MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA

"FRESNILLO (PV ATOCHA) "

SEPTIEMBRE, 2026

Atlantica
Sustainable Infrastructure

Contenido

CONTENIDO I-1

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1

I.1 Ubicación del Proyecto 2

I.2 Duración del proyecto 3

I.3 Descripción de las obras y actividades 3

I.3.1 Criterios para el diseño de la Central de Generación 4

I.3.2 Componentes del proyecto 6

I.4 Etapas y actividades del proyecto 26

I.4.1 Preparación del sitio y Construcción 27

I.4.2 Operación y mantenimiento 52

I.4.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 53

I.5 Inversión requerida 54

I.5.1 Costo de inversión del proyecto 54

I.5.2 Costo estimado de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 55

I.6 Duración estimada del proyecto y programa general de trabajo 56

I.7 Emisiones, descargas y residuos 56

I.7.1 Tipos de Residuos 57

I.7.2 Control de Emisiones a la atmósfera 58

I.8 Síntesis de superficies generales del Proyecto 59

II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 64

II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra 65

II.1.1 Leyes 65

II.1.2 Reglamentos 66

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico 66

II.1.4 Planes de Desarrollo 67

II.1.5 Áreas Naturales Protegidas 67

II.1.6 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP) 70

II.1.7 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 72

II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas 73

III DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 77

III.1 Criterios empleados para la delimitación de la Región Ecológica con características y alcances del proyecto 79

III.1.1 Ubicación y distribución del proyecto 79

III.2 Área de Influencia 79

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE 81

III.4 Especies potenciales 82

III.5 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica 83

III.5.1 Descripción del componente biótico 83

III.5.2 Descripción del componente abiótico 85

III.5.3 Descripción del componente socioeconómico 86

III.6 Diagnostico ambiental 87

III.6.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental 92

IV IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 107

IV.1 Descripción de los impactos identificados 107

IV.2 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 135

IV.2.1 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación 135

IV.2.2 Medidas ambientales para el componente agua 135

IV.2.3 Conclusión IV-221

Índice de Tablas

Tabla 1. Consideraciones de Partida. 4
Tabla 2. Configuración de la Central. 5
Tabla 3. Características del Módulo Fotovoltaico en STC. 7
Tabla 4. Características del Inversor. 10
Tabla 5. Configuración del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE). 23
Tabla 6. Emisiones por etapa de proyecto 58
Tabla 7. Superficie de ocupación de los componentes del proyecto Fresnillo (PV Atocha). 59
Tabla 8. USV por componente del proyecto según INEGI. 60
Tabla 9. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto Fresnillo (PV Atocha). 62
Tabla 10. Superficie forestal por componente del proyecto. 63
Tabla 11. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Agua. 73
Tabla 12. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Aire. 73
Tabla 13. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Residuos. 74
Tabla 14. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Ruido 75
Tabla 15. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Flora y Fauna Silvestre. 76
Tabla 16 Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas en el Sector Energético. 76
Tabla 17. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad. 77
Tabla 18. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación. 88
Tabla 19. Rango de calidad 91
Tabla 20. Categorías de calidad 92
Tabla 21. Diagnóstico ambiental 93
Tabla 22. Valoración de los componentes ambientales. 105
Tabla 23. Rangos de calidad. 106
Tabla 24. Calidad obtenida para cada componente del área del proyecto 107
Tabla 25. Descripción de los impactos identificados para el componente agua. 109
Tabla 26 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo. 111
Tabla 27 Descripción de los impactos identificados para el componente aire 116
Tabla 28 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje 118
Tabla 29. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. 121
Tabla 30. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna. 123
Tabla 31 Descripción de los impactos identificados para el componente Socioeconómico. 131

Tabla 32. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP) 175
Tabla 33 Evaluación Económica IV-220

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Solar Fresnillo. 2
Figura 2 Dimensiones del Módulo 8
Figura 3. Curvas Características JAM66D46-735/LB. 9
Figura 4. Sistema de Seguimiento Solar. 10
Figura 5. Colocación de cables en tresbolillo. 13
Figura 6. Subestación Particular tipo 18
Figura 7 Principales características de Tecnologías Ion-Litio. 21
Figura 8. Configuración típica de un sistema BESS. 22
Figura 9. Silueta de Torre Tipo para proyecto 25
Figura 10. Montaje de Estructura de soporte para seguidor solar. 44
Figura 11. Prueba de Verticalidad. 46
Figura 12. Instalación de Modulos FV. 47
Figura 13. Caja Combinadora Tipo. 49
Figura 14. Uso de suelo y Vegetación dentro del Área del proyecto Fresnillo (PV Atocha) de acuerdo con INEGI. 61
Figura 15 Uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto respecto al trabajo de campo realizado. 63
Figura 16. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Federales más cercanas. 68
Figura 17. Ubicación de las ANP Estatales más cercanas al proyecto. 69
Figura 18 Ubicación de las AICAS más cercanas al Proyecto. 70
Figura 19. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al proyecto. 71
Figura 20 Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas al proyecto. 72
Figura 21. Ubicación del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)". 79
Figura 22. Área de Influencia 81

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

El presente documento corresponde al Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional sin Actividad Altamente Riesgosa, del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", promovido por Fresnillo Solar PV, S.A. de C.V., para su desarrollo en el municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas. La Manifestación de Impacto Ambiental fue elaborada por Green World, mediante un equipo multidisciplinario conformado por especialistas en las diferentes áreas ambientales requeridas para la evaluación integral del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico destinado a la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable. Para ello, se contempla la instalación de módulos fotovoltaicos, seguidores solares, inversores, centros de transformación, redes eléctricas de baja y media tensión, una subestación elevadora, un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) y una línea eléctrica de interconexión para su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional. Su desarrollo busca contribuir al fortalecimiento de la infraestructura de generación eléctrica y al aprovechamiento sustentable del recurso solar mediante tecnologías con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

La Manifestación de Impacto Ambiental se elaboró de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y los demás ordenamientos jurídicos aplicables. Su propósito es identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que podrían generarse durante las etapas previas, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono del proyecto, así como establecer las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración necesarias para favorecer su viabilidad ambiental.

I.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se ubica en un predio ubicado a aproximadamente 10 km al noroeste del municipio de Fresnillo, sobre la Carretera Federal No. 45 Sain Alto-Fresnillo; se encuentra a aproximadamente 1.2 km al noreste de la Subestación Eléctrica "Fresnillo Potencia" lo que facilita su acceso y conexión con la infraestructura existente. Las localidades más cercanas son Los Ángeles de los Medrano y Santa Teresa de Cerro Gordo.

La ubicación específica del proyecto se presenta en el siguiente mapa, donde se muestra la localización regional, municipal y particular del polígono de implantación.

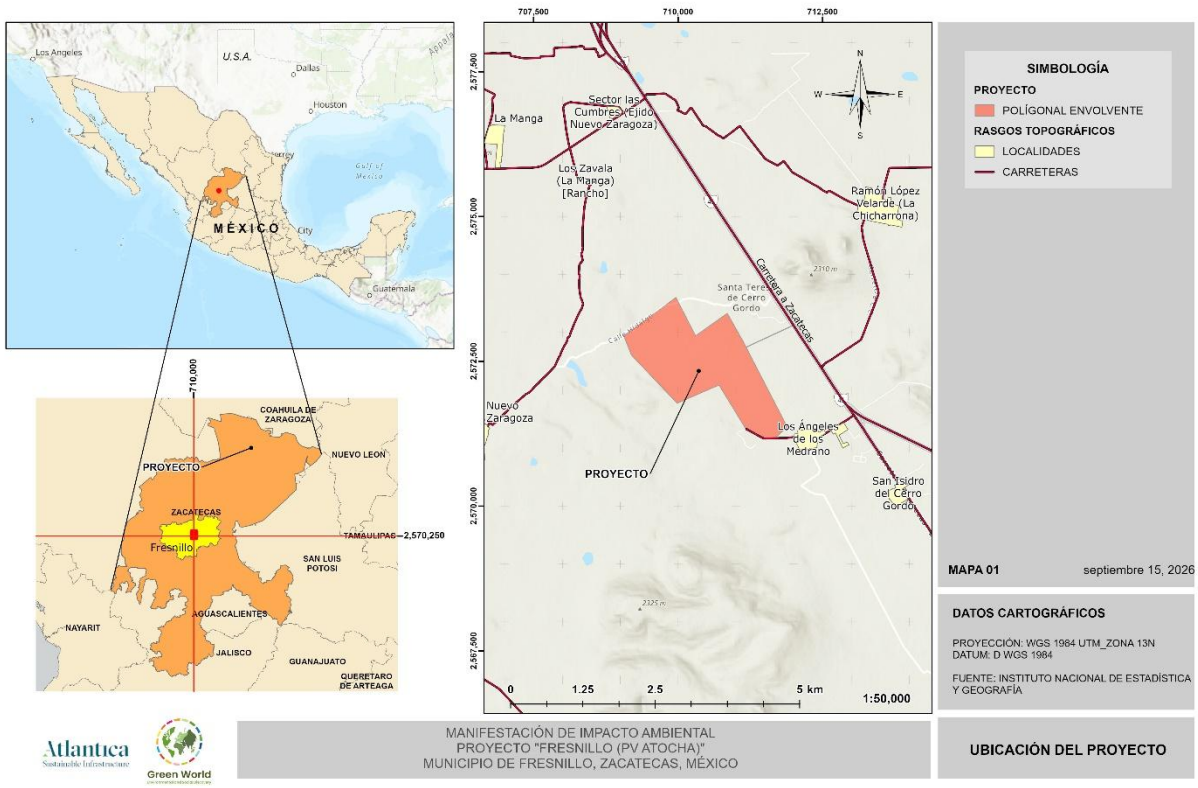


Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Solar Fresnillo.

