación, el sitio conserva cierto valor para la conservación de fauna nativa.

## 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 Santa Fe, en el municipio de Tijuana, Baja California. Con el fin de contextualizar las condiciones socioeconómicas del área de estudio, se desarrolló lo siguiente:

1. **Contexto regional.** Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020)[12], se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto**.

[12] CONAPO, 2020. Índices de marginación 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

2. **Contexto municipal.** Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, educación, salud, población económicamente activa e inactiva, entre otros), los cuales reflejan la calidad de vida de la población con base en el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI** (última actualización 16 de marzo 2021[13]).

### III.2.3.1. Contexto regional

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. La **CONAPO** identifica cuatro dimensiones de expresión de este fenómeno: educación, vivienda, ingresos monetarios y afectación por la ubicación espacial. Posteriormente, propuso una medida resumen, denominada Índice de Marginación, cuyos resultados ayudan a priorizar las acciones para transformar el nivel y condiciones de vida de la población. Este índice se estima a partir de los censos de población y vivienda del **INEGI**.

En este sentido, de acuerdo con la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que Baja California presenta un grado de marginación bajo[14] y a nivel municipal, Tijuana presenta un índice de marginación muy bajo[15]. Este indicador sugiere que la mayor parte de la población de Tijuana (59.1%) 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 Tijuana**,** en el siguiente apartado se presenta el contexto municipal, en donde se describe su medio socioeconómico, de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI**.

### III2.3.2. Contexto municipal

En este aparatado se describen los principales indicadores sociodemográficos del municipio de Tijuana en el cual incide la **RE, AP** y **AI**.

**Demografía**

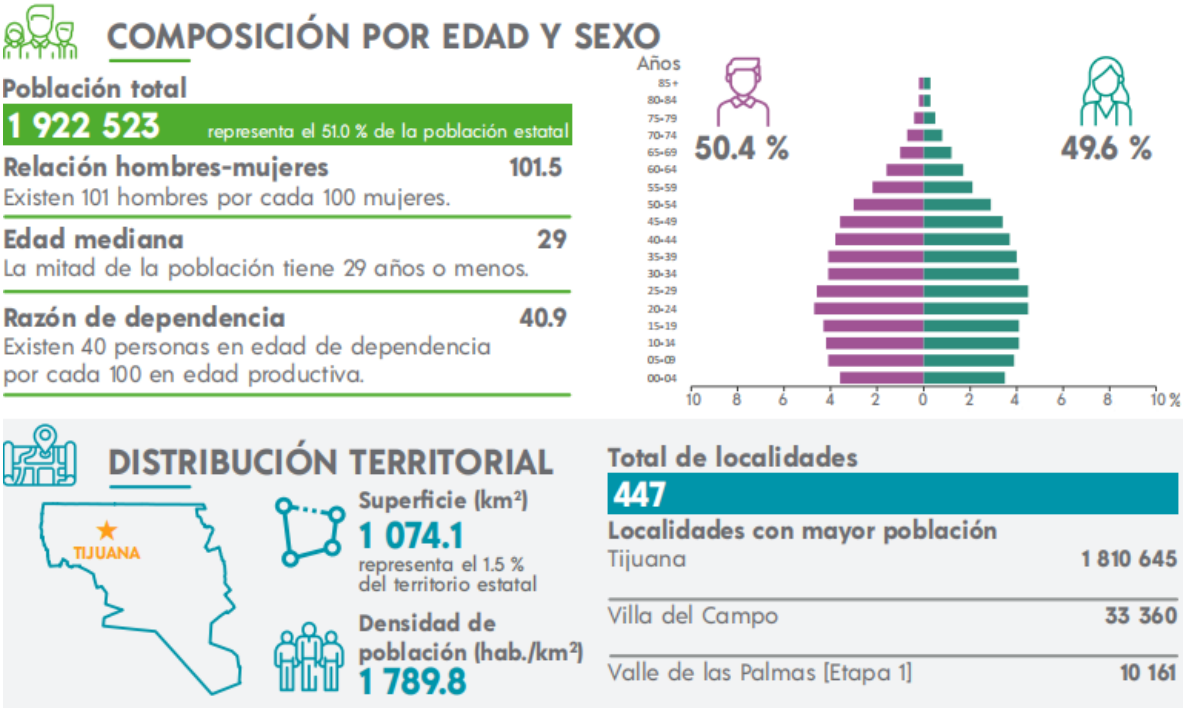
El municipio de Tijuana tiene una población total de 1,922,523 habitantes, lo que representa el 51.0% de la población estatal con una densidad de 1,789.8 hab/km², presenta una relación de 101.5 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mediana de la población tiene 29 años o menos, así como una razón de dependencia de 40.9, es decir, existen 40 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva (**Figura III.50**).

[13] INEGI, 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos
[14] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IME_2010-2020.html
[15] https://indicemx.github.io/IMx_Mapa/IMM_2010-2020.html



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

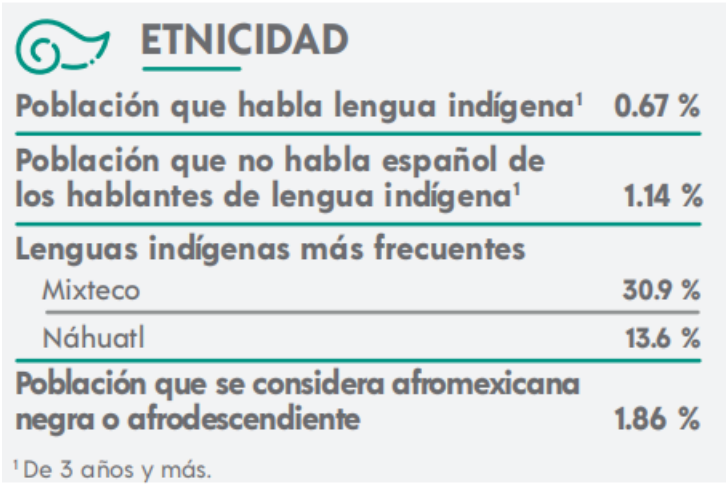
**Figura III.50.** Demografía en el municipio de Tijuana




## Etnicidad

El 0.67% de la población del municipio de Tijuana de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el Mixteco y Náhuatl. Por otro lado, existe un 1.86% de población que se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y el 1.14% es población hablante de lengua indígena que no habla español (**Figura III.51**).

**Figura III.51.** Etnicidad en el municipio de Tijuana





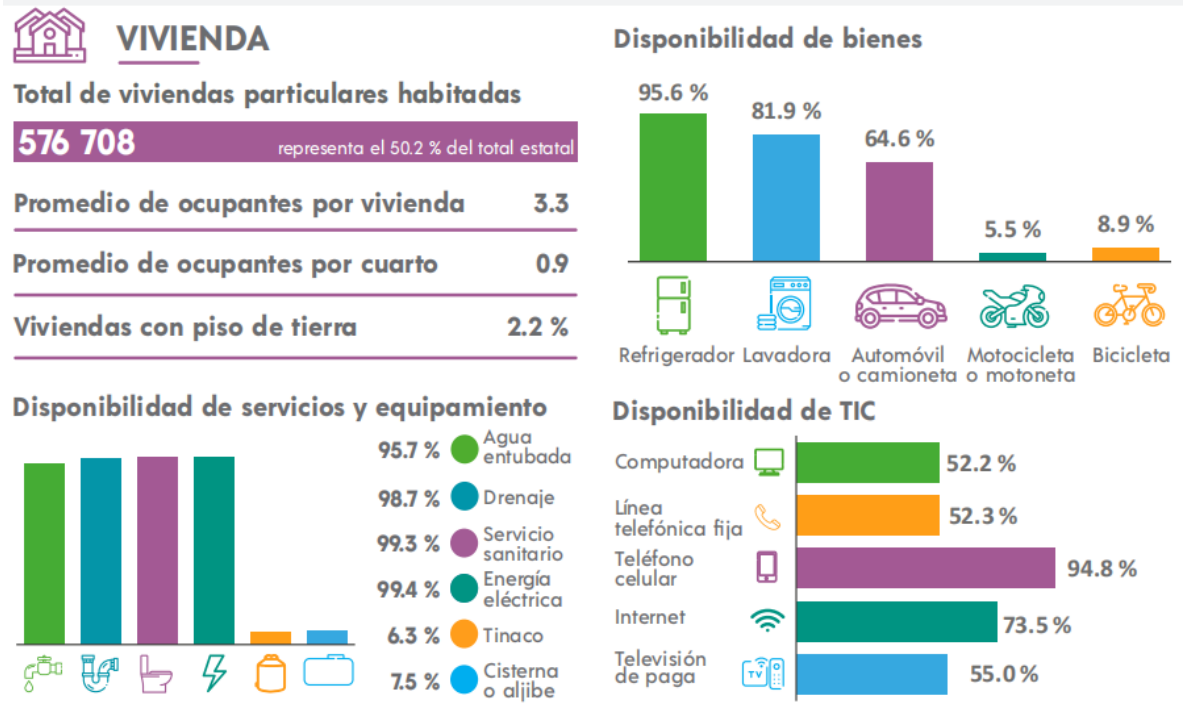

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## Vivienda, bienes y servicios

El municipio de Tijuana presenta un total de 576,708 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 50.2% del total estatal, del cual el 2.2% aún tienen piso de tierra. En promedio, hay 3.3 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por cuarto.

Con respecto a la disponibilidad de servicios en Tijuana, la mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica. En cuanto a la disponibilidad de bienes, la mayor parte de la población cuenta con bienes como refrigerador, lavadora y automóvil o camioneta. Con respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (**TIC**), la mayor parte de la población cuenta con teléfono móvil e internet **(Figura III.52**).

**Figura III.52.** Disponibilidad de bienes y servicios




## Características económicas

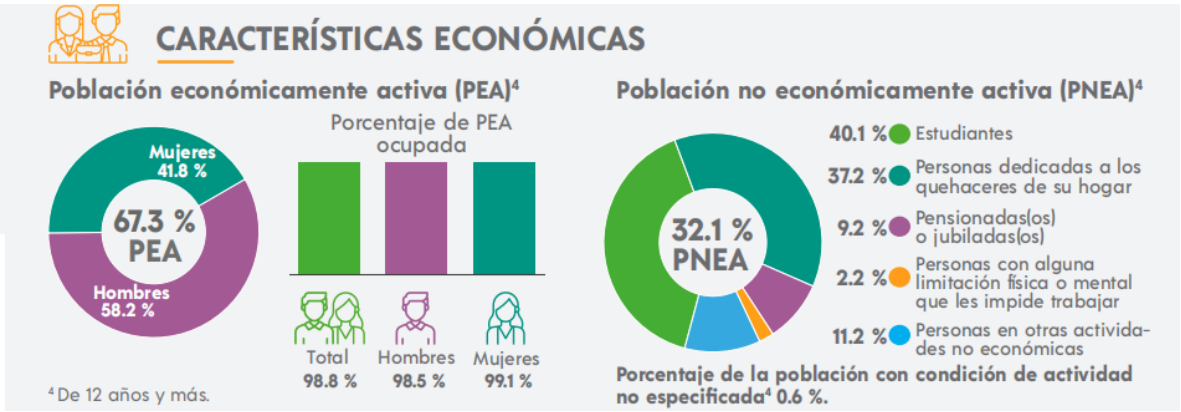
La Población Económicamente Activa (**PEA**) del municipio de Tijuana es del 67.3% (población de 12 años y más), de la cual el 41.8% son mujeres y el 58.2% son hombres; del porcentaje de **PEA**, el 98.8% se encuentra ocupada. En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), esta corresponde a un 32.1%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar **(**

**Figura III.**53**).**



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

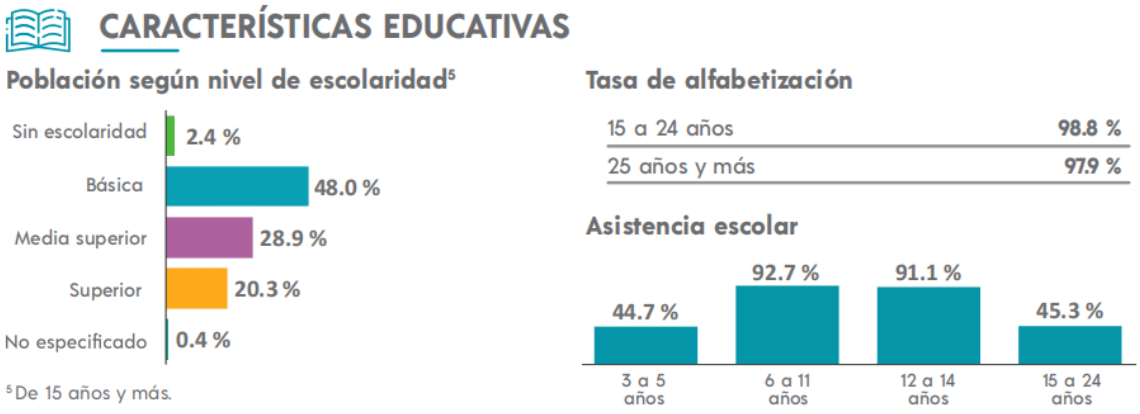
**Figura III.53.** PEA y PNEA en el municipio de Tijuana




## Escolaridad

El municipio de Tijuana tiene una tasa de alfabetización del 98.8% para habitantes de 15 a 24 años y del 97.9% para habitantes de 25 años y más. Gran parte de la población de 15 años y más (48%) presenta un nivel de escolaridad básico, el 28.9% presenta un nivel medio superior y el 20.3% un nivel superior, mientras que, el 2.4% de la población no tiene escolaridad y existe un 0.4% no especificado (**Figura III.54**).

**Figura III.54.** Escolaridad en el municipio de Tijuana




## Servicios de salud

La mayor parte de la población del municipio de Tijuana (74.2%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 3.7% de la población



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de Tijuana presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más (**Figura III.55** y **Figura III.56**).