I.2 Duración del proyecto

El desarrollo del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" comprende las etapas previas, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono. De acuerdo con el programa general de trabajo, las actividades de preparación del sitio y construcción tendrán una duración estimada de 21 meses, contados a partir de la obtención de las autorizaciones aplicables y del inicio formal de las obras.

La etapa de operación y mantenimiento se proyecta para un periodo de 25 años, contado a partir de la fecha de operación comercial. Una vez concluida la vida útil del proyecto, se ejecutará el desmantelamiento de la infraestructura en un plazo aproximado de seis meses, seguido de las actividades de limpieza, restauración y recuperación ambiental de las áreas intervenidas.

I.3 Descripción de las obras y actividades

Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son soluciones alternativas reales a la diversificación de producción de electricidad, y se caracterizan por ser sistemas no contaminantes que contribuyen a reducir las emisiones de gases nocivos (CO2, SOx, NOx) a la atmósfera, utilizar recursos locales de energía y evitar la dependencia del mercado exterior del petróleo.

Una instalación fotovoltaica de conexión a red presenta tres subsistemas perfectamente diferenciados:

- Generador fotovoltaico: El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida.

- Sistema de acondicionamiento de potencia: Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos

equipos denominados inversores que, basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.

- Interfaz de conexión a red. Para poder conectar la instalación fotovoltaica a la red en condiciones adecuadas de seguridad tanto para personas como para los distintos componentes que la configuran, ésta ha de dotarse de las protecciones y elementos de facturación y medida necesarios.

Como principales ventajas de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red se pueden mencionar las siguientes:

- Presentan una gran simplicidad.
- La energía se genera en el propio lugar en que se consume.
- Montaje sencillo y reducido mantenimiento.
- Alta calidad energética con elevada fiabilidad.
- Características modulares que hacen sencillas posteriores ampliaciones.
- No producen ruidos ni emisiones de ningún tipo por lo que no alteran el medio ambiente.

I.3.1 Criterios para el diseño de la Central de Generación

Para el diseño de la planta fotovoltaica, se ha considerado una vida útil de 30 años y se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de partida:

Tabla 1. Consideraciones de Partida.

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Trina SolarJA Solar JAM66D46-735/LB
	Tecnología	-	Bifacial
	Potencia	Wp	735
Estructura Soporte	Tipo	-	Por definir (fabricante TBD)

Elemento	Parámetro	Unidad	
			Seguidor a un eje N-S, configuración 1V56 (56 módulos en retrato por mesa)
Inversor	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	SUNGROW SG350HX
	Potencia aparente a 30 ºC / 40 ºC	kVA	352 / 320

Teniendo en cuenta las consideraciones de partida, se ha realizado el dimensionado de la Planta fotovoltaica con los siguientes criterios:

- Maximizar el área ocupada, respetando las servidumbres y distancias mínimas exigidas.
- Maximizar la generación anual de energía.
- Optimización de longitudes de cableado.
- Optimización de movimientos de tierra y canalizaciones subterráneas que afectan directamente al terreno.

La configuración de la Central considerada en el presente documento corresponde al layout vigente del Proyecto y se resume en la tabla siguiente:

Tabla 2. Configuración de la Central.

Parámetro	Valor
Potencia pico instalada (DC)	120.846 MWp
Potencia nominal (AC)	100 MWac
Relación DC/AC	1.208
Número de módulos fotovoltaicos	164,416
Módulos por string	28
Número de strings	5,872
Número de inversores	360 (56 unidades con 18 strings y 304 unidades con 16 strings)
Centros de transformación	18 (20 inversores por centro de transformación)

Parámetro	Valor
Potencia total en inversores	126.720 MVA
Número de mesas de seguidor	2,936 (56 módulos por mesa, 1V56 en retrato)
Distancia entre ejes (pitch)	6.50 m
Azimut / rango de giro	0° / ±55°
Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE)	30 MW / 112.5 MWh (nameplate); 3.25 h
Línea de interconexión	115 kV, un circuito, 795 kcmil ACSR (DRAKE), 2.96 km

I.3.2 Componentes del proyecto

I.3.2.1 Planta Fotovoltaica

La planta fotovoltaica estará conformada por un conjunto de paneles fotovoltaicos de alta eficiencia, seleccionados en función de su desempeño eléctrico, confiabilidad y compatibilidad con las condiciones climáticas del sitio. Los módulos se dispondrán sobre sistemas de montaje diseñados para garantizar la estabilidad estructural y la correcta orientación e inclinación, incorporando seguidores solares de un eje cuando las condiciones técnicas y económicas así lo justifiquen, con el objetivo de maximizar la captación de radiación y el rendimiento energético anual.

La conversión de la energía eléctrica generada en corriente directa a corriente alterna se realizará mediante inversores de última generación, integrados a centros de transformación que permitirán la elevación del nivel de tensión y la adecuada agrupación de circuitos, optimizando la eficiencia del sistema y reduciendo pérdidas eléctricas. La energía producida será conducida hacia una subestación elevadora, donde se realizará la transformación final al nivel de tensión requerido para la interconexión al sistema eléctrico, incorporando equipos de protección, control y medición conforme a la normativa vigente.

Adicionalmente, la planta contará con un sistema de monitoreo y control centralizado que permitirá la supervisión en tiempo real del desempeño de los paneles, inversores, centros de transformación y subestación, así como el registro histórico de variables eléctricas y operativas. Este sistema facilitará la detección temprana de fallas, la optimización de la operación y el

mantenimiento preventivo, asegurando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la planta fotovoltaica durante toda su vida útil.

I.3.2.1.1 Paneles Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos son los dispositivos físicos encargados de transformar la energía que les llega en forma de radiación electromagnética, en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico.

Se componen de unidades independientes denominadas células fotovoltaicas, agrupadas convenientemente en arreglos "serie-paralelo" de forma que ofrezcan las características tensión–intensidad requerida por la aplicación para la que se dimensionan.

Una célula FV típica de silicio cristalino genera un voltaje de circuito abierto entorno a los 0.6 V y una corriente de cortocircuito que depende del área de célula (≈ 3 A para un área de 100 cm2). Debido a su pequeña potencia, las células se asocian en serie y en paralelo en módulos FV, que además aportan un soporte rígido y una protección contra los efectos ambientales. Si la potencia suministrada por un módulo FV no es suficiente para una aplicación determinada se realizan asociaciones serie y paralelo de módulos para formar un generador FV.

Para este Proyecto, se han seleccionado módulos fotovoltaicos bifaciales. Sus características principales se resumen a continuación:

Tabla 3. Características del Módulo Fotovoltaico en STC.

Características del Módulo Fotovoltaico	
Fabricante	JA Solar
Modelo	JAM66D46-735/LB
Potencia unitaria de la cara delantera del módulo en condiciones estándar	735 W
Tolerancia de Potencia (%)	0~+3%
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (VMPP)	41.77 V
Intensidad en el Punto de máxima Potencia (IMPP)	17.60 A
Tensión de Circuito Abierto (VOC)	49.60 V
Intensidad de Cortocircuito (ISC)	18.70 A
Eficiencia, η (%)	23.70 %

Características del Módulo Fotovoltaico	
Dimensiones (mm)	1303*2384*33

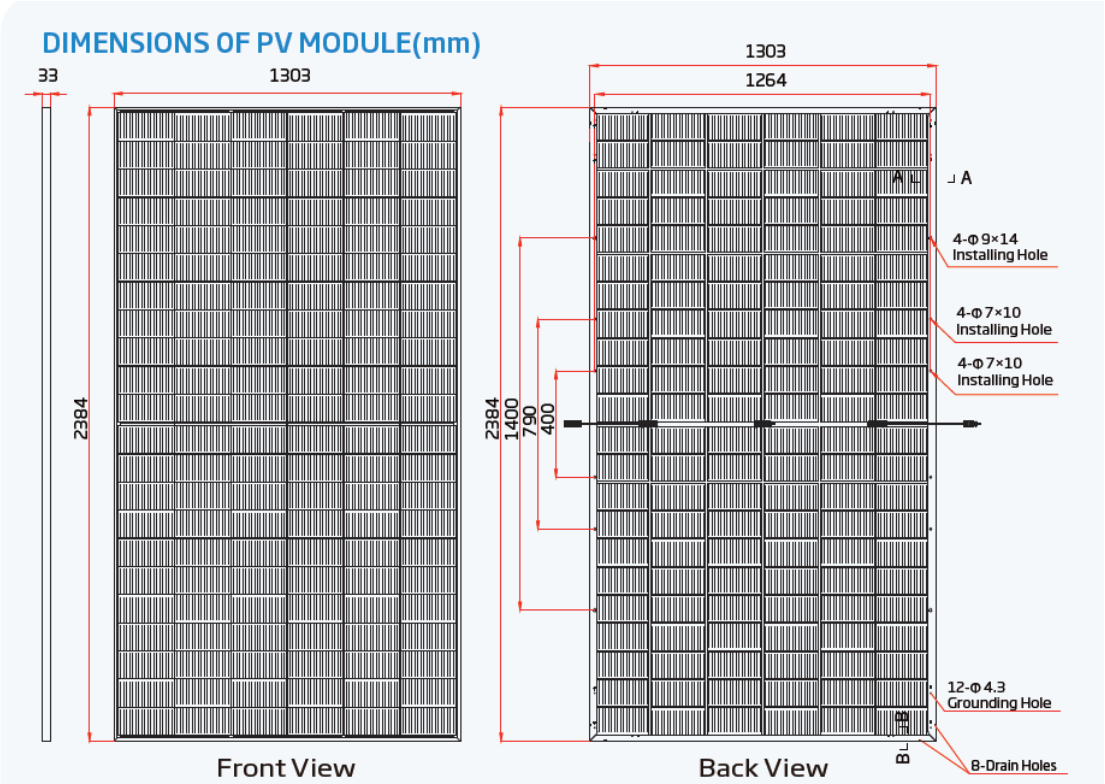


Figura 2 Dimensiones del Módulo.

De acuerdo con la información incluida en la hoja de especificaciones técnicas, los módulos están certificados conforme a los estándares IEC61215 IEC61730 IEC61701 IEC62716 UL61730.

Curvas características:

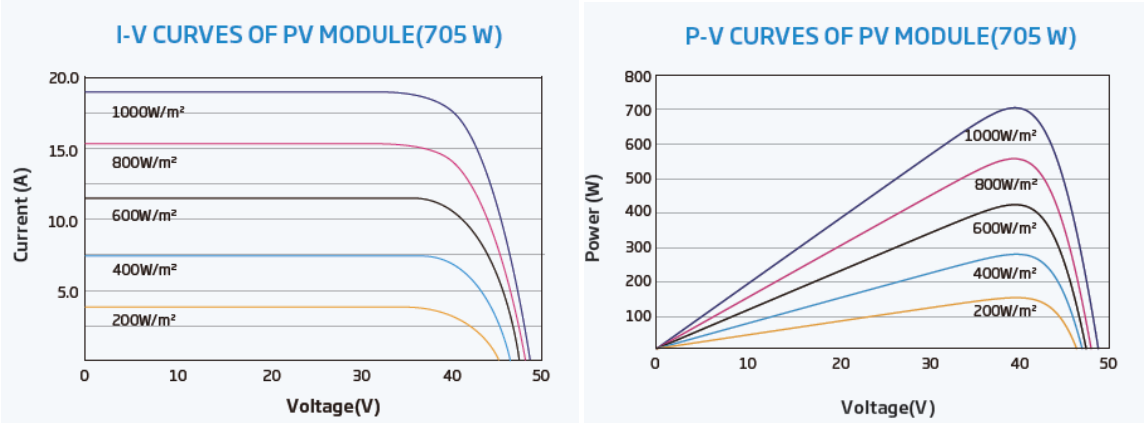


Figura 3. Curvas Características JAM66D46-735/LB.

I.3.2.1.2 Seguidor y estructura de montaje

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles con hincado directo.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.

- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retro seguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna.



Figura 4. Sistema de Seguimiento Solar.

I.3.2.1.3 Inversores y Centros de Transformación

El inversor es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica generada en forma de corriente continua por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna, para poder ser elevada posteriormente de tensión y vertida a la red eléctrica.

La operación de los inversores será totalmente automatizada. Una vez que el generador fotovoltaico genera la potencia suficiente para excitar al inversor, arranca y la electrónica de control comienza con la conversión DC/AC. Por el contrario, cuando la potencia de entrada baja por debajo del punto de excitación del inversor para la conexión dejará de trabajar.

Las características del inversor que se deben considerar para el dimensionamiento de la Instalación de Baja Tensión se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4. Características del Inversor.

SUNGROW SG350HX	
Características DC del Inversor	
Rango de tensión MPP	500 - 1500V

SUNGROW SG350HX	
Tensión Máxima	1,500 V
MPPT Independientes	2
Nº de Entradas DC	Hasta 12
Máxima corriente de entrada por MPPT (I_{DC})	12 *40 A
Eficiencia Máx / Euro	99.02% / 98.8%
Rango de Temperatura Ambiente de Operación	-30ºC a 60ºC
Características AC del Inversor	
Potencia nominal (kW)	352 kVA @30 ºC / 320 kVA @40 ºC
Intensidad máxima (A)	254 A @35ºC
Tensión nominal (V)	640 -920 V
Frecuencia (Hz)	50 Hz / 60 Hz
THD (%)	< 3%
Factor de potencia	> 0.99 (Ajustable)

De acuerdo con el layout vigente, la planta contará con 360 inversores de string agrupados en 18 centros de transformación, con 20 inversores por centro, alcanzando una potencia total en inversores de 126.720 MVA. Se han definido dos configuraciones de inversor: 56 unidades con 18 strings (504 módulos, 370.44 kWp) y 304 unidades con 16 strings (448 módulos, 329.28 kWp).

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al

campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada.

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones.
    - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (59Hz-61Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
    - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático.
    - Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento.
    - Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.

I.3.2.1.4 Líneas de Media Tensión

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



Figura 5. Colocación de cables en tresbolillo.

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo directamente enterrada o bajo tubo enterrado.

Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones

Las terminales serán de composite y para la tensión nominal que se requiera. Estos terminales tienen el aislador de composite cementado en una base metálica de función que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en una estructura metálica. En el externo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un externo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión de los conductores a su conector se realiza por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos términos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

Las pantallas se conectan a la base metálica, de donde se deriva a conexión a tierra.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas IEC: IEC 60502-4 e IEC 61442.

Canalizaciones

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

ARQUETAS

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 100 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

I.3.2.1.5 Protecciones

Las protecciones eléctricas entre la interconexión de la Planta fotovoltaica, el Sistema de Almacenamiento de Energía (Mejor conocido como Batery Energy Storage System – BESS) y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

La Planta fotovoltaica y el BESS deberán cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la Planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

Los conductores de DC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.

- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera

efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.

- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.

- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

I.3.2.1.6 Puesta a tierra

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo lo máximo posible el riesgo de accidentes para personas y el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t. es la unión directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de p.a.t. se deberá conseguir que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

El dimensionado de la red de tierras de la Instalación se rige, fundamentalmente, por la siguiente normativa:

- Norma NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional" (NEC, por sus siglas en inglés)", en su última versión.

En ella se define, entre otras cosas, la formulación para calcular las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, tensiones que nunca deben ser alcanzadas en la instalación.

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión pero que pueden estarlo debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos serían: módulos fotovoltaicos, estructura del seguidor, la envolvente de la celdas y cuadros de Baja Tensión (BT), rejillas de protección, enclosures de baterías, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm2 que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y (Media Tensión) MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0.6 m.

- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, mediante contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura del seguidor a través de la tornillería.

- Puesta a tierra de la estructura del seguidor a través de la conexión de los pilares extremos de cada seguidor a la red de tierras general usando latiguillos de cobre desnudo de 35 mm2. Además, todos los seguidores de una misma fila irán interconectados entre sí usando latiguillos de cobre aislado de 16 mm2.

- Puesta a tierra de los inversores centrales usando latiguillos de cobre aislado de 35 mm2.

- Puesta a tierra de las Estaciones de Potencia, compuesta de una malla de un conductor de cobre desnudo de 50 mm2 dispuesta bajo la base de la estación de potencia, y enterrada a una profundidad mínima de 0.6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra de la Planta Solar Fotovoltaica.

- Puesta a tierra de Enclosures de baterías, se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

I.3.2.1.7 Subestación Elevadora

La subestación elevadora constituye el elemento principal de concentración y adecuación de la energía eléctrica generada dentro de la planta fotovoltaica, encargándose de recolectar la potencia proveniente de los centros de transformación e inversores. La energía es conducida hacia un transformador de potencia con una capacidad nominal de 120 MVA, diseñado para operar a un nivel de tensión de 115/34.5 kV. El transformador contará con una configuración de conexión en el lado de alta tensión en estrella sólidamente aterrizada, mientras que el lado de media tensión se dispondrá en conexión delta, garantizando condiciones adecuadas de operación, protección y compatibilidad con el sistema eléctrico al que se interconectará.



Figura 6. Subestación Particular tipo

I.3.2.1.8 Sistema de Monitoreo (Planta FV)

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la Planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la Planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.

- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada Estación de Potencia.
- Medidores de Facturación.
- Sistema de accionamiento de los trackers.
- Sistema de seguridad.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de toda la Planta Solar Fotovoltaica ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con la Planta a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de "protección" para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

Inversores

Todos inversores contarán con un software de monitorización que permita monitorizar y controlar las variables de funcionamiento internas de los inversores en tiempo real a través de Internet.

Estaciones Meteorológicas

La Planta fotovoltaica contará con al menos dos (2) estaciones meteorológicas con la capacidad de adquirir al menos los siguientes datos meteorológicos: irrandiancia global horizontal (GHI) e inclinada (GTI), temperatura de panel fotovoltaico, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, cantidad de precipitaciones y humedad.

Almacén y Edificio de Control

La Planta fotovoltaica y el BESS tendrán una sala de control y un edificio de oficinas, así como un edificio para el almacenamiento de repuestos y documentación. Dichos edificios serán permanentes y se utilizarán durante toda la vida útil de la Planta, conformando el área de Operación y Mantenimiento (O&M).

Servicios auxiliares

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la planta solar fotovoltaica es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación. La energía necesaria será aportada por la misma

Planta cuando se encuentre en funcionamiento y por la red en las horas en las que se encuentre fuera de servicio.