**Figura III.55.** Servicios de salud en el municipio de Tijuana

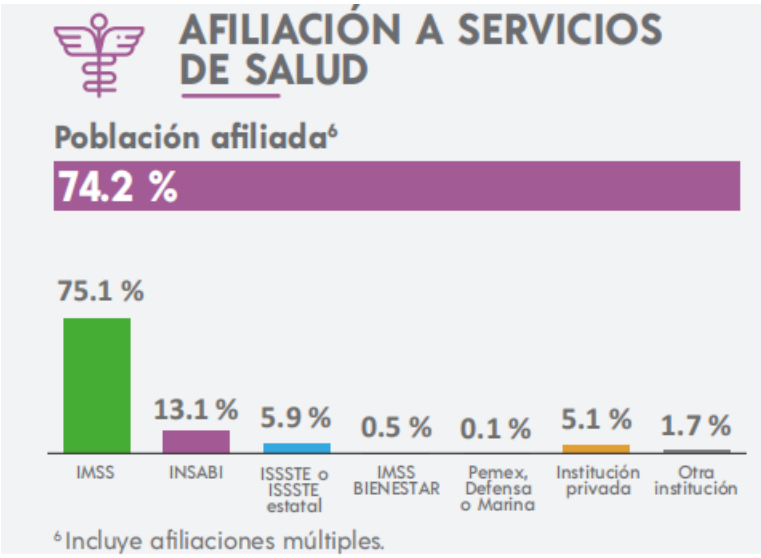
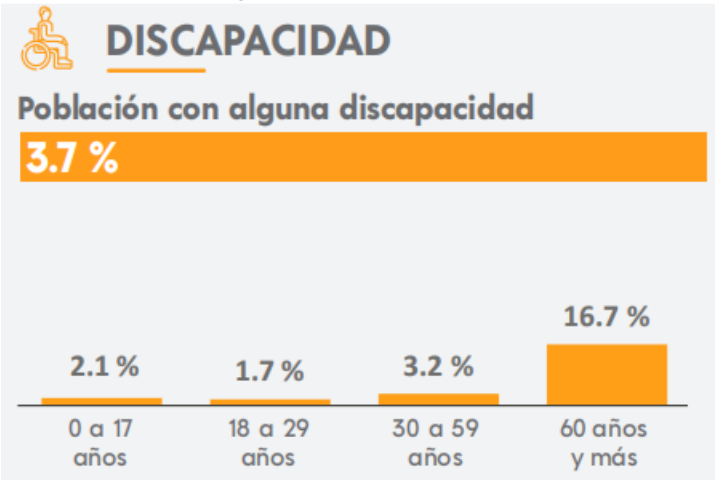



**Figura III.56.** Población con alguna discapacidad en el municipio de Tijuana




## Migración

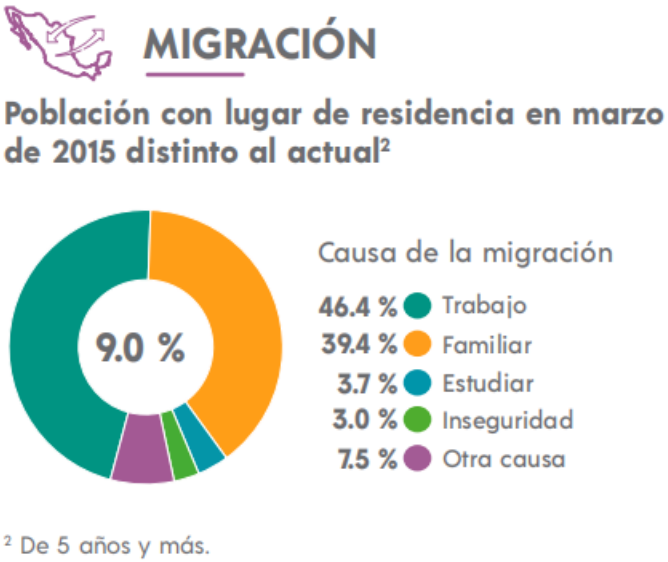
En el tema de migración se tiene que el 9% de la población de 5 años y más del municipio de Tijuana tenían lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual, la mayoría por razones de trabajo y familiar (



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Figura III**.57).

**Figura III.57.** Migración en el municipio de Tijuana




## 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:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Visibilidad.** Espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. De este modo, se determinó que la **RE** se asocia con topoformas de llanuras. Por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad la nitidez o agudeza visual[16], así como la vegetación presente. En este sentido, desde el interior del **AP**, **AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano debido a la presencia de obstáculos en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

**Calidad paisajística.** Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y otros rasgos paisajísticos sobresalientes tales como formas erosivas o rocosas.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, entre otros.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto.

Dicho la anterior, la calidad paisajística referida en términos de la visibilidad parte de la condición de que, desde determinados sitios del **AP, AI** y **RE**, se perciben rasgos paisajísticos (puntos visibles sobre los elementos topográficos más cercanos y significativos). Así, desde el interior del **AP, AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio en el que se ubican la **RE**, **AI** y **AP**. Posteriormente, se describe la escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual.

**Tabla III.36.** 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 | 1 | La **RE** se relaciona con una configuración de meseta compleja con lomerío y sectores de lomerío escarpado con bajadas, lo que genera variación visual del relieve. Sin embargo, no se identifican acantilados, formaciones rocosas prominentes ni rasgos excepcionales. El **AI** y |

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente | Criterios de valoración y puntuación | | | | | | RE | AI/ AP | Criterio de aplicación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Criterio | Valor | Criterio | Valor | Criterio | Valor | | | |
| | | | | | | | | | **AP** se ubican principalmente sobre superficies de pendiente baja y terreno previamente modificado. |
| 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 | 1 | 1 | En la **RE, AI y AP** predomina suelo expuesto, herbáceas de bajo porte, arbustos aislados y vegetación de baja cobertura, sin comunidades continuas o bien conservadas. |
| 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 | La **RE** presenta una red de escurrimientos intermitentes que se activa principalmente durante eventos de lluvia. No se identificaron cuerpos de agua permanentes ni corrientes perennes que constituyan un elemento dominante del paisaje en **RE**, **AI** o **AP**. |
| Color | Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables | 5 | Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante | 3 | Poca variación de color o contraste, colores apagados | 1 | 1 | 1 | En la **RE, AI** y **AP** prevalecen tonos apagados asociados con suelo desnudo, vegetación seca, materiales de relleno, terracerías, infraestructura y superficies alteradas. |
| 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 | 1 | A escala regional, los lomeríos y la variación del relieve aportan profundidad y contraste al paisaje. En el **AI** y **AP** las vistas inmediatas se encuentran condicionadas por instalaciones industriales, construcciones, |



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 | | | |
| | | | | | | | | | caminos, predios intervenidos y vegetación limitada; por ello, el fondo escénico tiene una contribución reducida. |
| Rareza | Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional | 6 | Característico, aunque similar a otros en la región | 2 | Bastante común en la región | 1 | 2 | 1 | La RE representa un paisaje típico del entorno periurbano de Tijuana, con mosaico de agricultura, caminos, asentamientos y lomeríos. El **AI** y **AP** corresponden a un paisaje intervenido frecuente en áreas de expansión urbana y actividades productivas, sin elementos naturales, florísticos, faunísticos o geomorfológicos excepcionales. |
| 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 | 0 | La **RE** mantiene sectores agrícolas y se encuentra influida por caminos, brechas, asentamientos, áreas urbanizadas, infraestructura y superficies alteradas. En el **AI** y **AP** son evidentes la remoción previa de vegetación, suelo expuesto, accesos, infraestructura e instalaciones industriales cercanas, condiciones que reducen la naturalidad y calidad visual local. |
| | | | | | | ∑= | 13 | 6 | |

**Tabla III.37.** Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Clase | Rango de puntuación | Descripción |
|---|---|---|
| A | 19 a 33 | Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes. |
| B | 12 a 18 | Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales. |
| C | 0 a 11 | Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. |

El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 13 puntos para la **RE** y de 6 para **AI** y **AP.** En este sentido, en la **RE** 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 cuanto al **AI** y **AP**, éstas presentan una clase C, es decir, áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

En el **Anexo III.3 Flora / reportes fotográficos** se presentan las evidencias fotográficas del paisaje del **AP, AI** y **RE**.

**Fragilidad del paisaje.** La fragilidad visual del paisaje es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano *et al*. 1991), entendida como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación.

**Tabla III.38.** Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV

| Factor | Condiciones | Valores | | RE | AI/AP | Forma de aplicación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nominal | Numérico | | | |
| Pendiente (S) | Inclinado (pendiente > 55 %) | Bajo | 1 | 2 | 3 | La **RE** incorpora sectores de meseta compleja con lomerío y lomerío escarpado con bajadas. Aunque el modelo de pendiente indica predominio de valores bajos en amplias superficies, existen laderas, cauces temporales, bordes de bajadas y sectores de lomerío con incrementos locales de inclinación; por ello se asigna una condición moderada. El **AI** y **AP** se ubica principalmente en una superficie de pendiente baja, con relieve relativamente homogéneo y sin predominio de taludes o laderas |
| | Inclinación suave (pendiente de 25 - 55 %) | Moderado | 2 | | | |
| | Poco Inclinado (pendiente de 0 - 25 %) | Alto | 3 | | | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Factor | Condiciones | Valores | | RE | AI/AP | Forma de aplicación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nominal | Numérico | | | |
| | | | | | | pronunciadas dentro de la huella de ocupación. |
| Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E) | Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial. | Bajo | 1 | 2 | 2 | En la **RE**, los lomeríos, cauces intermitentes, bajadas y áreas con suelo expuesto pueden favorecer erosión hídrica y arrastre de sedimentos durante lluvias concentradas. En el **AI** y **AP**, aun cuando la pendiente es baja, existen Technosoles, superficies previamente modificadas, escurrimientos temporales y suelo expuesto; estas condiciones requieren control de erosión y manejo del drenaje. La restricción no se considera alta porque no predominan laderas escarpadas ni evidencia de inestabilidad generalizada dentro del **AP**. |
| | Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial | Moderado | 2 | | | |
| | Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial | Alto | 3 | | | |
| Potencial de regeneración de vegetación (R) | Potencial bajo o sin vegetación | Bajo | 1 | 1 | 1 | En la **RE, AI** y **AP** domina una cobertura vegetal escasa y discontinua, con suelo expuesto, herbáceas anuales y arbustos aislados; además, las actividades previas y la proximidad de infraestructura limitan la recuperación natural. |
| | Potencial moderado | Moderado | 2 | | | |
| | Potencial alto | Alto | 3 | | | |
| Diversidad de vegetación (D) | Diversificada e interesante | Alta | 3 | 2 | 1 | La **RE** contiene un mosaico de agricultura de temporal anual, asentamientos y áreas sin vegetación aparente. Sin embargo, la flora de campo es de baja riqueza y presenta especies asociadas con disturbio. En el **AI** y **AP** la cobertura es simplificada, con vegetación arbustiva dispersa y un estrato herbáceo dominado por *Bromus rubens*, sin comunidades vegetales continuas ni diversidad estructural alta. |
| | Diversidad media, repoblaciones | Media | 2 | | | |
| | Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica | Baja | 1 | | | |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Factor | Condiciones | Valores | | RE | AI/AP | Forma de aplicación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nominal | Numérico | | | |
| Contraste suelo /roca (C) | Contraste alto | Alto | 3 | 2 | 2 | En la **RE** se alternan sustratos de roca ígnea intrusiva ácida, depósitos superficiales cuaternarios, suelos residuales, lomeríos y superficies expuestas, lo que produce contrastes locales. El **AI** y **AP** se sitúa principalmente sobre sustrato ígneo intrusivo y Technosoles, con presencia de suelo expuesto y materiales removidos; estos elementos generan contraste visible, aunque no sobresaliente ni generalizado. |
| | Contraste moderado | Moderado | 2 | | | |
| | Contraste bajo o inexistente | Bajo | 1 | | | |
| Contraste suelo / vegetación (V) | Alto contraste visual entre suelo y vegetación | Alto | 3 | 2 | 3 | En la **RE**, los contrastes entre agricultura y áreas desnudas son perceptibles, aunque se distribuyen como un mosaico territorial que reduce su intensidad a escala regional. En el **AI** y **AP**, el suelo expuesto, la escasa cobertura herbácea y los arbustos aislados generan un contraste visual marcado, especialmente durante la época seca; por ello, el área tiene menor capacidad de integrar visualmente nuevas alteraciones. |
| | Contraste moderado entre suelo y vegetación | Moderado | 2 | | | |
| | Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación | Bajo | 1 | | | |

De acuerdo con los valores obtenidos en la tabla anterior, se aplicó la siguiente relación:

**CAV = S*(E+R+D+C+V)**

Donde:

S= Pendientes.

E= Erosionabilidad del suelo.

R= Vegetación, potencial de regeneración.

D= Diversidad de vegetación.

C=Contraste suelo/roca.

V=Contraste suelo/vegetación.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**CAV RE= 18**

**CAV AI/AP= 27**

De acuerdo con la escala de referencia, la **RE, AI**, y **AP** presentan una capacidad de absorción visual moderada, al ubicarse en el 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.39.** 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

**Metodología para la Identificación de impactos ambientales**

***Metodología matriz interactiva***

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- *Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**.* De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

- Concretas.
- Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
- Excluyentes. sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
- Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
- Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

- *Selección de los indicadores susceptibles a impacto.* La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

- Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
- De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles,

directa o indirectamente a través de algún indicador.

***Metodología de la identificación de interacciones existentes***

A través de la matriz descrita en el apartado “Identificación de las interacciones”, se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

***Caracterización y valoración de los impactos***

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración se presentan en la Tabla IV.1.

**Tabla IV.1.** Criterios básicos y complementarios.

| Escala | Intensidad Del Efecto (I) | Extensión del Efecto (E) | Duración Del Efecto (D) | Sinergia (S) | Acumulación (A) | Controversia (C) | Mitigación (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Definición** | La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior | Es la medida del espacio que ocupa el impacto | La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin | Definidas por el grado de interacción entre impactos | Definidas por el nivel de acumulación entre impactos | Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. | Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación. |
| **0** | | | | **Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos | **Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos | **No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso | **Nula**. No hay medidas de mitigación |
| **1** | **Mínima:** el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%. | **Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto. | **Corta: c**uando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto. | **Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas | **Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental | **Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso. | **Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 % |
| **2** | **Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%. | **Local:** cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto. | **Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto. | **Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas | **Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente | **Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso. | **Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74% |
| **3** | **Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%. | **Regional:** cuando tiene un área de influencia que supera notoriamente las adyacentes a las áreas del Proyecto. | **Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto. | **Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas. | **Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente. | **Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso. | **Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más |

***Cuando existe incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público***.
Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significación del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

**Índice Básico.** Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

**Donde:**
**Iij** = intensidad del impacto
**Eij** = extensión del impacto
**Dij** = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de 0.33 £ IB £1.