I.3.2.2 Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE)

Un sistema de almacenamiento con baterías (BESS de sus siglas en inglés Battery Energy Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico. Para este Proyecto se ha seleccionado la tecnología Ion-Litio, teniendo en cuenta que es el tipo de baterías que a día de hoy presenta una mejor relación entre prestaciones, madurez tecnológica y precio. No obstante, dentro de la tecnología de ion-Litio, existen diferentes químicas según la composición del cátodo y sus características. En la siguiente figura se muestran las principales características (energía específica, potencia específica, seguridad, rendimiento, vida útil y coste) de los diferentes tipos de baterías de Ion-litio en función de su composición química:

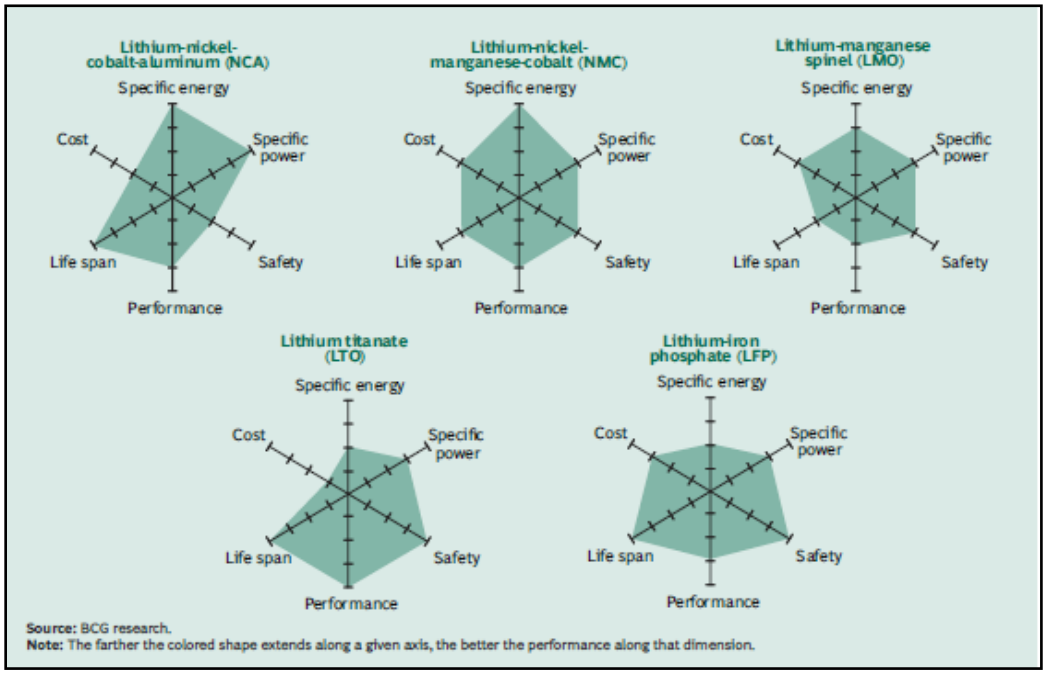


Figura 7 Principales características de Tecnologías Ion-Litio.

En la siguiente figura puede observarse la configuración típica de un sistema BESS y la conexión de los subsistemas enumerados:

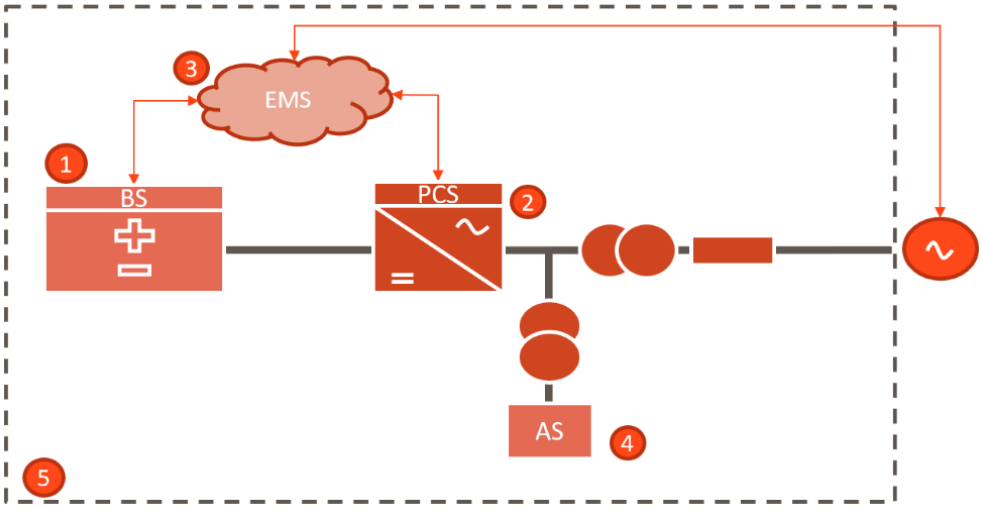


Figura 8. Configuración típica de un sistema BESS.

Sistema de Baterías: Representa el núcleo del sistema BESS ya que es el sistema encargado de acumular la energía

Sistema de Conversión de Potencia (PCS de sus siglas en inglés Power Conversion System): El PCS es un sistema de electrónica de potencia encargado de cargar y descargar las baterías y de adecuar la tensión de corriente continua de las mismas a la tensión de salida.

Sistema de gestión de energía (EMS de sus siglas en inglés Energy Management System): El EMS es el sistema de control encargado de gestionar el BESS. Sus funciones son:

- Integrar los requisitos del Código de red
- Monitorización del BESS (SCADA)
- Realizar los controles necesarios en el punto de conexión
- Comunicarse con el operador del sistema
- Gestión del PCS y la BMS
- Gestión del SOC de baterías

- Supervisar la degradación del sistema (SOH)
- Optimizar la operación de la batería en el mercado eléctrico

Sistemas auxiliares: Los sistemas auxiliares son los encargados de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema. Es una parte no menor, ya que su diseño y control pueden ser claves para mantener el rendimiento y seguridad del sistema. Principalmente constan de sistemas de refrigeración (HVAC), de detección y extinción de incendios (PCI) y sistemas de respaldo o SAIs.

Envolventes: Existen diferentes tipos dependiendo del integrador y del sistema. La configuración más común es integrar los racks de baterías y sistemas auxiliares en contenedores marítimos de 20 pies e integrar los PCS en Skids outdoor o incluso contenedores. Para este Proyecto tanto la envolvente de las baterías como la de los PCS será outdoor. Los racks de baterías irán integrados en contenedores marítimos de 20 pies.

I.3.2.2.1 Equipo BESS

El dimensionamiento para el sistema BESS + PCS se tiene considerado como un 30% sobre el dimensionamiento de la planta PV, esto para cumplir con los requisitos de parte de la autoridad.

Conforme al layout vigente, el SAE se ha dimensionado con una potencia nominal de 30 MW (30.2 MW nameplate) y una capacidad nominal de 112.5 MWh, equivalente a una duración de 3.25 h sobre la capacidad requerida de 97.0 MWh. La instalación se compone de 18 contenedores de baterías con grado de protección IP45 y 12 unidades de PCS agrupadas en 3 skids de 13.8 MW —cuatro PCS por skid—, ubicados en el área denominada Planta de Baterías, contigua a la Subestación Elevadora Fresnillo.

Tabla 5. Configuración del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE).

Parámetro	Valor
Potencia nominal	30 MW (30.2 MW nameplate)
Capacidad nominal (nameplate)	112.5 MWh

Parámetro	Valor
Capacidad requerida	97.0 MWh
Duración	3.25 h
Fabricante y modelo (baterías)	Trina Solar Elementa 3 GSMGE251-2H (Ion-Litio)
Contenedores de baterías	18 unidades, envolvente completa (IP45)
Fabricante y modelo (PCS)	Trina Storage Electra TSPCS3356-N-E
Número de PCS	12 unidades en 3 skids de 13.8 MW (4 PCS por skid)

Por lo que se hace mención, de manera enunciativa ya que dentro del Área de Proyecto deberá considerarse una superficie que estime la potencia que podrá ser requerida por CENACE.

I.3.2.3 Sistema de Evacuación e Interconexión

Es de suma importancia mencionar que como parte del objetivo del presente estudio de impacto ambiental ***NO SE CONSIDERA COMO PARTE DEL PROYECTO PARQUE SOLAR FRESNILLO LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA****, ya que al momento del ingreso del presente documento la trayectoria y características específicas de este componente no se encuentran definidas, por lo que este componente se presentará para su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental de manera independiente. Sin embargo, se considera importante la contextualización general de la LT en términos descriptivos.*

La infraestructura de evacuación del proyecto comprende el conjunto de obras, equipos y sistemas eléctricos necesarios para la conducción segura, confiable y eficiente de la energía eléctrica generada por la planta fotovoltaica desde la subestación elevadora hasta el punto de interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional. Dicha infraestructura incluye, de manera enunciativa más no limitativa, las líneas de transmisión o subtransmisión, estructuras de soporte, sistemas de aislamiento, conductores, equipos de protección, seccionamiento y comunicación, así como las obras civiles asociadas.

I.3.2.3.1 Línea de Interconexión.

La energía eléctrica generada por la Planta Fotovoltaica será evacuada a través de una línea de transmisión aérea con una longitud aproximada de 2.96 km, configurada en un solo circuito y diseñada para operar a un nivel de tensión de 115 kV. La línea estará conformada por un conductor por fase, tipo ACSR, calibre 795 kcmil (conductor tipo DRAKE), seleccionado con base en criterios de capacidad térmica, pérdidas eléctricas y compatibilidad con el sistema eléctrico receptor.

El trazado de la línea se extiende desde la Subestación Elevadora Fresnillo (subestación particular del Proyecto) hasta la Subestación Fresnillo Potencia, garantizando una conexión directa y eficiente al punto de interconexión definido. Para su implementación, se emplearán estructuras autosoportadas diseñadas para un circuito de 115 kV, las cuales cumplirán con los requerimientos mecánicos, eléctricos y de seguridad establecidos en la normatividad técnica aplicable, considerando las condiciones topográficas, ambientales y de cargas de viento de la zona.

El diseño de la línea de evacuación contempla los claros, alturas de estructura, distancias de seguridad, aislamiento y herrajes necesarios para asegurar una operación confiable y continua, así como la integración de sistemas de protección y señalización conforme a las disposiciones vigentes. La configuración final de la línea quedará sujeta a los resultados de los Estudios de Interconexión y a la aprobación de las autoridades competentes.

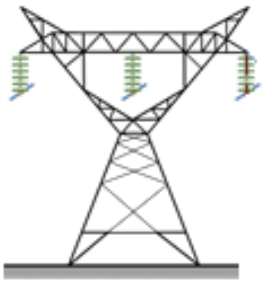


Figura 9. Silueta de Torre Tipo para proyecto.

I.3.2.3.2 Subestación de Interconexión

La subestación del proyecto constituye el nodo principal de concentración, transformación y control de la energía eléctrica generada por la Planta Fotovoltaica, permitiendo su adecuada integración al sistema eléctrico de evacuación y su interconexión al Sistema Eléctrico Nacional. En esta instalación se recibe la energía proveniente de los centros de transformación e inversores, se realiza su adecuación al nivel de tensión correspondiente y se implementan los esquemas de protección, control, medición y seccionamiento necesarios para garantizar una operación segura, confiable y conforme a la normatividad vigente.

La subestación se interconectará en el Punto de Interconexión Subestación Fresnillo Potencia, operando a un nivel de tensión de 230/115 kV, correspondiendo el nivel de tensión del punto de interconexión y de la línea de evacuación a 115 kV, de acuerdo con los criterios técnicos definidos en los Estudios de Interconexión. Para tal efecto, contará con un transformador de potencia dimensionado en función de la capacidad instalada del proyecto y de los requerimientos establecidos por la autoridad competente, así como con equipos de patio de alta y media tensión, tales como interruptores de potencia, seccionadores, transformadores de instrumento, apartarrayos y sistemas de barras.

El diseño de la subestación contempla además la integración de sistemas de protección, control, medición, comunicaciones y servicios auxiliares, permitiendo su operación local y remota. La configuración final, capacidades nominales, niveles de tensión y características técnicas de la subestación quedarán sujetas a los resultados y resoluciones de los Estudios de Interconexión, así como a la obtención de las autorizaciones y aprobaciones correspondientes.

I.4 Etapas y actividades del proyecto

El desarrollo de un proyecto de generación eléctrica fotovoltaica comprende un conjunto de actividades técnicas, legales, ambientales y administrativas orientadas a garantizar su viabilidad, cumplimiento normativo y factibilidad para su construcción y operación. Desde las etapas iniciales, el proyecto requiere la obtención de permisos y autorizaciones a nivel federal, estatal y municipal, así como la gestión de derechos y acuerdos necesarios para asegurar el uso del suelo, la interconexión eléctrica y la evacuación de la energía generada.

I.4.1 Preparación del sitio y Construcción

La fase de construcción del proyecto fotovoltaico Utility Scale se desarrollará de manera secuencial y controlada, conforme a la ingeniería aprobada, los programas de obra y las autorizaciones obtenidas, abarcando trabajos preliminares, obra civil, obra electromecánica y obra eléctrica, con el objetivo de garantizar la correcta ejecución de la infraestructura y la seguridad operativa del proyecto.

- Trabajos Preliminares
- Obra Civil
- Obra Electromecánica
- Obra Eléctrica

I.4.1.1 Trabajos Preliminares

I.4.1.1.1 Instalaciones Provisionales

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales. Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Instalación Fotovoltaica, los trabajos para la Instalación de almacenamiento y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto.

I.4.1.1.2 Suministro de Energía

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel e instalación fotovoltaica. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre la Instalaciones provisionales y frentes de trabajo.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

I.4.1.1.3 Abastecimiento de Agua Potable

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 m3/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día.

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para beber, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

I.4.1.1.4 Abastecimiento de Agua Industrial

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m3/día de este material.

I.4.1.1.5 Área destinada a Almacen y Maquinaria

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser puesto a tierra mediante barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

I.4.1.1.6 Comedor

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara. Además, el comedor contará con cocina.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

I.4.1.1.7 Estacionamiento

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la Instalación se habilitará aparcamiento para coches y otros vehículos de obra.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: estacionamiento, sentido de circulación, ingreso y salida.

I.4.1.1.8 Disposición de Residuos

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

Residuos Domiciliarios o Asimilables

Hay que destacar dos tipos:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como residuos domésticos
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.

Residuos Industriales No Peligrosos

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de las instalaciones provisionales que consta de 2 unidades de módulos prediseñados RCA1A donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

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

Residuos Industriales Peligrosos

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.

Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

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

I.4.1.1.9 Servicio Médico y Primeros Auxilios

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

I.4.1.1.10 Señalización

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo con la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

I.4.1.2 Obra Civil

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación de la Planta fotovoltaica se describe a continuación:

- Preparación del terreno y movimientos de tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Sistema de drenaje.
- Vallado perimetral.

- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.
- Cimentaciones para las estructuras solares, las estaciones de potencia y otros elementos que lo requieran como el edificio de control, las estaciones meteorológicas, etc.

Ejecución del Edificio de Control y del Almacén de Repuestos.

I.4.1.2.1 Preparación del Terreno y Movimiento de Tierras

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente. Para esto se procederá de forma que se extraigan y retiren de las zonas indicadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.
- Remoción de los primeros 10 – 30 cm de terreno de la capa superficial en aquellas zonas donde sea necesario realizar movimientos de tierras.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los trabajos de sustracción se efectuarán con las debidas precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y así evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Estos movimientos de tierra se realizarán según se describe en el capítulo 4 del presente proyecto.

Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de seguidores solares con pendientes superiores a los límites del seguidor, reduciéndolos al mínimo indispensable.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas destinadas a las estaciones de potencia, edificio de control y almacén, así como de otras zonas que lo pudieran requerir.

I.4.1.2.2 Delimitación de Proyecto y Vallado

Con la información recabada durante la etapa de desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo levantamientos topográficos detallados con el objetivo de definir con precisión la superficie a ocupar y establecer los límites físicos del área del proyecto. Dichos trabajos permitieron contar con una base cartográfica confiable para la correcta planeación de la obra, la preparación del terreno y la ejecución de las actividades constructivas, asegurando la concordancia entre el diseño del proyecto y las condiciones reales del sitio.

Para la delimitación del área del proyecto, se empleó equipo topográfico de alta precisión, específicamente una estación total con aproximación angular de 5 segundos y nivel fijo calibrado con una precisión aproximada de ±2.5 mm, así como los complementos y accesorios necesarios para la correcta ubicación de puntos de control. Mediante este equipo se establecieron puntos de referencia, vértices, mojoneras y bancos de nivel, los cuales sirvieron como base para el replanteo del proyecto en campo.

Con base en la información topográfica obtenida, se procedió a la colocación de estacas y marcas visibles que funcionaron como puntos auxiliares para el trazo del vallado perimetral y la delimitación física del polígono del proyecto. Este proceso permitió definir de manera clara y permanente los límites de la superficie a intervenir, facilitando el control de accesos, la seguridad del sitio y la correcta ejecución de las obras subsecuentes.

I.4.1.2.3 Viales

La Instalación contará con una red de viales interiores que darán acceso a los diferentes Centros de Transformación que conforman la Planta, así como al área de campamento de faenas y a otros edificios como los almacenes y el Edificio de Control.

I.4.1.2.4 Sistema de Drenajes

Se definirán las áreas de exclusión hidrológica en las que la instalación de equipos no es posible. Estas áreas serán tanto las zonas de servidumbre de cauces fluviales en las que la legislación pertinente prohíba la instalación de equipos como las áreas con niveles de inundación superiores a los permitidos.

En caso de que la construcción en dichas áreas sea requerida, la Planta deberá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

En el caso particular de este Proyecto, el layout vigente identifica un escurrimiento que atraviesa el predio en dirección noroeste-sureste y separa los polígonos norte y sur de la planta. Dicho escurrimiento y su zona federal se consideran área de exclusión hidrológica, por lo que no se instalarán seguidores ni equipos en su interior; los cruzamientos de caminos internos y canalizaciones se resolverán mediante obras de drenaje transversal, previa gestión ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota.

- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años;

- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a

la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

I.4.1.2.5 Canalizaciones

Canalizaciones de Baja Tensión

Para las canalizaciones de Baja Tensión se han distinguido tres tipos de zanjas:

- Zanja compartida por cables que conectan los strings con los inversores string, denominado cable solar (Cu), y por cables que conectan los inversores de string con los centros de transformación, denominado Cable BT (Al).
    - El cableado solar (Cu) circulará por interior de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), con un máximo de seis (6) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja.
    - El cableado BT (Al) irá directamente enterrado a un mínimo de 0,70 m de profundidad, con un máximo de 8 circuitos separados 0,25 m.

Canalizaciones de Red de Tierras

La zanja destinada a la red de tierras de la instalación fotovoltaica será aquella en la que el conductor de tierra sea el único que discurre por la misma.

Para la zanja de red de tierras, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará el conductor de tierra. Posteriormente se dejará

una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Canalizaciones de Comunicaciones

La zanja destinada a las comunicaciones de la instalación fotovoltaica será aquella en la que los conductores de comunicaciones sean los únicos que discurren por la misma. Este tipo de zanja estará principalmente destinado a los conductores de fibra óptica provenientes del sistema de cámaras de seguridad (CCTV) que envuelve al Proyecto, por lo que este tipo de zanja discurrirá principalmente por el perímetro de la implantación.