**Índice complementario.** Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

**Donde:**
**Sij** = sinergia del impacto.
**Aij** = acumulación del impacto.
**Cij** = controversia.
En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.

**Índice del impacto sin medidas de mitigación.** El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:
***IBij*** = Índice Básico
***ICij*** = Índice Complementario

**Índice del impacto con medidas de mitigación.** Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$

Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

**Donde:**
**IIij** = índice del impacto
**Mij** = existencia de las medidas de mitigación.

**Significancia del impacto.** De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

# ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

## Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar 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.

**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.

**Objetivos particulares**

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en la **MIA-R**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en la **MIA-R** (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos en la **MIA-R** e identificar y proponer a la promovente del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;

- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;
- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de las acciones específicas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente.
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

**Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental**

**Meta**

El **PVA** se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas planteados y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna con un umbral mínimo del 90%, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

**Alcance**

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**, incluidos los Términos y condicionantes que sean impuestos por la autoridad. Estas aplican tanto para el personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

**Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental**

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

**Responsabilidad del organismo promotor**

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de la promovente quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.

- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

**Responsabilidad de las empresas contratistas**

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente.

**Seguimiento y control de la aplicación del PVA**

La promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas de supervisión mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada

bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

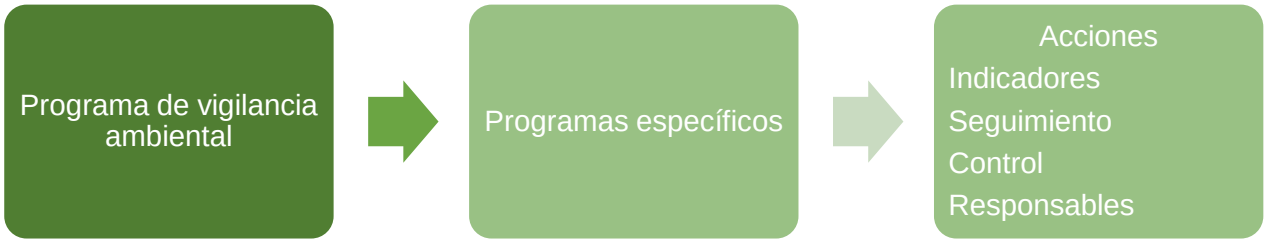
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de reforestación y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

**Figura 1.** Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental.




**Reportes de seguimiento**

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **Autoridad**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución de la **MIA-R**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de las acciones específicas que forman parte del **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);
- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual), e
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, bitácora de rescate de individuos de fauna de lento desplazamiento, bitácora de reubicación de individuos de fauna, bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

**Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto**

En la tabla se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en las acciones específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**. En su momento se incluirán los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

**Tabla 1.** Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del **Proyecto**.

**PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; CA: Cierre y Abandono.**

| Medida | PS y C | | O & M | | | | | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | … | 40 | 1 |
| Se implementarán el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** | | | | | | | | |
| Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. | | | | | | | | |
| Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas. | | | | | | | | |
| Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. | | | | | | | | |
| Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra 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 la 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 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 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 reforestación de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. | | | | | | | | |
| Se aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010** | | | | | | | | |
| 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. | | | | | | | | |

**Acciones que integran el PVA**

El **PVA** se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al **AP**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad, además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con los siguientes Programas y actividades a implementar:

## PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Este programa describe los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y el monitoreo de individuos de fauna en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección.

Si bien la fauna tiene la capacidad de desplazarse por sus propios medios, hay especies que debido a su lento desplazamiento (como los reptiles y mamíferos pequeños) son más vulnerables al tener una movilidad limitada; asimismo las especies de hábitos fosoriales, es decir, aquellas especies que se encuentran adaptadas a la excavación y a la vida subterránea, son más susceptibles a ser afectadas por las actividades del **Proyecto**; por lo que es necesario tomar medidas que se enfoquen como primera opción en el ahuyentamiento de la fauna en caso de encontrarse hacia un sitio donde puedan continuar con sus procesos biológicos.

Con base en los resultados de la caracterización de fauna presente en el área de establecimiento del **Proyecto**, en el presente Programa se exhiben la metodología de ahuyentamiento de fauna y las metodologías para el rescate de fauna que fueran susceptibles de rescatar y reubicar, teniendo en cuenta el grupo taxonómico para evitar el estrés de los ejemplares manipulados, así como el monitoreo de la fauna. Los individuos de fauna que pudieran ser rescatados serán reubicados en sitios con condiciones ecológicas similares a donde fueron localizados, aumentando con ello la probabilidad de éxito de su supervivencia en las áreas de reubicación o establecimiento definitivo.

Los esfuerzos de captura serían dirigidos con énfasis sobre especies de lento desplazamiento; mientras que las acciones de ahuyentamiento (sin la captura directa de los ejemplares) estarán enfocadas sobre cualquier ejemplar de fauna encontrado en el área de establecimiento del **Proyecto**, debido a la importancia ecológica de todas las especies dentro de una comunidad.

**Objetivos**

**Objetivo General**

Salvaguardar a los individuos de fauna 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 al sitio del **Proyecto**.
- Rescatar y reubicar las especies de fauna, 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, quienes 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 el responsable de reportar 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, 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 2.** 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**

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 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 2.** Horarios de mayor actividad de la fauna

| 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**

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**

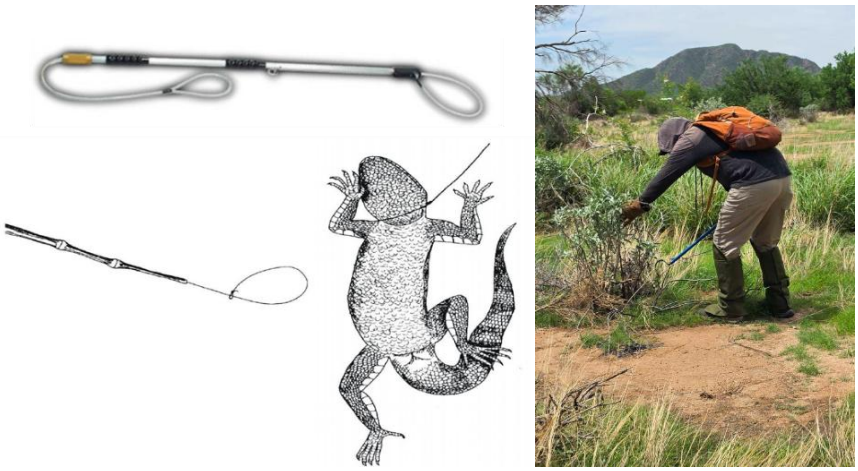
La búsqueda de individuos de este taxón será dirigida revisando piedras, cúmulos de material vegetal o cualquier otro elemento donde pudieran albergarse, teniendo por objetivo maximizar la eficiencia de captura. Los métodos más efectivos para la captura de reptiles son los lazos de nylon y la captura

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 3**. 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 4**. Captura y contención de culebras y víboras.




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 5**. 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





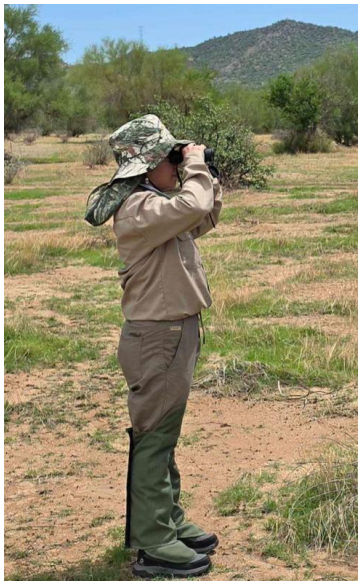
**Aves**

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 6.** 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 7**. 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).

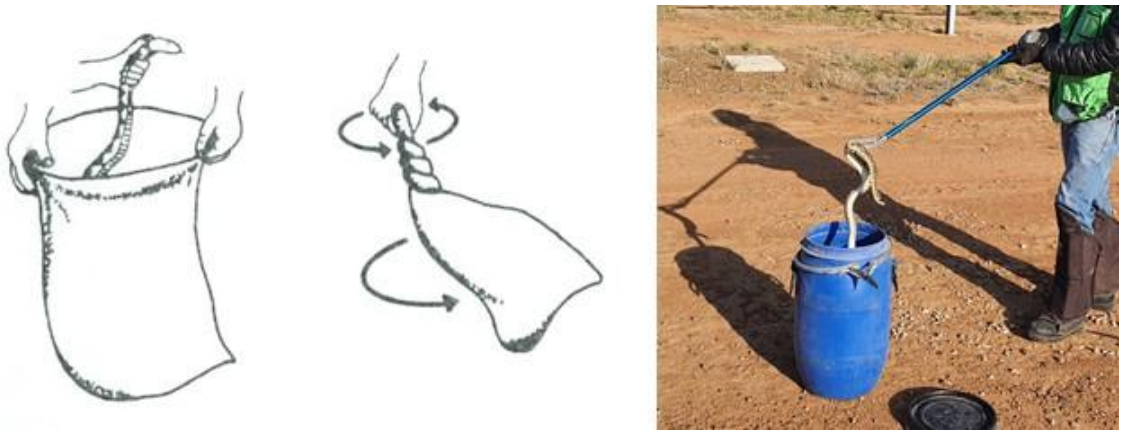
Adicional a lo anterior se buscarán que estos sitios de liberación cuenten con las mismas características del hábitat en el que se encuentran los organismos. De esta manera se evitará en la medida de lo posible que la fauna que habita en el lugar se vea afectada debido a las actividades a desarrollar 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 8.**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, 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 3.** 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 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**

El monitoreo de fauna 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.**

Para 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).

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 4.** 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 y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinó de utilidad el siguiente:

Sobrevivencia de los ejemplares de fauna al **momento de su liberación**, mediante este indicador se evaluará que las técnicas de manejo y su ejecución hayan sido adecuadas, cumpliendo con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los individuos rescatados.

$$E_{\%sv} = \frac{S_l}{S_c} x100$$

Donde:

E%sv = Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación.

$S_I$ = Número de individuos vivos liberados.

$S_C$ = Número de individuos capturados.

Para este indicador el umbral permisible es el 100%, pues no se admitirán pérdidas derivadas de un mal manejo.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades de colocación de chip, marcaje, captura y recaptura o alguna otra técnica que permita monitorea a los individuos reubicados; situación que sometería a la fauna de forma innecesaria a fuertes presiones de estrés o posible daño físico.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presente en la **RE**, por lo que

se puede asegurar que el **AP** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Con base en el conocimiento y estudio de **AP** y la **RE**, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies recatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometido al estrés innecesario que representan las actividades de marcaje cualquiera que sea la técnica empleada y captura y recaptura.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad del programa en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el área de establecimiento del **Proyecto**, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**

Cada supervisor ambiental del contratista o subcontratista será responsable de la ejecución de las actividades o programas específicos, presentando un informe mensual de los resultados obtenidos al supervisor ambiental de la Promovente para este integre el informe anual que deberá de presentarse ante la **SEMARNAT**.

Cabe señalar, que el informe mensual desarrollado por cada supervisor ambiental de las contratistas o subcontratistas deberá de contener la siguiente información de manera enunciativa, pero no limitativa:

- Período de aplicación de las medidas o programas específicos que se integran al presente Programa.
- Descripción de las medidas o programas específicos aplicados ligados al presente Programa con sus responsables a través de la integración de bitácoras de trabajo en los diferentes frentes, debidamente firmadas por los supervisores ambientales.
- Grado de cumplimiento de los indicadores de eficacia y realización comprometidos en los programas específicos aplicados.
- Medidas de urgente aplicación aplicadas para corregir las desviaciones identificadas en la aplicación de las medidas o programas específicos.
- Anexo con la evidencia de las acciones que ha llevado a cabo la promovente en las distintas etapas del proyecto. El anexo deberá contemplar fotografías y/o videos a color, con su respectiva referencia geográfica (coordenadas UTM en formato .csv y/o .kml), así como la fecha y hora de captura como marca de agua en cada fotografía y/o video.
- integrar otros temas relevantes que demuestren un buen desempeño del Programa.
- Análisis, discusión y conclusión de resultados.

**Calendario de comprobación**

Este programa solo se ejecutará dentro de la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.

**Tabla 5.** 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 6.** Calendario de comprobación para el monitoreo de la fauna

| Actividades/años | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ….. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Preparación del sitio** | | | | | | | | | | |
| Recorridos de ahuyentamiento de fauna | | | | | | | | | | |
| Recorridos de verificación e inspección física de la existencia de fauna terrestre de lento desplazamiento previo. | | | | | | | | | | |
| Rescate y atención de individuos para ser notificados a la PROFEPA y trasladados al CIVS. | | | | | | | | | | |
| Informe anual presentado ante la SEMARNAT | | | | | | | | | | |
| **Construcción** | | | | | | | | | | |
| Recorridos de verificación e inspección física de la invasión o existencia de fauna terrestre de lento desplazamiento durante las actividades constructivas | | | | | | | | | | |
| Rescate y atención de individuos para ser notificados a la PROFEPA. | | | | | | | | | | |
| Informe anual presentado ante la SEMARNAT | | | | | | | | | | |

| Actividades/años | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ….. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **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 7.** Puntos de comprobación.

| Punto de comprobación | Temática | Etapa del proyecto de aplicación | Evidencia documental | Componente ambiental |
|---|---|---|---|---|
| Área del proyecto sobre la huella o frentes de trabajo del proyecto y sus componentes. | Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna | PS y C | Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista. | Fauna |
| | | | Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales | |
| | Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación | PS y C | Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista. | Fauna |
| | | | Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales | |
| Informe anual | Informe de cumplimiento | PS, C, O y M | Acuse de cumplimiento del informe presentado ante la SEMARNAT | Fauna |

### Medidas de urgente aplicación

De presentarse alguna contingencia, ejemplo, que durante el manejo resulte lesionado algún individuo, se transportará mediante por el uso de cajas de transporte (kennels), adecuados a los servicios médicos veterinarios para asegurar su salvedad, posteriormente una vez recuperado será liberado en los sitios dispuestos para estos, o en su caso comunicará a la **PROFEPA** para que sea traslado a los Centros

para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (**CIVS**) que se utilizan para recibir, conservar y recuperar ejemplares de vida silvestre que han sido rescatados.

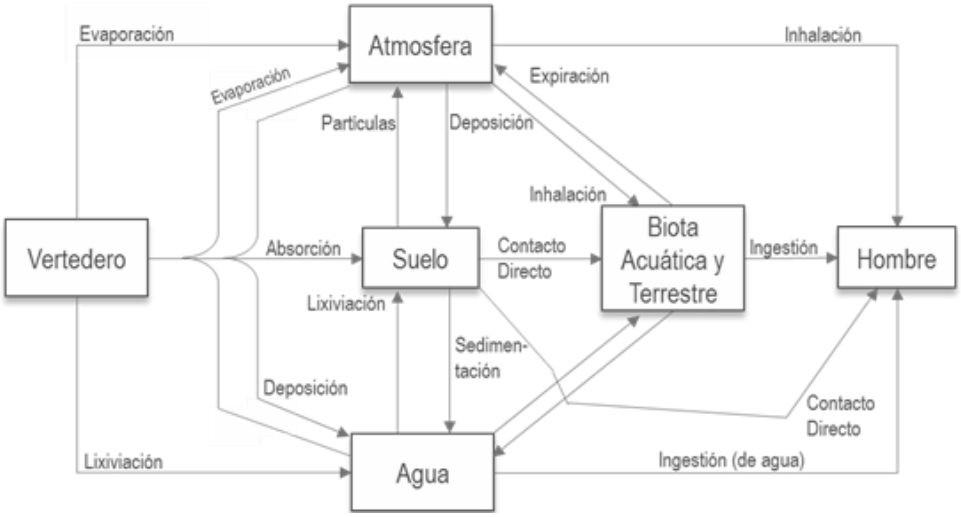
## PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

### 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 9.** 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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Proyectos, los residuos a generar difieren; sin embargo, las cantidades precisas deberán ser registradas por la empresa que realice las actividades inherentes a cada etapa. En el presente apartado, únicamente se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse en cada etapa del Proyecto con el propósito de elaborar un programa sobre la base del tipo de generador que podría llegar a ser, atendiendo a los volúmenes producidos.

**Tabla 8.** 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 | |

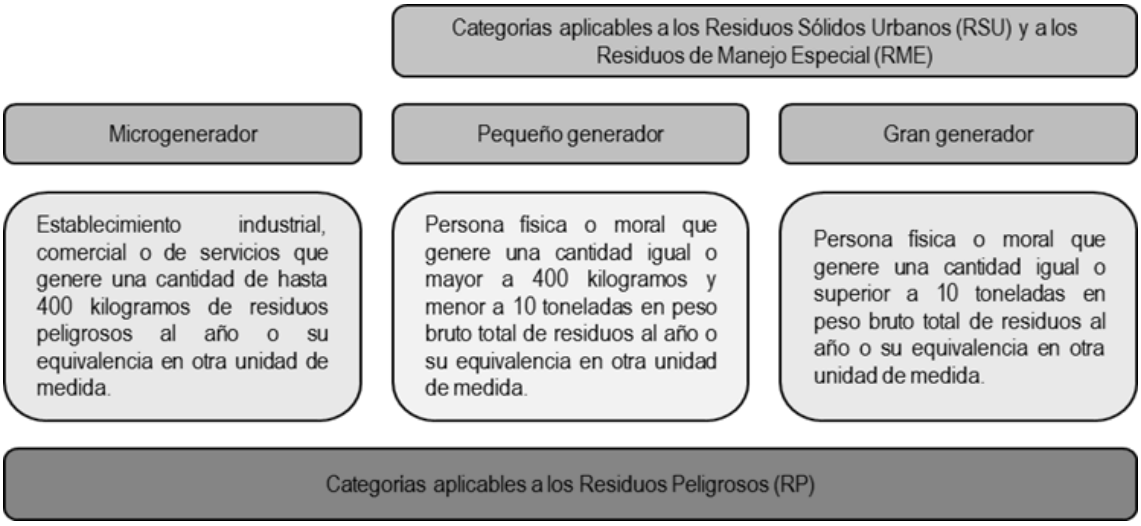
| |
|---|
| Lámparas fluorescentes y pilas |

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.

**Figura 10.** Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año.




**Residuos sólidos urbanos (RSU)**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en su artículo 5°, fracción XXXIII, define los residuos sólidos urbanos como:

> *“Los generados en las casas habitación, que resulten de la eliminación de materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias,*

*y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.”*

En este sentido, se prevé la generación de **RSU** durante todas las etapas del **Proyecto**, aunque en diferentes volúmenes. La recolección, traslado, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del municipio donde se ubica el **Proyecto**, atendiendo a las atribuciones de la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos.

Siguiendo el mismo orden de ideas, y atendiendo a las atribuciones que la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos, corresponde al municipio< la regulación de los residuos sólidos urbanos, para lo cual, en su artículo 10 señala tres funciones aplicables al programa que se presenta:

*III. Controlar los residuos sólidos urbanos;*

*IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos;*

*V. Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos.*

Al referirse a las actividades comprendidas en la prestación de servicios de manejo integral, la LGPGIR considera la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.

En su artículo 18, el ordenamiento citado señala que este tipo de residuos podrá subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria. Dicha clasificación corresponde a:

Residuos orgánicos: son restos de alimentos, residuos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

Residuos inorgánicos: son los desechos no biológicos derivados de procesos antropogénicos. Por su naturaleza, son residuos no biodegradables o degradables a largo plazo. Se subclasifican en: papel, cartón, vidrio, plásticos, metal, electrodomésticos y desechos sanitarios.

**Residuos de manejo especial (RME)**

La misma **LGPGIR** define a los RME en el artículo 5°, fracción XXX, como:

*“Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.”*

Y, en el mismo instrumento, se clasifica a los **RME** en ocho categorías de acuerdo al origen que tengan (artículo 19), de los cuales solo algunas de éstas aplican al **Proyecto**:

*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.*

*Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*

*Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

*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;*

*Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.*

Cabe mencionar que, algunos residuos que usualmente son clasificados como **RSU**, derivado del volumen generado, principalmente durante la fase de construcción, se reclasifican como **RME**; tal es el caso del cartón, plásticos, madera, PET y los productos de la poda y desbroce de vegetación.

**Segregación y almacenaje de RSU y RME**

Al considerar el volumen que se prevé sea generado durante algunas etapas del **Proyecto**, algunos residuos usualmente clasificados como **RSU** tendrán un manejo de **RME**; tal es el caso del plástico, madera, cartón, principalmente; por lo que se abre un apartado específico para abordar las acciones a seguir para el manejo de estos residuos.

Se prevé que en cada frente de trabajo se instalen contenedores debidamente rotulados y con tapa, que permitan la correcta segregación de residuos. Para aquellos residuos que, por su volumen, no puedan concentrarse en contenedores, se destinarán áreas específicas donde se puedan almacenar de forma temporal, las cuales estarán debidamente delimitadas y rotuladas. Asimismo, se propone el uso de una gama de color, tal como se indica a continuación:

Residuos orgánicos: cáscaras de frutas y vegetales, granos de café, cáscaras de huevo, hojas y restos de plantas. Estos residuos serán depositados en contenedores de color verde.

Papel y cartón: periódico, cartón, revistas, folletos. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color amarillo.

Madera: Encofrados, embalajes de piezas, pallets, tarimas. serán depositados en contenedores de color café.

Plásticos: PET, envases no retornables, bolsas plásticas, desechables, lonas y material de embalaje. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul oscuro.

Metales: Latas de bebidas, de atún o sardina, latas de vegetales, papel aluminio sin comida, restos de varillas y perfiles metálicos. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul claro.

Residuos inorgánicos: Son residuos que no entren en alguna otra categoría; dentro de esta clasificación entra el vidrio, tetra pack, unicel. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color gris**.**

**Figura 11.** 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.

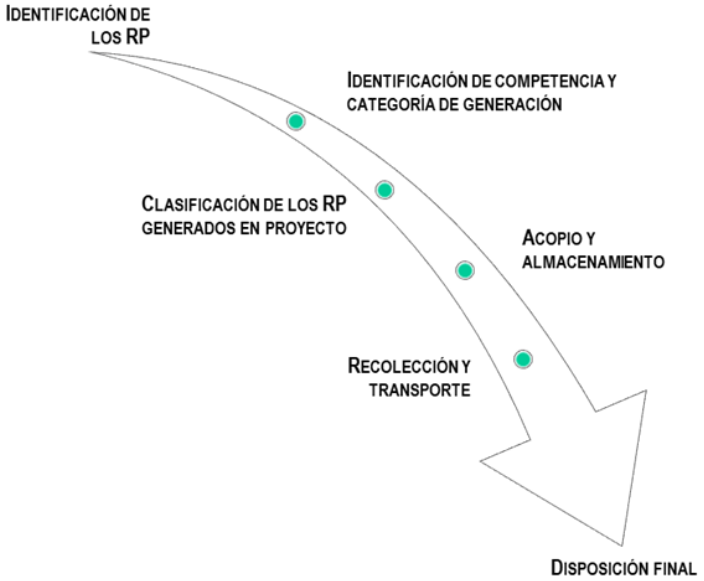
Es importante hacer del conocimiento del personal de obra que está estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo o el depósito de éstos en áreas no autorizadas para tal fin. Asimismo, todos aquellos residuos susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas cuyo giro sea el reúso 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 12.** 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 9.** 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:<br>Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;<br>Reaccionar violentamente con agua;<br>Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;<br>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; |

| Característica | Definición |
|---|---|
| | 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,<br>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;<br>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;<br>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;<br>Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material. |
| **Biológico-Infeccioso (B)**: | Son aquellos que contienen sangre o componente de ésta, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados); cultivos o cepas de agentes biológico infecciosos; cultivos generados en procedimientos de diagnóstico e investigación; utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos; patológicos como tejidos, órganos o partes que se extirpan o remueven; materiales que contengan sangre líquida, materiales de curación, materiales punzocortantes. |

**Tabla 10.** 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;*

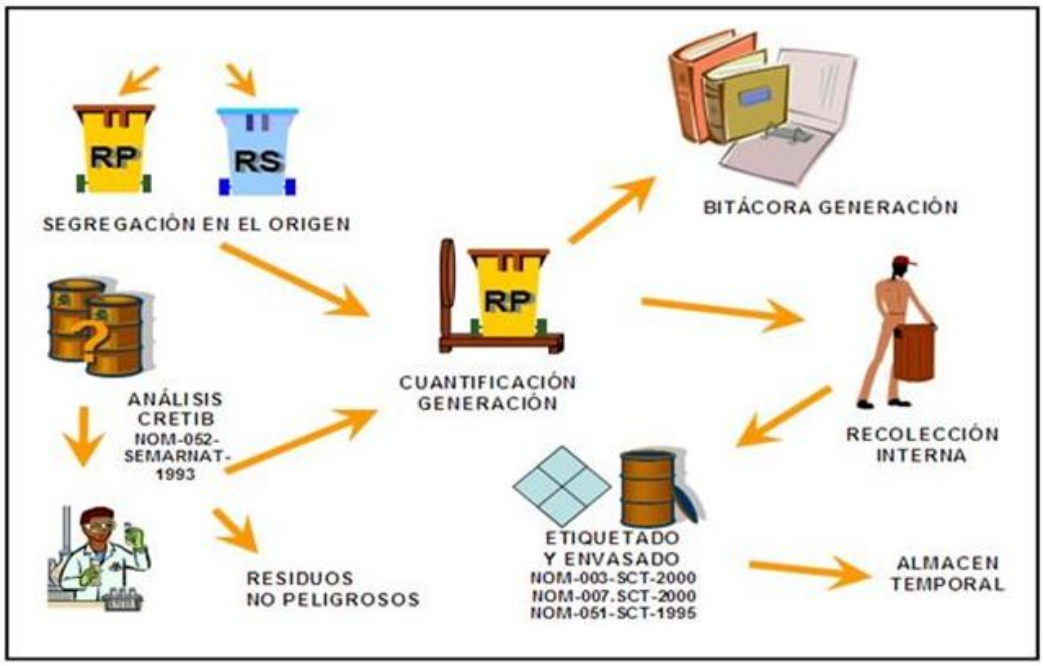
*II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y*

*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 13.** 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[1]:

- 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.

[1] 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

Una vez recolectado el suelo contaminado, éste será trasladado al almacén de residuos peligrosos que será habilitado; para la disposición final o remediación del material edáfico, se hará a través de una empresa certificada.

Aunado a lo anterior, se deberá identificar el tipo de derrame, siendo el derrame simple el que comúnmente se presenta, cuyas características son:

- No se esparce rápidamente.
- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Involucra un solo envase de menos de 200 litros.

Se deberá asegurar el área:

- Notificar incidente al área correspondiente.
- Alertar a toda persona cercana al área del derrame.
- Apagar toda fuente de ignición.
- Señalizar y acordonar (barreras, cintas rodeando la zona contaminada)
- El área del derrame debe aislarse.
- Se debe usar el adecuado equipo de protección personal (guante, lentes, etc.)
- Localizar el origen del derrame.
- Identificar la categoría del residuo (etiqueta del envase).

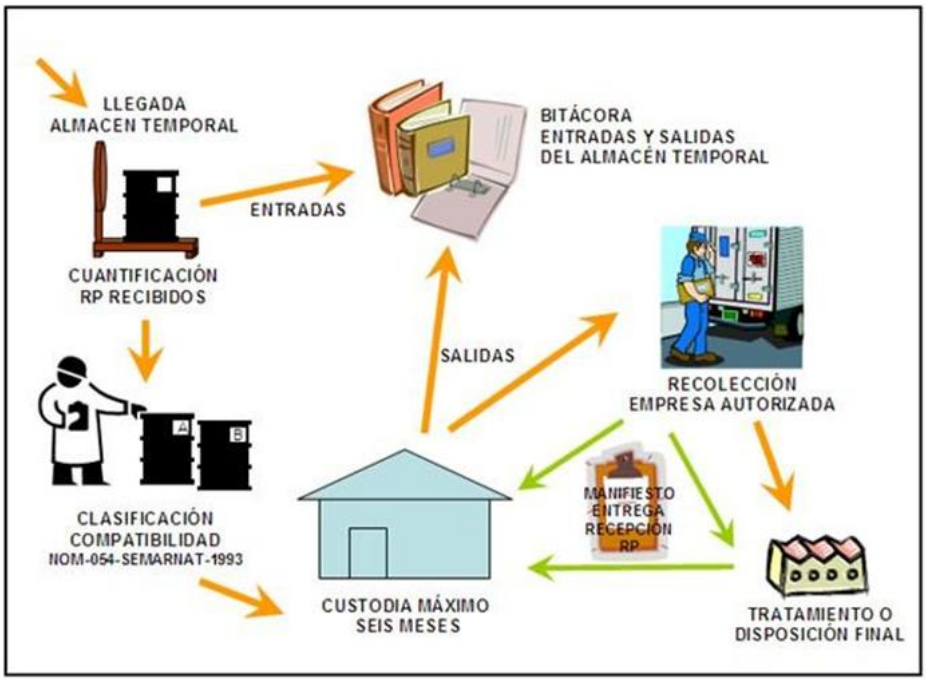
Cabe mencionar que, debido a la naturaleza del **Proyecto**, los posibles derrames que se prevén no son de grandes cantidades y podrán ser de diésel o aceites.