Para la zanja de los conductores de comunicaciones, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositarán los tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) por cuyo interior discurrirán los conductores de fibra óptica. Por cada zanja habrá dos tubos separados 0,15m. Posteriormente se dejará una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Distribución de las Canalizaciones

En la ejecución de las diferentes canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes distancias mínimas:

- Entre cimentación de estructura para Módulos Fotovoltaicos y primera zanja: mínimo 2,0 m
- Entre protección del último Módulo Fotovoltaico y primera zanja: mínimo 1,0 m
- Entre zanjas de MT y zanja de BT: mínimo 1,0 m
- Entre Camino Interno y primera zanja: mínimo 0,7 m

I.4.1.2.6 Cimentaciones

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones de las estructuras, de los centros de transformación y otros elementos que lo requieran como el edificio de control, las estaciones meteorológicas, etc.

La estructura de los seguidores se instalará por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo con el estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

Los centros de transformación tendrán una cimentación cuyas dimensiones deberán ser definidas conforme a la tensión admisible del terreno que se obtendrá del Estudio Geotécnico que se deberá realizar previo a la construcción y las características de los CT.

I.4.1.2.7 Edificio de Control

La Planta Solar Fotovoltaica dispondrá de un Edificio de Control-auxiliares con oficinas, aseos y almacén de residuos y de repuestos, así como de un edificio exterior destinado a Almacén de Repuestos. Ambos edificios serán permanentes, se utilizarán durante toda la vida útil de la Planta y conforman la zona O&M.

De acuerdo con el tamaño de la Planta Solar, el Edificio de Control contará al menos con las siguientes dependencias (en una única planta baja):

- Sala de Control: Oficina totalmente equipada y de al menos 29 m2. Incluirá al menos 2 puestos de trabajo totalmente equipados, estanterías para documentación, sala de reuniones con capacidad para 6 personas y cocina/sala de descanso con todo el mobiliario necesario para 2 personas.

- Vestuarios: Vestuarios para hombres y mujeres de 20m² con capacidad para al menos 2 personas. Incluirá zona para cambios de ropa, aseos, taquillas y duchas.

- Almacén temporal de Residuos Peligrosos: Área de al menos 9,6 m² destinada únicamente al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados durante la explotación de la Planta, antes de su entrega al gestor de residuos autorizado correspondiente, cuya presencia no debe interferir el funcionamiento del resto del Almacén.

- Sala Almacén: Planta rectangular de al menos 44 m² y superficies de estantes para almacenamiento de consumibles, además de banco de trabajo dotado de herramientas.

En cualquier caso, el edificio contará con:

- Instalaciones eléctricas y de iluminación.

- Sistemas de detección y extinción de incendios.

- Sistema anti-intrusión.

- Ventilación y aire acondicionado.

- Sistema sanitario.

El edificio destinado al Almacén de Repuestos Exterior tendrá una superficie mínima de 200 m² y contará al menos con las siguientes áreas:

- Área para almacenamiento de módulos: al menos 250 módulos en 5x2 palés en dos alturas.

- Área para almacenamiento de ejes de seguidores: al menos 25 ejes de seguidor en tres alturas.

- Área para almacenamiento de postes de hinca: al menos 25 postes de hinca en tres alturas.

Además, se contará al menos con una carretilla elevadora de con una capacidad de carga de 6 toneladas.

Los edificios contarán con todos los elementos necesarios para la accesibilidad a personas con discapacidad física o problemas de movilidad.

I.4.1.2.8 Subestación Elevadora

La ejecución de la obra civil de la subestación elevadora inicia con la delimitación y preparación del área de emplazamiento, de acuerdo con el trazo topográfico y los planos aprobados. Esta etapa comprende la limpieza y despalme del terreno, retiro de vegetación, capa orgánica y materiales no aptos, así como el acondicionamiento inicial del sitio para permitir el acceso de maquinaria y personal. Los materiales producto de estas actividades serán dispuestos conforme a la normatividad ambiental aplicable y a los lineamientos establecidos en los permisos correspondientes.

Posteriormente, se procede a la conformación de la plataforma de desplante mediante trabajos de corte y relleno, con el objetivo de alcanzar los niveles y pendientes definidos en el proyecto. Los rellenos estructurales se colocarán en capas controladas, empleando materiales seleccionados y compactados hasta alcanzar los grados de compactación especificados. Durante esta etapa se realizarán verificaciones topográficas y controles de calidad para asegurar la correcta ejecución de la plataforma. En caso de requerirse, se implementarán trabajos de mejoramiento del suelo, tales como sustitución de material o estabilización, conforme a los resultados de los estudios geotécnicos.

Una vez conformada la plataforma, se ejecutan las excavaciones para la construcción de las cimentaciones de los distintos elementos de la subestación, incluyendo el transformador de potencia, equipos de patio, estructuras metálicas, pórticos y soportes de barras. Las cepas se excavan conforme a las dimensiones y profundidades establecidas en la ingeniería estructural, garantizando la estabilidad de taludes y la correcta preparación de la superficie de desplante. Posteriormente, se procede a la colocación del acero de refuerzo, anclajes y elementos embebidos, verificando alineación, recubrimientos y anclajes antes del colado del concreto.

I.4.1.2.9 Línea de Interconexión

Si bien se menciona como parte de los componentes del proyecto la ***Línea de Interconexión, es preciso señalar que esta infraestructura no forma parte de la solicitud en materia de impacto ambiental del proyecto*** *y que se menciona solo de manera informativa ya que al momento de la presentación de este estudio no se cuentan con las características mínimas requeridas para su evaluación, por lo que la línea de interconexión del proyecto será presentada a la autoridad como un estudio independiente.*

La etapa de construcción de las torres autosoportadas inicia con la localización y trazo en campo de cada estructura, con base en el alineamiento y los puntos definidos en la ingeniería del proyecto. Posteriormente, se realizan los trabajos de excavación para la conformación de los cimientos, los cuales, como mínimo, deberán contar con dimensiones aproximadas de 2.0 m de largo, 2.0 m de ancho y 2.0 m de profundidad, o bien las que resulten del diseño estructural definitivo. Dichas excavaciones se ejecutarán considerando las características del suelo, garantizando la estabilidad de taludes y la correcta preparación de la plantilla de desplante.

Los cimientos se construirán con concreto armado con una resistencia mínima de f'c = 300 kg/cm², incorporando acero de refuerzo de grado 42, conforme a las especificaciones estructurales. El armado estructural se realizará utilizando varillas de acero corrugado del No. 4 (1/2") como mínimo, o las que se indiquen en los planos constructivos, asegurando el correcto recubrimiento, anclaje y alineación del acero. Una vez colocado el armado, se procederá al colado del concreto, garantizando una adecuada compactación y curado para alcanzar las resistencias de diseño.

Concluida la etapa de cimentación y alcanzada la resistencia requerida del concreto, se realizará el montaje de las torres autosoportadas, el cual podrá llevarse a cabo mediante ensamblaje en sitio o preensamblaje parcial, utilizando equipo de izaje adecuado. Posteriormente, se efectuarán los trabajos de nivelación, plomeo y fijación definitiva de las estructuras, verificando el cumplimiento de las tolerancias establecidas en la ingeniería. Finalmente, se ejecutarán las inspecciones y verificaciones correspondientes, previas al tendido

de conductores, asegurando que las torres cumplan con los criterios de calidad, seguridad y normatividad aplicable.

I.4.1.2.10 Accesos

Para garantizar el acceso seguro, controlado y permanente a las distintas áreas del proyecto, se contempla la construcción de accesos vehiculares y peatonales debidamente integrados al sistema de caminos internos de la planta fotovoltaica. Cada polígono donde se instalen los componentes principales del proyecto deberá contar, al menos, con un acceso claramente definido, el cual deberá conectar directamente con un camino interno que permita la circulación de vehículos ligeros, maquinaria y equipo de mantenimiento durante las etapas de construcción, operación y eventual desmantelamiento.

Los accesos se materializarán mediante la instalación de portones metálicos integrados al sistema de vallado perimetral, diseñados para permitir el ingreso seguro y eficiente al interior del proyecto. Dichos portones deberán alinearse con los caminos de acceso existentes o proyectados, garantizando radios de giro adecuados y condiciones de tránsito compatibles con los vehículos que operarán en sitio. La ubicación y orientación de los accesos se definirá con base en la ingeniería del proyecto y el trazo topográfico aprobado.

El sistema constructivo de los accesos considerará la fabricación e instalación de portones construidos con tubo galvanizado de 2 1/2", conformando dos hojas que integren marcos con dimensiones aproximadas de 2.16 m de altura por 2.50 m de ancho cada uno, o las que se definan en el diseño final. Los portones se fijarán mediante bisagras diseñadas para tubo de 2 3/4", garantizando una operación adecuada y una vida útil acorde a las condiciones ambientales del sitio. El sistema de cierre se realizará mediante pasador liso, asegurando un mecanismo simple, robusto y compatible con sistemas de control de acceso.

Los portones se integrarán al vallado mediante malla ciclónica, asegurando continuidad física y visual del cerramiento perimetral, así como condiciones de seguridad y control de accesos. La instalación se realizará cuidando la correcta nivelación, alineación y anclaje de los elementos, evitando deformaciones y asegurando un funcionamiento adecuado.

La ejecución de los accesos deberá garantizar condiciones adecuadas de seguridad, durabilidad y funcionalidad, permitiendo el control del ingreso al proyecto y facilitando las actividades operativas y de mantenimiento, conforme a los criterios técnicos y de seguridad establecidos para la planta fotovoltaica.

I.4.1.3 Obra Electromecánica

I.4.1.3.1 Hincado de Estructura para Seguidor

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes fijados a las fundaciones. El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas



Figura 10. Montaje de Estructura de soporte para seguidor solar.