**Acopio y almacenamiento de los RP**

El acopio es la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, mientras que el almacenamiento es la acción de retener temporalmente los **RP** en áreas que cumplan con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para: su aprovechamiento, aplicación de un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos. Estas definiciones están asociadas a las actividades de los generadores de **RP**; en el caso de prestadores de servicio, se asocia con sus áreas de almacenamiento.

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 14.** Almacenaje y disposición final de RP.




De acuerdo al artículo 56 de la LGPGIR, **se prohíbe el almacenamiento de los RP por un periodo mayor a seis meses a partir de su generación**, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente; dicho periodo puede ser prorrogable una sola vez, por otro periodo igual, lo que hace que el tiempo máximo en total sea de un año; la prórroga puede ser solicitada por el generador, poseedor o el prestador de servicios ante la Autoridad con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado. En el **Proyecto**, quedará prohibido el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis meses, a fin de evitar la acumulación y posible contaminación del sitio.

El almacén de confinamiento temporal de residuos peligrosos se ajustará a las disposiciones de la normatividad vigente, con contenedores especialmente diseñados para facilitar su manejo durante las operaciones de entrega a la empresa especializada. Las características y diseño constructivo del almacén se ajustarán a las disposiciones del artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, de conformidad con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento y las condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, las cuales disponen lo siguiente:

**Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:**

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

**Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las condiciones básicas de almacenamiento:**

- Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.
- En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

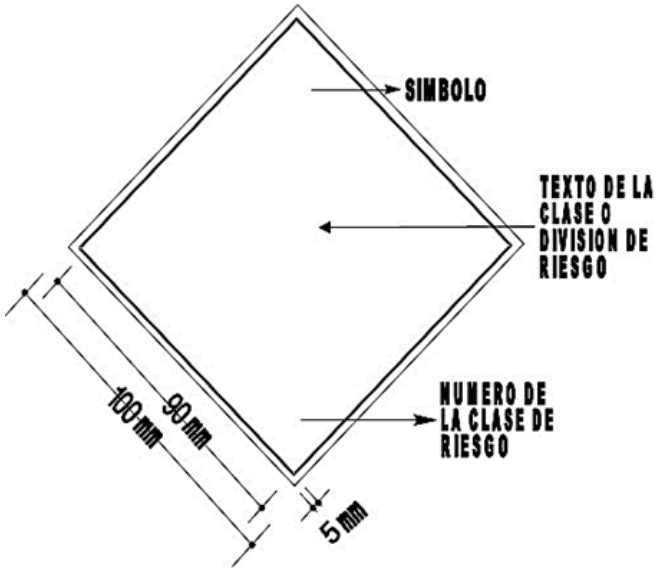
Para el etiquetado de los envases destinados a **RP**, se recomienda aplicar las especificaciones contenidas en la **NOM-003-SCT/2008**; dicha norma establece las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar los envases y embalajes, que identifican la clase de riesgo que representan durante su transportación y manejo de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

En ese sentido, todos los envases y embalajes destinados a transportar materiales o residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad no exceda de 400 kg o 450 litros, deben portar una etiqueta o etiquetas adheribles, impresas o rotuladas que permita identificar fácilmente, mediante apreciación visual, los riesgos asociados con su contenido; a excepción de los envases y embalajes que transporten “cantidades limitadas” o “cantidades exentas”. Los principales objetivos del etiquetado de los envases y embalajes son:

- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos.
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial del material o residuo peligroso mediante símbolos.
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo y estibado de las substancias, materiales o residuos peligrosos.

En ese orden de ideas, el modelo general de las etiquetas se presenta en la siguiente figura;

**Figura 15.** 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[2], referente al Equipo de Protección Personal (EPP) para los centros de trabajo. Entiéndase por EPP al conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias.

Con base en lo anterior, es obligación de la promovente y contratistas:

- Identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada puesto de trabajo y área del centro laboral.
- Determinar el equipo de protección personal, que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos por las actividades que desarrollan o por las áreas en donde se encuentran.

**Recolección y transporte de los RP**

2 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

- 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 11.** Medidas de mitigación consideradas.

| Id | Medidas de mitigación |
|---|---|
| 1 | Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre. |
| 2 | Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos |
| 3 | Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos. |
| 4 | El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit anti-derrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles. |
| 5 | Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente |
| 6 | El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente |
| 7 | Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos. |
| 8 | Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, entre los cuales deberá considerarse el manejo integral de residuos |
| 9 | Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del **Proyecto** |

Es importante considerar que cada una de las etapas del **Proyecto** generarán diferentes cantidades y tipos de residuos, por lo que los impactos podrán variar; razón por la cual, es preciso atender de forma puntual cada una de las etapas. De forma adicional, es recomendable reforzar la concientización del personal a través de la instalación de señalética que incite a la gestión

integral de los residuos, así como de la importancia del manejo adecuado, la correcta segregación y la disposición final que minimice los impactos, no solo en el área del **Proyecto**, sino en las áreas adyacentes.

Ahora bien, administrativamente, el Promovente cumplirá con las siguientes obligaciones:

- Registrarse ante la SEMARNAT mediante el formato SEMARNAT-07-017, así como consultar y los requisitos complementarios al trámite[3].
- Llevar una bitácora de residuos peligrosos, que es un documento que conservan los generadores y prestadores de servicios durante un periodo de 5 años, en el cual se registran los residuos peligrosos y cantidad generada, proceso que los generó, ingreso y salida de almacén, actividades de manejo, entre otros.
- Llenar el manifiesto de registro de actividades de manejo: Un manifiesto es un documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores por un periodo de cinco años y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos.
- Avisar el cierre de sus instalaciones o actividad generadora.
- Se debe notificar a la SEMARNAT el cese de operaciones o el cierre de instalaciones, mediante los trámites SEMARNAT-07-034-A y SEMARNAT-07-034-C a través de los cuales se notifica a SEMARNAT el cese de actividades de generación y el cierre de instalaciones, respectivamente.
- El transportista o destinatario (poseedor o prestador de servicios) está obligado a registrar y firmar la actividad de manejo en que participa.
- Lo anterior permite tener un control de las distintas actividades de manejo de los residuos peligrosos y los sujetos que participan en dichas actividades, y permite definir la responsabilidad de cada sujeto que participa en caso de un mal manejo.

**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.

[3] http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos

*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<br>Peligro de explosión en masa |

| | |
|---|---|
| | Explosivo, división 1.2 |
| 1.2 | Peligro de proyección |
| | Explosivo, división 1.3 |
| 1.3 | Peligro de incendio o ligero peligro de proyección |
| | Explosivo, división 1.4 |
| 1.4 | Ningún peligro significativo |
| | Explosivo, división 1.5 |
| 1.5 | Materias muy poco sensibles que presentan un peligro de explosión en masa |
| | Explosivo, división 1.6 |
| 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.<br>**Fondo**: anaranjado cifra “1” en el ángulo inferior.<br>**Leyenda opcional**: Explosivo | **Fondo:** anaranjado<br>**Cifras:** negro<br>**Números**: 30 mm de altura por 5 mm de ancho en etiquetas de 100x100 mm, cifra “1” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Explosivo | | |

**Clase 2. Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión**

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| **División 2.1. Gases inflamables**<br>**Símbolo:** Flama negra o blanca<br>**Fondo:** Rojo, cifra “2” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Gas inflamable | | **División 2.2. Gases no inflamables, no tóxicos**<br>**Símbolo:** Bombona negra o blanca<br>**Fondo**: Verde, cifra “2” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional**: Gas no inflamable | |
|  | **División 2.3. Gases tóxicos**<br>**Símbolo:** Calavera y tibias cruzadas color negro<br>**Fondo:** Blanco, cifra “2” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Gas tóxico | | |

**Clase 3. Líquidos inflamables**

| | | |
|---|---|---|
|  |  | **Símbolo:** Flama color negro o blanco<br>**Fondo:** Rojo, cifra “3” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Líquido inflamable |

**Clase 4. Sólidos inflamables**

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| **División 4.1**. Sólidos inflamables<br>**Símbolo:** Flama negra<br>**Fondo:** Blanco con siete franjas rojas verticales, cifra “4” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Sólido inflamable | **División 4.2.** Substancias que presentan riesgo de combustión espontanea<br>**Símbolo:** Flama negra<br>**Fondo:** Blanco en la mitad superior y rojo en la mitad inferior, cifra “4” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Combustión espontanea | **División 4.3.** Substancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables<br>**Símbolo:** Flama negra o blanca<br>**Fondo:** Azul, cifra “4” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Reacciona con agua | |

**Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos**

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| **División 5.1**. Substancias oxidantes<br>**Símbolo:** Flama sobre un círculo de color negro<br>**Fondo:** Amarillo, cifra “5.1” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Oxidante | **División 5.2.** Peróxidos orgánicos<br>**Símbolo:** Flama negra o blanca<br>**Fondo:** Mitad superior roja y mitad inferior amarilla, cifra “5.2” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional**: Peróxido orgánico | |

**Clase 6. Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos**

| | |
|---|---|
|  |  |
| **División 6.1**. Substancias tóxicas o venenosas<br>**Símbolo**: Calavera y tibias cruzadas de color negro<br>**Fondo:** Blanco, cifra “6” en el ángulo inferior<br>**Leyenda opcional:** Tóxico (veneno) | **División 6.2**. Substancias infecciosas<br>**Símbolo:** Tres medias lunas sobre un círculo de color negro<br>**Fondo:** Blanco, cifra “6” en el ángulo inferior<br>**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<br>**Texto obligatorio** en negro, en la mitad inferior: “Radiactivo I”, “Contenido…”, “Actividad…”<br>Cifra “7” en el ángulo inferior | **Símbolo**: Trébol esquematizado de color negro<br>**Fondo:** Mitad superior amarilla con borde blanco y mitad inferior blanca<br>**Texto obligatorio** en negro, en la mitad inferior: “Radioactivo II o III” según sea el caso, “Contenido…”, “Actividad…”<br>**En un recuadro de líneas negras:** “Índice de transporte”<br>Cifra “7” en el ángulo inferior | |
| <br>Material fisionable | | |
| **Fondo:** Blanco<br>**Texto obligatorio** en negro en la mitad superior: “Fisionable”<br>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

## 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
   - 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, rescate y reubicación de fauna 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 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 12.** 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. |

| Indicador | Forma de medir el cumplimiento |
|---|---|
| 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;
- 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**.

**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 equipos, maquinaria y equipos, además de representar un ahorro de tiempo para la detección de fallas de los mismos.

Asimismo, 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 productos 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 13.** Presión de las llantas.




**-Presión adecuada del neumático**

Cada neumático tiene sus elementos constitutivos que están calculados y coordinados para que resistan los esfuerzos ejercidos por la presión de inflado prevista. Cuando ésta es más baja o más alta que la recomendada, el equilibrio de las fuerzas se modifica, provocando una destrucción prematura del neumático a consecuencia de los esfuerzos anormales que sufre.

Una presión más baja provoca una mayor oposición al rodado, por otro lado, una presión más alta produce una pérdida de agarre. En ambos casos se está dando una pérdida de energía, con la consecuencia de un mayor consumo de combustible. Para no romper ese equilibrio de fuerza es indispensable.

**-Alineamiento**

El correcto alineamiento de los neumáticos, le permitirá tener una mejor estabilidad de su vehículo, por lo tanto, una mayor seguridad en el viaje.

Por el contrario, un mal alineamiento produce una serie de defectos entre los que se puede enumerar.

- Un desgaste prematuro de las bandas de rodamiento.
- Se debe invertir parte de la energía producida por el motor para vencer la fuerza adicional que se produce por el desalineamiento.
- El rápido desgaste producido por el desalineamiento del tren puede afectar adversamente la estabilidad, debido a las fuerzas adicionales que se producen.

**-Afinación del motor.**

El motor de los vehículos funcionará de manera más suave y económica cuando esté correctamente afinado. Normalmente el afinamiento del motor consiste en realizar lo que se llama un tune-up y que incluye las siguientes actividades, las cuales varían según el tipo de combustible del vehículo.

**-Diésel**

- Calibrar bomba de inyección
- Cambio de filtros de aire, aceite y combustible

- Cambio de puntas de inyección
- Revisión de candelas de precalentamiento.

Las ventajas que resultan de un adecuado afinamiento se pueden resumir de la siguiente forma:

(Para diésel y gasolina)

- Mejora la combustión, implica ahorro de combustible.
- Alarga la vida útil del motor, evitando desgastes prematuros.
- Mayor seguridad a la reducción de la posibilidad de una falla mecánica.
- Mayor economía, ahorro de combustible, ahorro de un mantenimiento correctivo.
- Disminuye la contaminación ambiental.

**-Justificación**

**a)** Al realizar el tune-up se afina el motor por lo que éste mejora las condiciones aptas dentro del motor para que se realice una mejor combustión y por lo tanto un mejor aprovechamiento de la energía.

**b)** Al darse una combustión mejor, el motor sufre menor desgaste por lo que la vida del mismo se puede ver alargada. Al realizarse una buena combustión, se evitan esfuerzos innecesarios en el motor.

**Revisión de rutina del vehículo**

**1. ACEITE DE MOTOR:** Medir y rellenar si hay faltante con el mismo tipo de aceite que le puso cuando hizo el cambio.

**2. AGUA:** Revisar y rellenar.

**3. BATERIA:** Revisar, corregir la falta de líquido o suciedad en los bornes.

**4. LÍQUIDO DE FRENOS:** Revisar en bomba de frenos y embrague, rellenar si es necesario.

**5. LLANTAS:** Revisarla presión, las ranas, (no olvide la llanta de repuesto)

**6.** Revisión de las mangueras del radiador y la faja del abanico.

**Supervisión ambiental del Proyecto**

El cumplimiento oportuno y eficaz de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas, se logrará mediante la aplicación de Acciones de vigilancia ambiental. Se pretende dar seguimiento a las actividades del **Proyecto** para evaluar su desempeño ambiental a los vehículos, equipos y maquinaria de los contratistas y personal operativo de la empresa.

Las Acciones de vigilancia ambiental se realizarán diariamente durante la ejecución de las diferentes etapas del **Proyecto**, a lo largo de la vida útil del mismo.

**Indicadores de realización**

Se realizará el mantenimiento constante de los vehículos y maquinaria, con la finalidad de evitar ruido o emisión de contaminantes permitidos.

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas:

- El número de vehículos que reciben mantenimiento.
- El tipo de mantenimiento realizado.

A su vez, se obtendrán otros indicadores encaminados a aspectos, como: residuos peligrosos generados y retirados (grasas, aceites, combustibles, material impregnado), etc.

Junto al programa de mantenimiento y con el fin de cumplir con las medidas de mitigación del aire es obligatoria la humectación diaria de caminos. Las actividades deben especificar el tipo de riego, tiempos y rutas más eficientes para mantener el gasto de combustible y la generación de emisiones al mínimo. Los indicadores a obtener serán el volumen de agua empleado, la eficiencia de rutas y vehículos empleados.

**Indicadores de eficacia**

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas que reflejen el cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

| NORMAS OFICIALES MEXICANAS | |
|---|---|
| **NOM-041-SEMARNAT-2015.** | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible |
| **NOM-042-SEMARNAT-2003.** | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. |
| **NOM-044-SEMARNAT-2006.** | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. |
| **NOM-045-SEMARNAT-2006.** | Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. |

De acuerdo con lo anterior, los indicadores de realización y de eficiencia son los siguientes:

| Norma | Descripción de la medida | Indicador de realización | Indicador de eficacia |
|---|---|---|---|
| **NOM-041-SEMARNAT-2015.** | Cumplimiento de los límites máximos permisibles | 100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa. | 100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto. |
| **NOM-042-SEMARNAT-2003.** | Cumplimiento de los límites máximos permisibles | 100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa. | 100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto. |
| **NOM-044-SEMARNAT-2006.** | Cumplimiento de los límites máximos permisibles | 100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa. | 100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto. |
| **NOM-045-SEMARNAT-2006.** | Cumplimiento de los límites máximos permisibles | 100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa. | 100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto. |

**Análisis de datos**

Se analizarán los resultados obtenidos de los reportes de incidentes y las bitácoras de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los objetivos y las metas del presente Programa, de conformidad a las siguientes actividades:

| Medida ejecutada | Unidad de Medida | Resultado de campo | Valor esperado | Aceptable / No aceptable |
|---|---|---|---|---|
| Programas de mantenimiento correctivo anual, | Número de reparaciones correctivas realizadas. | | Medición de 365 días | |
| Programa de mantenimiento preventivo anual | Número de equipos y maquinaria con mantenimiento oportuno en tiempo y forma | | Determinación de 4 trimestres al año | |
| Programas de verificación vehicular | Número de vehículos en cumplimiento de las NOM respectiva | | De ser aplicable en el municipio, Cada seis meses | |

**Calendario de comprobación**

Esta medida se comprobará cada vez que una maquinaria sea enviada a mantenimiento preventivo o correctivo en su defecto, de conformidad a los tiempos establecidos para su realización y reporte.

| Medida | Periodicidad de ejecución | Plazo de reporte |
|---|---|---|
| Mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria | Trimestral | Dentro de los primeros 5 días después del corte. |

| Medida | Periodicidad de ejecución | Plazo de reporte |
|---|---|---|
| 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 14.** 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 HERRADURA”

## ANEXO IV.6
## PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## PROMOVENTE:

## ENERGÍA FIRME BETA, S.A.P.I. DE C.V.

## PREPARADO PARA LA:
## SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO
## 2026



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## Tabla de contenido

IV.6.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto ..... 3
IV.6.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación..... 7
IV.6.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación ..... 11
IV.6.4. Pronóstico ambiental ..... 15
IV.6.5. Evaluación de alternativas ..... 18

## Índice de tablas

Tabla 1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto ..... 5
Tabla 2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación ..... 8
Tabla 3. Escenarios con Proyecto y con medidas de prevención, mitigación y restauración ..... 12
Tabla 4. Resumen de escenarios sin Proyecto, con Proyecto sin medidas y con Proyecto con medidas ..... 16



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

## IV.6 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente Anexo se elabora en cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 13, fracción VII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**), que establece que la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional deberá contener los pronósticos ambientales regionales y, en su caso, la evaluación de alternativas. De conformidad con la *Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental* vigente, este contenido se incorpora como anexo técnico del Capítulo IV, al haberse concentrado en dicho capítulo la identificación, valoración y manejo de los impactos ambientales del **Proyecto**.

En este Anexo se realiza el análisis prospectivo de las condiciones ambientales de la Región Ecológica (**RE**), del Área de Influencia (**AI**) y del Área del Proyecto (**AP**) bajo tres escenarios: **sin Proyecto**; **con Proyecto, sin medidas de mitigación**; y **con Proyecto, considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración** establecidas en el Capítulo IV. Los escenarios se construyen sobre la línea base y el diagnóstico ambiental descritos en el Capítulo III, los impactos identificados y valorados en el Capítulo IV y las estrategias de manejo ambiental del mismo capítulo, incluyendo el Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) y el Anexo IV.5.

Un escenario se entiende como la descripción coherente y plausible de un futuro posible, que permite comparar la evolución probable de la **RE** en ausencia del **Proyecto** frente a las condiciones que resultarían de su implementación. El pronóstico se basa en la diferencia entre la tendencia natural del sistema (escenario sin **Proyecto**) y las modificaciones inducidas por las obras y actividades del Proyecto, considerando tanto los impactos adversos como los efectos positivos derivados de las medidas de manejo y, en su caso, de la generación de empleo.

Los componentes ambientales analizados corresponden exclusivamente a aquellos para los que el Capítulo IV identificó interacciones y impactos susceptibles de generarse por el **Proyecto** (Tabla IV.3): suelo (calidad y procesos erosivos), aire (calidad y nivel sonoro), hidrología superficial (calidad y escurrimientos intermitentes), hidrología subterránea (calidad e infiltración), fauna asociada a zonas urbanas y especies en riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, paisaje y componente social (generación de empleo). No se incluyen como filas de pronóstico componentes que el Capítulo IV no valoró como impactos del **Proyecto**. En particular, no se identificó un impacto sobre vegetación forestal atribuible a las obras, en congruencia con la superficie de vegetación forestal reportada como no aplicable en el Capítulo I (Tabla I.9) y con el uso de suelo del **AP**, correspondiente en su totalidad a agricultura de temporal anual (Capítulo III, Tabla III.15). Tampoco existe incidencia sobre cuerpos de agua permanentes ni sobre zona federal de **CONAGUA**. Sí se pronostica la hidrología superficial, a diferencia de proyectos homólogos emplazados sin cruce de cauce, porque el Capítulo III documenta 0.060 km (aproximadamente 60 m) de una corriente intermitente de segundo orden al interior del **AP**, asociada al derecho de vía de la línea de interconexión, y el Capítulo IV valoró los impactos **HSUP1** (calidad) y **HSUP2** (modificación de escurrimientos).

### IV.6.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con apoyo de la caracterización presentada en los Capítulos I y III y del diagnóstico de impactos preexistentes del Capítulo IV, se revisaron las condiciones ambientales que guarda la región donde se ubica el Proyecto y su entorno. Destacan los siguientes rasgos:

**Ubicación y uso de suelo**

El **Proyecto** se localiza en predios de propiedad privada en Calle sin vialidad 0, Colonia El Florido (Valle Redondo), en las inmediaciones de la localidad de Santa Fe, C.P. 22334, municipio de Tijuana, Baja California, a aproximadamente 25 km de la cabecera municipal. El acceso principal se realiza desde la Autopista Mexicali-Tijuana y la red de caminos rurales locales. La superficie total del predio disponible y del derecho de vía es de **7.6207 ha**. De acuerdo con los Capítulos I y III, el uso de suelo de la totalidad de los componentes del **AP** corresponde a **agricultura de temporal anual**. No se identificó vegetación forestal sujeta a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**). No existe incidencia sobre cuerpos de agua permanentes ni sobre zona federal de **CONAGUA**. El Punto de Interconexión (**POI**) es la Subestación SE Herradura de CFE Transmisión.

**Contexto de la Región Ecológica**

Conforme al Capítulo III, la **RE** abarca **1,041.599 ha**, el **AI 49.949 ha** y el **AP 7.621 ha**. La **RE** se inserta en un paisaje periurbano y agropecuario de Tijuana, predominantemente intervenido, donde domina la agricultura de temporal anual, acompañada de infraestructura, caminos, lotes modificados, construcciones dispersas y cobertura vegetal limitada. En sectores periféricos aparecen vegetación secundaria arbustiva de chaparral, pastizal inducido, asentamientos humanos y superficies sin vegetación aparente.

El Capítulo IV documenta, como actividades ya presentes en la **RE** y el **AI**, almacenes e instalaciones industriales, un predio de almacenamiento de gas natural de PEMEX, la empresa de reciclaje SAMEX, la subestación eléctrica La Herradura de CFE, una ladrillera, un banco de materiales, un panteón, una zona de desarrollo habitacional, asentamientos urbanos no controlados con servicios municipales limitados y, en pequeñas áreas, actividades agropecuarias (pastoreo de borregos). Los medios de comunicación incluyen la Autopista Mexicali-Tijuana, el Boulevard Ferrocarril, una vía férrea, calles no pavimentadas y caminos de terracería.

**Tendencia histórica**

El diagnóstico del Capítulo III y las problemáticas preexistentes del apartado III.10 indican que la trayectoria del territorio está marcada por la transformación de la cobertura vegetal hacia agricultura de temporal, la expansión urbana y periurbana de Tijuana, la apertura de caminos y brechas, la degradación del suelo y la modificación de escurrimientos intermitentes. En ausencia del **Proyecto**, esa trayectoria se mantendría: consolidación del borde periurbano oriente de Tijuana, persistencia de la matriz agrícola de temporal y presión acumulativa sobre suelo, aire, hidrología, fauna generalista y paisaje, sin el sistema de almacenamiento ni el presupuesto ambiental asociados al **Proyecto**.

A continuación se retoman las tendencias del diagnóstico ambiental para los componentes que el Capítulo IV consideró relevantes.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla 1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto**

| Componente ambiental | Factor | Escenario actual | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Suelo | Calidad y procesos erosivos | El AP es un predio de agricultura de temporal anual, con perturbación alta, suelo expuesto, vegetación herbácea de bajo porte y arbustos aislados. El suelo ya registra compactación, despalme agrícola y proximidad de infraestructura industrial y de la SE Herradura. Dominan Regosoles y, en periferia, Leptosoles. | Continuará la presión por expansión periurbana, caminos, banco de materiales, ladrillera e industria de borde. Se espera incremento gradual de compactación, pérdida de función productiva en franjas convertidas a usos urbanos e industriales y erosión asociada al suelo desnudo en periodos de barbecho y a lluvias invernales del clima BSks. |
| Aire | Calidad | La calidad del aire de la RE está condicionada por la Autopista Mexicali–Tijuana, caminos de terracería, ladrillera, banco de materiales, industria, reciclaje, PEMEX y la SE Herradura. | Es previsible que contaminantes criterio y partículas se incrementen de manera gradual por el crecimiento periurbano, el parque vehicular y la inserción de proyectos industriales en el oriente de Tijuana, independientemente de la ejecución del Proyecto. |
| | Ruido | El nivel sonoro de fondo está asociado a la autopista, el ferrocarril, la SE Herradura, la ladrillera, el banco de materiales y las actividades urbanas y agropecuarias del AI. | Derivado del crecimiento urbano-industrial, el ruido tenderá a aumentar por tránsito, maquinaria y actividades antropogénicas en la RE. |
| Hidrología subterránea | Calidad y escurrimientos intermitentes | No hay corrientes perennes ni cuerpos de agua permanentes en RE, AI o AP. La RE concentra 37.368 km de corrientes intermitentes; el AI 1.234 km; el AP 0.060 km de una corriente intermitente de segundo orden, vinculada al derecho de vía. | La red intermitente seguirá activándose con las lluvias de invierno. La urbanización, caminos y despalme agrícola mantendrán el riesgo de arrastre de sedimentos, residuos y modificación de microrelieves de drenaje. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Factor | Escenario actual | Tendencia |
|---|---|---|---|
| | Calidad e infiltración | El Capítulo IV identifica como presiones preexistentes la afectación potencial a la calidad del agua subterránea y la disminución de la infiltración por asentamientos, vialidades, industria y la SE Herradura (sellamiento, fosas, residuos y compactación). | Por el crecimiento periurbano y la persistencia de actividades agropecuarias e industriales, se mantiene el riesgo de deterioro por letrinas, fosas, derrames y lixiviados, así como la reducción progresiva de la infiltración por sellamiento. |
| Fauna | Fauna urbana y NOM-059 | La fauna del AP, AI y RE es propia de ambientes abiertos, agrícolas y periurbanos (aves generalistas, liebre, conejo, ardilla terrestre, Uta stansburiana). En el AI se registró Athene cunicularia hypugaea, sujeta a protección especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. No hay hábitat forestal continuo. | El avance urbano-industrial y la persistencia de la frontera agrícola reducirán de forma gradual la superficie disponible como tránsito, refugio ocasional y alimentación. El atropellamiento en caminos existentes y el desplazamiento hacia parches residuales se mantendrán como presiones de fondo, incluida la madriguera de tecolote llanero. |
| Paisaje | Calidad visual | El paisaje del AP y del AI es de calidad visual baja (suelo expuesto, vegetación fragmentada, caminos e infraestructura industrial). La RE presenta calidad visual media por la heterogeneidad agricultura–lomeríos–asentamientos–SE Herradura. | Mayor modificación y homogeneización del paisaje por conversión de predios agrícolas a usos urbanos e industriales, apertura de vialidades y densificación del oriente de Tijuana. |
| Socioeconómico | Empleo y entorno | El sitio se localiza en Tijuana, con localidad próxima Santa Fe / El Florido (Valle Redondo). La RE combina servicios urbanos incompletos, industria, reciclaje, infraestructura eléctrica y residual agropecuario. | La población y las actividades económicas del periurbano oriente muestran tendencia al incremento. Esa dinámica genera empleo por vías distintas al Proyecto, pero incrementa la presión sobre suelo, aire, agua y fauna. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

### IV.6.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Cabe reiterar que el **Proyecto** consiste en la construcción, operación y mantenimiento, desmantelamiento y cierre de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica No Asociado a base de baterías (**SAEE** o **BESS**), con una potencia neta de retiro e inyección de hasta **140 MW** en el POI y una duración de descarga de hasta cuatro horas, equivalente a una energía neta de diseño de hasta **560 MWh** (capacidad nominal instalada de referencia de hasta **745.6 MWh**). Se emplearán baterías de ion-litio con química LFP o similar, alojadas en contenedores prefabricados (aproximadamente **108 contenedores** de referencia). La interconexión se realizará mediante una subestación elevadora 34.5/230 kV y una línea particular de interconexión de aproximadamente **600.58 m** a 230 kV hacia la SE Herradura de CFE Transmisión.