I.4.1.3.2 Pruebas de Instalación

Durante la etapa de hincado de las estructuras de soporte para los sistemas de seguimiento solar (trackers), se realizan pruebas de verticalidad en cada pilote con el objetivo de garantizar la correcta alineación y desempeño estructural del sistema. Estas pruebas se ejecutan inmediatamente después del hincado, utilizando equipo de medición especializado de alta precisión, como comparadores mecánicos o dispositivos equivalentes, con un error máximo de ±0.5 mm, lo que permite verificar con exactitud la desviación respecto al eje vertical de diseño.

Las pruebas de verticalidad se llevan a cabo de manera sistemática en cada hinca correspondiente a cada mesa de paneles, asegurando la uniformidad geométrica del conjunto de estructuras. La tolerancia admisible para la desviación de verticalidad se establece en función de la pendiente del terreno natural, permitiéndose una variación máxima de ±10 cm para pendientes no mayores al 15%, conforme a los criterios de instalación y calidad definidos para el proyecto.

Los resultados de estas pruebas son registrados como parte del control de calidad de la obra, y en caso de detectarse desviaciones fuera de las tolerancias permitidas, se aplican las acciones correctivas correspondientes antes de continuar con las actividades subsecuentes de montaje. Este procedimiento garantiza la correcta instalación de los trackers, evitando esfuerzos adicionales en los componentes mecánicos, asegurando el adecuado funcionamiento del sistema de seguimiento y contribuyendo a la estabilidad y vida útil de la planta fotovoltaica.



Figura 11. Prueba de Verticalidad.

I.4.1.3.3 Montaje de módulos fotovoltaicos

Durante la etapa de montaje de módulos fotovoltaicos sobre las estructuras de seguimiento solar (trackers), se llevan a cabo actividades de instalación y verificación con el objetivo de garantizar la correcta fijación, alineación y funcionamiento del sistema. El montaje se realiza una vez concluidas y validadas las pruebas de verticalidad y alineación de las estructuras de soporte, asegurando que estas cumplan con las tolerancias establecidas en la ingeniería y por el fabricante del tracker.

Los módulos fotovoltaicos se colocan de manera secuencial sobre las mesas del tracker, respetando la orientación, separación y configuración definidas en el diseño del proyecto. La fijación de los módulos se efectúa mediante el uso de herrajes, grapas y elementos de sujeción especificados, aplicando los torques de apriete recomendados para evitar esfuerzos mecánicos indebidos o daños en los marcos de los módulos. Durante esta etapa se verifica la correcta posición de cada módulo, asegurando su alineación longitudinal y transversal dentro de la mesa.

Como parte del control de calidad, se realizan inspecciones visuales y verificaciones dimensionales durante el montaje, confirmando la correcta sujeción de los módulos, la ausencia de deformaciones y el cumplimiento de las tolerancias permitidas. Asimismo, se revisa que el montaje no interfiera con el movimiento del tracker ni con el cableado asociado. En caso de detectarse desviaciones o condiciones fuera de especificación, se aplican las acciones correctivas correspondientes antes de continuar con las actividades subsecuentes.

Este procedimiento de montaje garantiza la integridad mecánica del sistema, el correcto funcionamiento del seguimiento solar y la maximización del desempeño energético de la planta fotovoltaica, contribuyendo a la confiabilidad y vida útil del proyecto.



Figura 12. Instalación de Modulos FV.

I.4.1.3.4 Montaje Inversores y Centros de Transformación

Para la instalación y montaje de los inversores y Centros de Transformación, se realizarán previamente los trabajos de adecuación del terreno en las áreas destinadas para su emplazamiento, asegurando superficies niveladas, compactadas y con la capacidad portante requerida, conforme a la ingeniería del proyecto. Estas actividades permitirán garantizar el correcto asentamiento de los equipos y su estabilidad durante la operación.

El posicionamiento de los inversores y Centros de Transformación dentro del campo solar se llevará a cabo considerando lo establecido en la ingeniería aprobada y en apego a lo descrito en el capítulo de "Cimentaciones", prestando especial atención a la correcta alineación, nivelación y orientación de los equipos. El montaje se efectuará utilizando equipo de izaje adecuado y procedimientos seguros, verificando que los elementos de anclaje y fijación cumplan con las especificaciones técnicas y tolerancias establecidas.

I.4.1.4 Obra Eléctrica

I.4.1.4.1 Tendido de Cables de BT

El tendido de cables de Baja Tensión para los paneles fotovoltaicos se realizará una vez concluido el montaje mecánico de los módulos y verificada la correcta instalación de las estructuras de soporte. Estas actividades se ejecutarán conforme a la ingeniería eléctrica aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, herramientas y equipos apropiados para evitar daños a los conductores y a los componentes del sistema.

Los cables de corriente directa en Baja Tensión se instalarán siguiendo las rutas definidas en el diseño del proyecto, asegurando una adecuada organización y sujeción sobre las estructuras del tracker o soportes, mediante abrazaderas, grapas o canalizaciones diseñadas para uso exterior. Durante el tendido se cuidará el respeto a los radios mínimos de curvatura, la correcta separación entre conductores y la protección mecánica del cableado, evitando tensiones, aplastamientos o exposición a bordes cortantes.

I.4.1.4.2 Instalación de Cajas combinadoras

La instalación de las cajas combinadoras se realizará una vez concluido el tendido de los cables de Baja Tensión provenientes de los módulos fotovoltaicos y verificada la correcta identificación de los circuitos. Las actividades se ejecutarán conforme a la ingeniería eléctrica

aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, herramientas y equipos apropiados para garantizar una instalación segura y confiable.

Las cajas combinadoras se colocarán en las ubicaciones definidas en el diseño del proyecto, fijándose sobre estructuras, soportes o cimentaciones previamente habilitadas, asegurando una correcta alineación, nivelación y accesibilidad para operación y mantenimiento. Durante el montaje se verificará que las cajas cuenten con el grado de protección adecuado para intemperie y que su orientación permita un adecuado drenaje y ventilación.

La conexión eléctrica se realizará mediante la integración ordenada de los conductores de Baja Tensión correspondientes a cada string, asegurando la correcta polaridad, el adecuado apriete de terminales y la correcta instalación de dispositivos de protección, tales como fusibles, seccionadores y elementos de monitoreo, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Una vez finalizada la instalación, se llevarán a cabo inspecciones visuales y pruebas eléctricas, incluyendo verificación de continuidad, polaridad y correcto funcionamiento de los elementos de protección, garantizando que las cajas combinadoras cumplan con los criterios técnicos, normativos y de calidad establecidos para el proyecto.



Figura 13. Caja Combinadora Tipo.

I.4.1.4.3 Tendido de Cables MT

El tendido de los cables de Media Tensión se realizará una vez concluidas las actividades de instalación de los inversores y Centros de Transformación, y verificada la correcta ejecución

de las canalizaciones y registros correspondientes. Estas actividades se llevarán a cabo conforme a la ingeniería eléctrica aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, equipos de izaje y herramientas especializadas para el manejo de cables de Media Tensión.

Los cables de Media Tensión se instalarán siguiendo las rutas definidas en el proyecto, ya sea en canalización subterránea, charolas o ductos, asegurando el cumplimiento de los radios mínimos de curvatura, esfuerzos máximos de tracción y separaciones reglamentarias. Durante el tendido se garantizará la adecuada protección mecánica del cableado, evitando daños al aislamiento y a la cubierta exterior, así como la correcta identificación y ordenamiento de los circuitos.

Una vez concluido el tendido, se procederá a la instalación de accesorios de Media Tensión, tales como terminales y empalmes, los cuales serán colocados conforme a los procedimientos y especificaciones del fabricante. Posteriormente, se realizarán las pruebas eléctricas correspondientes, incluyendo pruebas de continuidad, resistencia de aislamiento y, en su caso, pruebas de alta tensión, con el fin de verificar la integridad del sistema antes de su energización. Estas actividades garantizan que la instalación de Media Tensión cumpla con los criterios técnicos, de seguridad y normativos establecidos para la correcta operación del proyecto.

I.4.1.4.4 Tendido de Cables AT.

El cableado de Alta Tensión se ejecutará una vez concluidas las obras civiles y el montaje electromecánico de la subestación elevadora y de la infraestructura de evacuación asociada, y previa verificación de que las canalizaciones, estructuras y soportes cumplen con las especificaciones del proyecto. Estas actividades se realizarán conforme a la ingeniería eléctrica aprobada, bajo estrictas condiciones de seguridad y con personal especializado en trabajos de Alta Tensión.

Los cables de Alta Tensión se instalarán siguiendo el trazado y configuración definidos en el diseño, ya sea mediante canalización subterránea, charolas, ductos o soportes aéreos, garantizando el cumplimiento de los radios mínimos de curvatura, esfuerzos máximos de

tracción y distancias de seguridad establecidas. Durante el tendido se cuidará la protección mecánica del cableado, evitando daños al aislamiento, a la pantalla metálica y a la cubierta exterior, así como la correcta identificación de fases y circuitos.

Una vez concluido el tendido, se procederá a la instalación de los accesorios de Alta Tensión, incluyendo terminales, empalmes y elementos de conexión a equipos y barras, los cuales se montarán conforme a las recomendaciones del fabricante y a los procedimientos establecidos. Posteriormente, se llevarán a cabo las pruebas eléctricas correspondientes, tales como pruebas de continuidad, resistencia de aislamiento y pruebas de alta tensión, con el objetivo de verificar la integridad del sistema previo a su energización. Estas actividades aseguran que el cableado de Alta Tensión cumpla con los criterios técnicos, de seguridad y normativos requeridos para la operación confiable del sistema.