El **Proyecto** se desarrollará en un polígono de **7.6207 ha**. En la primera fase se instalan los componentes principales (contenedores del SAEE 0.1595 ha, estaciones de transformación 0.0399 ha, subestación elevadora 0.4926 ha, edificio de O&M 0.5084 ha, derecho de vía de la línea 2.7702 ha, caminos 0.4944 ha, red de media tensión subterránea 0.1109 ha) y las obras provisionales (1.9092 ha). Las **1.1356 ha** de área libre se reservan para futuras adecuaciones y *no forman parte de la intervención inicial*. El sellamiento se concentra en componentes puntuales (contenedores, estaciones, subestación elevadora y edificio de O&M, que suman 1.2004 ha). Los caminos internos no contemplan sellamiento; el derecho de vía tendrá sellamiento parcial y puntual en cimentaciones de estructuras. La vida útil considerada es de 40 años de operación, con 2 años de preparación del sitio y construcción y 1 año de cierre, para un horizonte total de 43 años.

Derivado del desarrollo del **Proyecto** se prevé la generación de los impactos ambientales descritos en el Capítulo IV. En la Tabla IV.3 se identificaron **once impactos** susceptibles de generarse: **SUE1**, **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1** (denominado HSP1 en la Tabla IV.3), **HSUP2**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FAU1**, **PAI1** y **SOC1**. Diez son de carácter negativo y uno es positivo (generación de empleo). Todos los impactos negativos se clasificaron como **acumulativos** respecto de las actividades ya presentes en la **RE**. Sin medidas, la significancia reportada en la Tabla IV.6 es **Muy significativa (MMS)** para **FAU1**; **Significativa (S)** para **SUE1, SUE2, HSUP1, HSUP2, HSUB2 y PAI1**; y **Moderadamente significativa (MS)** para **AIR1, AIR2 y HSUB1**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla 2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación**

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Suelo | SUE1. Calidad biológica, física y química | Afectación de las características del suelo por contaminación posible con aceites y combustibles y por disposición inadecuada de RSU, RME y RP (aceites dieléctricos y, en el cierre, baterías). Se alterarán textura, estructura y porosidad por excavaciones, nivelación, compactación, cimentaciones y el sellamiento puntual de contenedores, estaciones, subestación elevadora y edificio de O&M. | Tendencia negativa. La intervención del polígono, el movimiento de tierras y el riesgo de derrames durante 43 años, sin programa de residuos ni de mantenimiento, degradarían de forma acumulativa un suelo ya presionado por el uso agrícola y periurbano. |
| | SUE2. Procesos erosivos y pérdida de suelo | Incremento de la erosión por preparación del sitio y construcción: nivelación, cortes y rellenos, exposición de la capa superficial y tránsito de maquinaria. En un predio de temporal con suelo frecuentemente desnudo y lluvias invernales concentradas, el material puede desplazarse hacia la red intermitente. El desmantelamiento reabriría temporalmente el suelo al retirar cimentaciones. | Tendencia negativa. La exposición del suelo, sin cobertura de material vegetal, riego de control, acopio protegido ni rehabilitación de áreas de apoyo, incrementaría la pérdida de la capa superficial respecto de la línea base. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Aire | AIR1. Calidad del aire | Afectación por gases de combustión y GEI del parque vehicular y de las plantas portátiles (Capítulo I: 212.78 t $CO_2e$ en preparación y construcción; 6.43 t $CO_2e$/año en operación, equivalentes a 257.24 t $CO_2e$ en 40 años), así como por polvos de movimiento de tierras y tránsito sobre caminos sin pavimentar. El SAEE no es fuente de combustión continua. | Tendencia negativa (temporalmente intensa en construcción y cierre). Sin inspección de maquinaria ni riego de control de polvos, las emisiones se sumarían a la carga de la autopista, la ladrillera, el banco de materiales y la industria del borde. |
| | AIR2. Nivel sonoro | Incremento de ruido por maquinaria en preparación, construcción, mantenimientos mayores y desmantelamiento. En operación rutinaria el Capítulo IV estima el ruido como mínimo. | Tendencia negativa en las etapas de obra. Sin horarios restringidos ni mantenimiento de equipo, el ruido se sumaría al de la autopista, el ferrocarril y la SE Herradura, con potencial de alterar fauna de tránsito —incluido el tecolote llanero— y de generar molestia en el AI. |
| Hidrología superficial | HSUP1. Calidad del agua superficial | Riesgo de afectación a la calidad de los escurrimientos intermitentes del AI y del tramo de 60 m del AP por arrastre de suelos, aceites, combustibles, residuales y lixiviados si no existe manejo controlado de residuos ni zona de restricción hídrica. | Tendencia negativa. En una red intermitente que solo conduce agua con lluvias de invierno, un manejo inadecuado incrementaría el riesgo acumulativo sobre la calidad del escurrimiento. |
| | HSUP2. Modificación de escurrimientos intermitentes | Modificación temporal de la dinámica del escurrimiento intermitente de segundo orden del AP, derivada del cruce subterráneo de la línea de interconexión y, en cierre, de maquinaria que puede interrumpir el flujo. | Tendencia negativa sin diseño de cruce y restitución del perfil. El impacto es puntual y reversible, pero significativo en ausencia de medidas. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Hidrología subterránea | HSUB1. Calidad del agua subterránea | Riesgo de infiltración de aceites, combustibles, aguas residuales y lixiviados. El Capítulo I precisa que en construcción no habrá descargas a cuerpos receptores (sanitarios portátiles) y que en operación las aguas sanitarias se manejarían en fosa séptica o red municipal; sin esas medidas el riesgo se materializaría. | Tendencia negativa. Un manejo inadecuado de residuos líquidos, del fluido de refrigeración (circuito cerrado agua-glicol) o de aceites dieléctricos incrementaría el riesgo acumulativo sobre el agua subterránea. |
| | HSUB2. Infiltración | Disminución de la infiltración por sellamiento puntual (~1.20 ha de plataformas) y compactación de caminos y áreas de faenas, en un predio de 7.6207 ha. | Tendencia negativa en las superficies selladas y compactadas, acumulativa respecto del sellamiento periurbano ya presente en la RE. |
| Fauna | FAU1. Fauna urbana y NOM-059 | Afectación a la fauna de zonas urbanas y a especies en riesgo (Athene cunicularia hypugaea, Pr) por daño o muerte accidental, atropellamiento, ahuyentamiento por ruido y pérdida de conectividad asociada al cerco perimetral y a la ocupación del AP. El impacto se mantiene en operación por el vallado y el tránsito de 8 trabajadores permanentes, y se reactiva en el desmantelamiento. | Tendencia negativa. Sin ahuyentamiento previo, rescate de individuos de lento desplazamiento ni límite de velocidad, la mortalidad accidental y la interrupción de pasos se sumarían a la fragmentación ya existente. El Capítulo IV califica este impacto, sin medidas, como Muy significativo. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Paisaje | PAI1. Calidad visual | Alteración de la calidad visual del AP y del AI por maquinaria y polvos durante la construcción, por la eventual acumulación de residuos y, de manera permanente, por contenedores del SAEE, subestación elevadora, edificio de O&M, cerco e iluminación, en un predio agrícola-periurbano colindante con la SE Herradura. | Tendencia negativa. Sin control de residuos ni limpieza de frentes, el contraste visual se agravaría durante 24 meses de construcción. La infraestructura permanente modificaría el paisaje local durante 40 años, de modo que el cambio es acumulativo más que inédito. |
| Socioeconómico | SOC1. Generación de empleo (positivo) | Todas las etapas implican generación de empleo. El Capítulo I estima un pico de aproximadamente 183 trabajadores en preparación del sitio y construcción, y 8 trabajadores permanentes en operación y mantenimiento, además de empleo temporal en el año de cierre. | Tendencia positiva respecto del escenario sin Proyecto, concentrada en los 24 meses de obra y, en menor escala, sostenida por la plantilla permanente de O&M durante 40 años. |

El **Proyecto** sin medidas de mitigación muestra una tendencia negativa en suelo, aire (etapas de obra), hidrología superficial y subterránea, fauna urbana y paisaje. Ello se debe a la intervención del polígono de 7.6207 ha, al sellamiento puntual de plataformas, al movimiento de tierras, al cruce del escurrimiento intermitente y al cerco perimetral, en un sistema ya fragmentado. A diferencia de un aprovechamiento forestal o de un parque de gran extensión sobre matorral o selva, no se identifica remoción de vegetación forestal ni ocupación de cauces permanentes. El único impacto positivo sin medidas es la generación de empleo (SOC1).

Se observa que los impactos negativos son acumulativos, dado que en la **RE** ya operan industria, PEMEX, SAMEX, ladrillera, banco de materiales, vialidades, ferrocarril y la SE Herradura sobre los mismos factores. El Capítulo IV reporta además impactos residuales susceptibles (**SUE1, SUE2, HSUB2, FAU1 y PAI1**) y una sinergia ligera de **SUE1, SUE2, HSUP1, HSUP2, AIR1, AIR2, HSUB1, HSUB2, FAU1** y **PAI1** con las fuentes preexistentes.

### IV.6.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Para los impactos del Capítulo IV se implementará el conjunto de medidas de prevención, mitigación y restauración agrupadas en la Tabla IV.7 y desarrolladas en el Anexo IV.5, bajo el **PVA**. Destacan:



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

el Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo; la inspección físico-mecánica y la sustitución de equipos con emisiones excesivas; el riego de áreas de movimiento de tierras (el Capítulo IV indica que el riego puede reducir hasta en 50 % la emisión de partículas); el cumplimiento de la **NOM-080-SEMARNAT-1994** y de horarios restringidos; la protección auditiva conforme a la **NOM-011-STPS-2001**; la cobertura del suelo extraído; el Programa de Conservación de Suelo; el Programa de Manejo Integral de Residuos; la atención inmediata de derrames; sanitarios portátiles contratados a terceros autorizados; la limpieza y habilitación al cierre de cada etapa; el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna y en riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; el límite de velocidad de 30 km/h en vialidades internas; el Programa de Capacitación y Educación Ambiental; y la señalización preventiva, restrictiva e informativa. El Capítulo II incorpora, de manera transversal, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora para ejemplares de vegetación secundaria que deban moverse en frentes de obra, aun cuando el Capítulo IV no identificó un impacto sobre vegetación forestal.

Con esas medidas, la Tabla IV.6 del Capítulo IV reporta el siguiente cambio de significancia: **SUE1, AIR1, AIR2, HSUP1, HSUP2** y **HSUB1** pasan a No significativos (NS); **SUE2, HSUB2, FAU1** y **PAI1** pasan a Poco significativos (**PS**). **FAU1** desciende de Muy significativo a Poco significativo, al persistir un efecto residual de ocupación y vallado sobre la conectividad puntual del predio, en un paisaje ya fragmentado.