I.4.1.4.5 Pruebas de Conexión

Las pruebas de conexión en los sistemas de Baja Tensión (BT), Media Tensión (MT) y Alta Tensión (AT) se realizarán una vez concluido el tendido e instalación del cableado correspondiente, previo a la energización del proyecto y conforme a la ingeniería eléctrica aprobada. Estas pruebas tienen como objetivo verificar la correcta ejecución de las conexiones eléctricas, la integridad de los conductores, el adecuado funcionamiento de los equipos y el cumplimiento de los criterios técnicos y normativos aplicables.

En el caso de la Baja Tensión, las pruebas contemplan la verificación de continuidad eléctrica, correcta polaridad de los circuitos, identificación de strings, revisión del apriete de terminales y conectores, así como inspecciones visuales para confirmar la correcta sujeción y ordenamiento del cableado. Estas actividades aseguran que las conexiones entre módulos, cajas combinadoras e inversores se encuentren libres de fallas y listas para operación.

Para la Media Tensión, se realizan pruebas de continuidad, resistencia de aislamiento y verificación de fases, así como la revisión de empalmes, terminales y accesorios instalados. De manera complementaria, se efectúan pruebas eléctricas específicas conforme a las especificaciones del fabricante y la normativa aplicable, con el fin de garantizar la integridad

del aislamiento y la correcta conexión de los circuitos entre centros de transformación, celdas y equipos de maniobra.

I.4.2 Operación y mantenimiento

La fase de Operación y Mantenimiento del proyecto fotovoltaico inicia a partir de la Fecha Comercial de Operación (COD) y comprende el conjunto de actividades técnicas, operativas y administrativas necesarias para asegurar el funcionamiento continuo, seguro y eficiente de la planta durante su vida útil. Esta fase se desarrolla conforme a los lineamientos establecidos en la ingeniería del proyecto, las recomendaciones de los fabricantes, los contratos de operación vigentes y la normatividad aplicable, garantizando la confiabilidad del suministro de energía y el cumplimiento de los compromisos regulatorios.

Adicionalmente, durante la fase de O&M se implementan programas de seguridad industrial, salud ocupacional y gestión ambiental, asegurando el cumplimiento de las medidas de mitigación y monitoreo establecidas en las autorizaciones ambientales. Asimismo, se realiza el registro y análisis de indicadores de desempeño, tales como generación energética, disponibilidad y eficiencia, los cuales permiten evaluar el comportamiento de la planta y optimizar su operación a lo largo del tiempo.

La adecuada ejecución de la fase de Operación y Mantenimiento garantiza la prolongación de la vida útil del proyecto, la estabilidad de su desempeño energético y el cumplimiento de los compromisos técnicos, regulatorios y contractuales adquiridos.

I.4.2.1.1 Operación

Durante la operación, la planta será monitoreada de manera permanente mediante sistemas de supervisión y control, que permiten el seguimiento en tiempo real de variables eléctricas, mecánicas y ambientales, así como la detección oportuna de fallas o desviaciones en el desempeño. La operación se coordinará con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), asegurando el cumplimiento de los parámetros operativos, esquemas de despacho y requerimientos técnicos establecidos para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional.

I.4.2.1.2 Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento comprenden tanto mantenimiento preventivo como correctivo, e incluyen, entre otras, la inspección periódica de módulos fotovoltaicos, limpieza de superficies, revisión y ajuste de estructuras y sistemas de seguimiento, verificación de inversores, centros de transformación, subestación elevadora y línea de evacuación, así como la revisión de sistemas de protección, control y comunicaciones. Estas actividades se ejecutan conforme a programas establecidos, con el objetivo de maximizar la disponibilidad de la planta y minimizar paros no programados.

I.4.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta fotovoltaica y el BESS en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen el Proyecto, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

I.4.3.1 Desconexión del Sistema Eléctrico

Una vez que la Planta Fotovoltaica haya concluido su vida útil o finalice su actividad operativa, y previo al inicio de los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones, se llevará a cabo la desconexión ordenada y segura del sistema eléctrico de la red. Este proceso se realizará conforme a los procedimientos operativos establecidos, garantizando la seguridad del personal, la protección de los equipos y el cumplimiento de la normatividad aplicable.

La desconexión del sistema eléctrico comprende la ejecución de maniobras programadas para la apertura de interruptores, seccionadores y dispositivos de protección en los niveles de Baja, Media y Alta Tensión, asegurando la desenergización total de la planta. Dichas maniobras se realizarán en coordinación con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), según corresponda, y de acuerdo con los lineamientos establecidos en los contratos y acuerdos de interconexión vigentes.

Una vez ejecutada la desconexión, se verificará la ausencia de tensión en todos los circuitos y equipos mediante pruebas y procedimientos de seguridad, procediendo a la puesta a tierra temporal de las instalaciones para evitar energizaciones accidentales. La correcta ejecución de este proceso garantiza que la planta quede en condiciones seguras para dar inicio a las actividades de desmantelamiento, cumpliendo con los criterios técnicos, de seguridad y regulatorios aplicables.

I.5 Inversión requerida

I.5.1 Costo de inversión del proyecto

Se estima que el monto total de inversión del proyecto Fresnillo (PV Atocha) es de **$1,840,062,241.34 (Mil ochocientos cuarenta millones sesenta y dos mil documentos cuarenta y un pesos 34/100 M.N.).** De los cuales se tiene considerada una inversión de **$5,975,340 (Cinco millones novecientos setenta y cinco mil trescientos cuarenta pesos 00/100 M.N.)** para el desarrollo de medidas de mitigación del proyecto.

I.5.2 Costo estimado de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Con el propósito de prever los recursos necesarios para implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y, cuando corresponda, compensaciones propuestas para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", se realizó una estimación económica de las acciones que integran el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). Esta valoración comprende las actividades previstas durante la construcción, la operación y mantenimiento, y el desmantelamiento y abandono del proyecto.

La estimación se desarrolló considerando las acciones establecidas en las fichas ambientales, así como los requerimientos de personal, materiales, equipos, señalización, capacitación, manejo de residuos, controles temporales, supervisión y seguimiento necesarios para atender los impactos identificados sobre los componentes agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico.

Para facilitar la planeación financiera, los costos fueron clasificados de acuerdo con su naturaleza en:

- **CAPEX (Capital Expenditure):** comprende las inversiones iniciales requeridas para adquirir equipos, recipientes, señalización, materiales de delimitación, elementos de control, herramientas y demás insumos necesarios para implementar las medidas ambientales.
- **OPEX (Operational Expenditure):** corresponde a los costos recurrentes asociados con la supervisión ambiental, capacitación, manejo de residuos, mantenimiento de controles, participación de especialistas, seguimiento durante la operación y supervisión de las actividades de desmantelamiento.

La valoración se estructuró en nueve partidas presupuestales vinculadas con las medidas ambientales propuestas en el PVA. Para determinar las cantidades dependientes del tiempo se consideró el cronograma ejecutivo del proyecto, el cual establece un periodo de 20 meses

para la construcción, 25 años para la operación y mantenimiento, y 12 meses para el desmantelamiento y abandono.

Como resultado, se obtuvo un presupuesto ambiental estimado de $4,825,800 MXN, expresado a precios de 2026 y antes de IVA. De este valor, $774,000 MXN corresponden a inversiones iniciales —CAPEX— y $4,051,800 MXN a costos recurrentes —OPEX—.

I.6 Duración estimada del proyecto y programa general de trabajo

El cronograma que se presenta el siguiente grupo de imágenes y se incluye como anexo digital, muestra la programación en tiempo, de las diferentes etapas del Proyecto, **misma que se estima en aproximadamente 21 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción y una duración de 25 años para la vida útil del Proyecto**, es decir la etapa de operación y mantenimiento. Esta programación, es la que se considera para estas obras, por lo que podrá variar, dependiendo de las características particulares de cada caso, y para la Operación Comercial se están considerando 25 años de vida útil. Posterior a estas etapas se considera el abandono del sitio, donde se llevarán a cabo actividades de restauración como es la plantación de especies características de los ecosistemas existentes actualmente en el área del Proyecto.

VER: ANEXOS/Capítulo I/Proyecto/Memoria Técnica.

I.7 Emisiones, descargas y residuos

Durante las diferentes etapas del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se generarán residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, los cuales serán separados, almacenados temporalmente y entregados a prestadores de servicios o sitios autorizados, conforme a la normativa aplicable.

Las emisiones de polvo, gases de combustión y ruido se presentarán principalmente durante la construcción por el tránsito de vehículos, el movimiento de tierras y el uso de maquinaria. Para prevenir afectaciones se aplicarán medidas de control de emisiones, mantenimiento de equipos, manejo adecuado de aguas residuales sanitarias y gestión integral de residuos.

I.7.1 Tipos de Residuos

Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán diversos tipos de residuos derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Todos los residuos generados serán recolectados, clasificados y segregados de acuerdo con su naturaleza, evitando en todo momento la mezcla entre Residuos Peligrosos (RP), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con el objetivo de garantizar un manejo adecuado y minimizar riesgos al ambiente y a la salud humana.

Se habilitarán áreas específicas, señalizadas y debidamente delimitadas para la disposición y acopio temporal de residuos en los distintos frentes de trabajo, así como almacenes temporales con control de acceso y medidas de seguridad adecuadas. Los residuos serán depositados en contenedores claramente identificados por tipo, evitando derrames, dispersión o contaminación del suelo y cuerpos de agua. Adicionalmente, se llevarán bitácoras de control que registren las cantidades de residuos generados, almacenados, transportados y enviados a disposición final, así como los registros vigentes como generador de residuos, cuando aplique.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.

- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos. A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

I.7.2 Control de Emisiones a la atmósfera

El control de emisiones en una planta fotovoltaica es fundamental para mitigar los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proyecto: constructiva, operativa y de desmantelamiento