**Tabla 3. Escenarios con Proyecto y con medidas de prevención, mitigación y restauración**

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, con medidas | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Suelo | SUE1. Calidad | Se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos (separación, acopio temporal con piso impermeable, contención secundaria, techo y disposición mediante prestadores autorizados) y el Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo. Se atenderán de inmediato los derrames. Al concluir cada etapa se retirarán equipos de apoyo y se habilitarán las superficies con la tierra acopiada. Ninguna batería o rack se almacenará en el almacén temporal, salvo diseño específico del fabricante. | Tendencia estable. Las medidas cierran las vías principales de contaminación química. La alteración física queda confinada a las plataformas selladas (puntuales) y se revierte en las 1.9092 ha temporales. El Capítulo IV reclasifica SUE1 como No significativo. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, con medidas | Tendencia |
|---|---|---|---|
| | SUE2. Erosión y pérdida de suelo | El Programa de Conservación de Suelo mantiene cubierto el material extraído, humedece las áreas antes del movimiento de tierras y rehabilita las áreas de apoyo. El desplante se limita a las superficies autorizadas; 1.1356 ha no se intervienen en la primera fase. El perfil de caminos y plataformas se coordina con el estudio de inundabilidad. | Tendencia estable / poco significativa. El control de polvos y la rehabilitación de áreas temporales contienen la pérdida de suelo. Persiste un residual poco significativo en plataformas permanentes. |
| Aire | AIR1. Calidad del aire | Inspecciones físico-mecánicas y sustitución de maquinaria con emisiones excesivas. Riego antes del movimiento de tierras. Suelo extraído cubierto. El SAEE opera sin combustión continua; el sistema de refrigeración es de circuito cerrado. | Tendencia estable. Las emisiones de obra se mantienen compatibles con el entorno de autopista, ladrillera y SE Herradura. AIR1 pasa a No significativo. |
| | AIR2. Nivel sonoro | Límites de horario para actividades ruidosas, cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994, protección auditiva NOM-011-STPS-2001 y mantenimiento de maquinaria. En operación rutinaria el ruido del SAEE es mínimo. | Tendencia estable. El incremento acústico se circunscribe a las jornadas de obra y a mantenimientos mayores. AIR2 pasa a No significativo. |
| Hidrología superficial | HSUP1. Calidad | Zona de restricción para protección del recurso hídrico, sanitarios portátiles, Programa de Manejo Integral de Residuos, kits antiderrames y capacitación. No hay descarga a cuerpos receptores. | Tendencia estable. Se cierran las vías de arrastre de contaminantes hacia la red intermitente. HSUP1 pasa a No significativo. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, con medidas | Tendencia |
|---|---|---|---|
| | HSUP2. Escurrimientos intermitentes | El diseño respeta el escurrimiento intermitente del AP. El cruce de la línea de interconexión es subterráneo y puntual (~60 m). La coordinación con el estudio de inundabilidad busca no obstruir escurrimientos naturales. En el cierre se restituye el perfil. | Tendencia estable. La modificación queda acotada al frente de cruce y es reversible. HSUP2 pasa a No significativo. |
| Hidrología subterránea | HSUB1. Calidad | Sanitarios portátiles durante la obra. Residuos, atención de derrames y capacitación. En operación, aguas sanitarias a fosa séptica o red municipal. El fluido de refrigeración opera en circuito cerrado, con detección de fugas, paro y contención. | Tendencia estable. Se cierran las vías de infiltración de contaminantes. HSUB1 pasa a No significativo. |
| | HSUB2. Infiltración | El diseño evita el sellamiento total: caminos sin sellamiento, derecho de vía con sellamiento puntual, 1.1356 ha libres en la primera fase y 1.9092 ha temporales sujetas a habilitación. En el cierre, el retiro de cimentaciones restaura infiltración en las superficies que hoy se sellan. | Tendencia estable / poco significativa. La reducción de infiltración queda acotada a las plataformas permanentes. HSUB2 se reclasifica como Poco significativo. |
| Fauna | FAU1. Fauna urbana y NOM-059 | Antes de la preparación del sitio se aplicará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con énfasis en ejemplares de lento desplazamiento y en Athene cunicularia hypugaea (Pr). Límite de 30 km/h, señalización y capacitación que prohíbe captura, daño o comercio de fauna. El predio no elimina un hábitat forestal. | Tendencia estable / poco significativa. La mortalidad directa se reduce de forma sustancial. Persiste un efecto residual por ocupación y vallado, por lo que el Capítulo IV mantiene FAU1 como Poco significativo con medidas. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente ambiental | Indicador / impacto | Escenario con Proyecto, con medidas | Tendencia |
|---|---|---|---|
| Paisaje | PAI1. Calidad visual | Obras restringidas a superficies autorizadas. Manejo integral de residuos y limpieza al cierre de frentes. El Proyecto se inserta junto a la SE Herradura, de modo que el nuevo elemento se lee como ampliación de un corredor eléctrico ya existente. En el cierre, el retiro de infraestructura y la restitución mejoran la calidad visual. | Tendencia estable / poco significativa. La infraestructura permanente modifica el paisaje local, pero el control de obra y la colindancia con la SE Herradura acotan el contraste. PAI1 pasa a Poco significativo. |
| Socioeconómico | SOC1. Empleo | Se mantiene la generación de empleo temporal (pico de ~183 personas) y permanente (8 personas). El Programa de Capacitación y Educación Ambiental y la señalización ordenan la relación del frente de obra con la población local. La inversión estimada es de USD 102.7 millones, con USD 0.5135 millones (0.5 %) destinados a medidas ambientales. | Tendencia positiva. El impacto se conserva y se ordena institucionalmente. No se identifican medidas de mitigación sobre SOC1 por ser de carácter benéfico. |

Factores como el suelo, el paisaje y la fauna urbana presentarán cambios por el **Proyecto**. Es relevante señalar que, aún sin su implementación, esos cambios ocurren por la conversión de predios agrícolas del oriente de Tijuana a usos urbanos e industriales, tendencia documentada en el Capítulo III. Las 1.1356 ha de área libre de la primera fase no se desmontan, no se nivelan y no se impermeabilizan; cualquier adecuación futura que modifique capacidades, superficie o impactos deberá tramitarse ante la autoridad ambiental.

Mediante los programas y medidas del Capítulo IV y del Anexo IV.5, cada impacto negativo identificado en la Tabla IV.3 es llevado a un nivel no significativo o poco significativo. No permanece ningún impacto en las categorías Significativo o Muy significativo una vez aplicadas las medidas.

### IV.6.4. Pronóstico ambiental

A continuación se presenta, a manera de resumen, la comparación de los tres escenarios analizados para los componentes valorados en el Capítulo IV.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

**Tabla 4. Resumen de escenarios sin Proyecto, con Proyecto sin medidas y con Proyecto con medidas**

| Componente | Indicador | Sin Proyecto | Con Proyecto, sin medidas | Con Proyecto, con medidas |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | Calidad (SUE1) | Presión agropecuaria y periurbana persistente; compactación y riesgo de contaminación doméstica, agrícola e industrial. | **Negativa.** Derrames, residuos y alteración física por excavación y sellamiento puntual. S. | **Estable (NS).** Residuos, derrames y habilitación de áreas de apoyo controlados. |
| | Erosión (SUE2) | Erosión asociada a barbecho, caminos, banco de materiales y conversión urbana gradual. | **Negativa.** Exposición del suelo en el polígono de intervención. S. | **Estable / PS.** Cobertura de material, riego y rehabilitación de 1.9092 ha temporales. |
| Aire | Calidad (AIR1) | Incremento gradual por autopista, ladrillera, banco de materiales, industria y parque vehicular. | **Negativa.** En obra (212.78 t $CO_2e$ en construcción). MS. | **Estable (NS).** Inspección de maquinaria y riego de control de polvos. |
| | Ruido (AIR2) | Aumento tendencial por urbanización, ferrocarril y tránsito. | **Negativa.** En construcción, mantenimientos mayores y cierre. MS. | **Estable (NS).** Horarios, NOM-080 y mantenimiento de equipo. |
| Hidrología superficial | Calidad (HSUP1) | Riesgo preexistente por arrastre agrícola, residuos urbanos e industria hacia la red intermitente. | **Negativa.** Infiltración/arrastre potencial hacia el escurrimiento del AI-AP. S. | **Estable (NS).** Zona de restricción hídrica, sanitarios y residuos. |
| | Escurrimientos (HSUP2) | Red intermitente de 37.368 km en la RE; 0.060 km en el AP. | **Negativa.** Cruce subterráneo de la LI sin restitución. S. | **Estable (NS).** Cruce puntual, respeto del cauce y restitución. |



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

| Componente | Indicador | Sin Proyecto | Con Proyecto, sin medidas | Con Proyecto, con medidas |
|---|---|---|---|---|
| Hidrología subterránea | Calidad (HSUB1) | Riesgo preexistente por fosas, residuos urbanos e industria. | **Negativa.** Infiltración potencial de aceites, residuales y lixiviados. MS. | **Estable (NS).** Sanitarios portátiles, residuos y contención de derrames. |
| | Infiltración (HSUB2) | Reducción gradual por sellamiento periurbano e industrial. | **Negativa.** En 1.20 ha selladas y compactación de apoyo. S. | **Estable / PS.** Sin sellamiento total; habilitación de temporales; 1.1356 ha libres. |
| Fauna | Fauna urbana y Pr (FAU1) | Pérdida gradual de espacios de tránsito; presencia de Athene cunicularia hypugaea (Pr). | **Negativa.** Atropello, ruido, cerco y ocupación. MMS. | **Estable / PS.** Ahuyentamiento, rescate y 30 km/h. Residual por vallado. |
| Paisaje | Calidad visual (PAI1) | Calidad baja en AP-AI y media en RE; homogeneización periurbana. | **Negativa.** Infraestructura permanente + polvos y residuos de obra. S. | **Estable / PS.** Limpieza, residuos y colindancia con la SE Herradura. |
| Socioeconómico | Empleo (SOC1) | Empleo urbano-industrial-agropecuario de fondo, sin la plantilla del SAEE. | **Positiva.** 183 empleos temporales y 8 permanentes. | **Positiva.** Se conserva e institucionaliza con capacitación. |

El análisis de los componentes ambientales revela un enfoque acotado y proporcional a la magnitud del **Proyecto**: 7.6207 ha de predio y derecho de vía, 1.1356 ha libres en la primera fase, 0 ha de vegetación forestal, 0 ha de cuerpos de agua permanentes, 0.060 km de corriente intermitente en el **AP** y un emplazamiento colindante con infraestructura eléctrica existente. La implementación de las medidas del Capítulo IV busca asegurar que la mayoría de los factores clave mantengan una tendencia estable o poco significativa a lo largo de las fases de construcción, operación (40 años) y cierre.

En este sentido, a partir del análisis de los tres escenarios, el que presenta un balance más favorable 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 el Capítulo IV y en el Anexo IV.5.

De manera puntual, se estima que el **Proyecto** generaría una degradación local, sellamiento puntual, ruido y polvo de obra, cruce temporal del escurrimiento intermitente, cerco perimetral, que se vería



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

prevenida, atenuada y, al cierre, revertida en las superficies no permanentes por la correcta aplicación de las medidas, lo que hace de este Proyecto una opción viable en términos ambientales para la región periurbana oriente de Tijuana.

Las actividades específicas de prevención y mitigación se concentran en aire, suelo, agua superficial y subterránea, fauna urbana y paisaje, y se verifican mediante los parámetros de la Tabla IV.4 (bitácoras de residuos y de mantenimiento, manifiestos de disposición final, porcentaje de ejemplares rescatados, evidencia fotográfica de señalización y de riego, reportes del **PVA**). La ejecución de estas medidas es técnica y ambientalmente viable, medible y alcanzable durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a nivel del **AP**, del **AI** ni de la **RE**, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo para la salud y el bienestar humano, siempre que se ejecuten las medidas y el **PVA**. Por tanto, **se considera al Proyecto como ambientalmente viable**.

### IV.6.5. Evaluación de alternativas

El **Proyecto** consiste en un SAEE No Asociado de hasta 140 MW / 560 MWh en el POI, con química LFP o similar, subestación elevadora 34.5/230 kV y línea de interconexión de 600.58 m a la SE Herradura. Se trata de infraestructura de almacenamiento independiente, que no forma parte de una central eléctrica ni de un centro de carga, y que operará con flujo bidireccional de potencia para contribuir a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**), conforme a la Ley del Sector Eléctrico, su Reglamento y las disposiciones de la Comisión Nacional de Energía (**CNE**) y del Centro Nacional de Control de Energía (**CENACE**).

Durante la planeación se privilegiaron criterios técnicos, sociales y ambientales orientados a minimizar el impacto sobre zonas de alta sensibilidad ecológica. El predio seleccionado: (i) es de propiedad privada y se ubica en un borde periurbano ya transformado, con uso de suelo de agricultura de temporal anual; (ii) no contiene vegetación forestal ni requiere **CUSTF**; (iii) no incide sobre cuerpos de agua permanentes ni zona federal, y solo intersecta 0.060 km de una corriente intermitente de segundo orden; (iv) no incide sobre **ANP**, **ADVC**, sitios **RAMSAR**, **AICAS**, **RTP**, **RHP** ni **UMA** (Capítulo III, Tablas III.16 a III.18); (v) cuenta con acceso desde la Autopista Mexicali–Tijuana y con colindancia funcional a la SE Herradura, lo que reduce a 600.58 m la línea de interconexión y evita un corredor eléctrico extenso sobre predios adicionales; y (vi) permite conservar 1.1356 ha (14.90 % del polígono) sin intervención en la primera fase.

#### Alternativa de no acción

En ausencia del **Proyecto**, la **RE** seguiría la trayectoria descrita en el apartado IV.6.1: consolidación urbana e industrial del oriente de Tijuana y persistencia de la actividad agrícola de temporal, con presión acumulativa sobre suelo, infiltración, aire, red intermitente y fauna urbana, sin el beneficio de un sistema de almacenamiento que aporte flexibilidad al SEN ni de las medidas de manejo y del presupuesto ambiental asociados al **Proyecto** (USD 0.5135 millones). La no acción no revierte la



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

fragmentación preexistente ni elimina las fuentes ya operantes (SE Herradura, autopista, ladrillera, banco de materiales, PEMEX, SAMEX).

**Alternativa tecnológica**

Se seleccionó almacenamiento electroquímico **LFP** (o similar) en contenedores prefabricados con **PCS** integrado, refrigeración líquida en circuito cerrado y sistemas de detección y supresión de incendios alineados a **NFPA** 855, **UL** 9540A y normativa nacional. Esta configuración evita combustión de proceso, no requiere embalse ni ciclo térmico con descarga a cuerpo receptor, y circunscribe el uso de agua al personal, a la limpieza y a reposiciones eventuales del circuito cerrado. El sobredimensionamiento hasta 745.6 MWh instalados no incrementa la potencia neta en el **POI** por encima de 140 MW.

**Alternativa de trazo y desplante**

El arreglo concentra el sellamiento en plataformas puntuales (1.2004 ha) y aprovecha el derecho de vía corto hacia una subestación existente. Los caminos internos se diseñan sin sellamiento y con drenaje superficial. El cruce del escurrimiento intermitente se resuelve de forma subterránea y puntual. Las obras provisionales (1.9092 ha) son retirables y sujetas a habilitación. Esta alternativa de layout reduce la huella impermeable frente a un desplante que impermeabilizara la totalidad de las 7.6207 ha o que exigiera una línea de interconexión de mayor longitud hacia otro nodo del **SEN**.

En relación con los aspectos ambientales, la ejecución se justifica porque el almacenamiento no asociado, emplazado en un predio ya disturbido y colindante con infraestructura eléctrica, asegura una afectación acotada a los servicios ecosistémicos e hídricos de la región. El **Proyecto** no remueve vegetación forestal, no ocupa cauces permanentes y no sella la mayor parte de la superficie disponible. El tramo de 0.060 km de corriente intermitente se intervendrá de forma controlada, con restitución del perfil.

De esta manera, la ejecución del **Proyecto** se considera técnica, social y ambientalmente viable, al minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales y las comunidades, generar empleo temporal y permanente, y contribuir de manera directa a la flexibilidad y confiabilidad del **SEN**. Las medidas del Capítulo IV no solo buscan minimizar los impactos inherentes a un SAEE de 140 MW, sino mantener la funcionalidad del predio no ocupado y restaurar las superficies temporales al término de la obra y, al cabo de la vida útil, al cierre del sitio.

En resumen, las medidas detalladas para cada componente ambiental, desde la gestión de residuos, el control de emisiones y ruido, y la protección del agua superficial y subterránea, hasta el ahuyentamiento de fauna urbana y de la especie Pr, y la inserción ordenada en un paisaje ya eléctrico, indican que **el Proyecto está diseñado para operar de manera compatible con el entorno periurbano de Tijuana, aportando almacenamiento al SEN sin comprometer la integridad ecológica de la Región Ecológica**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas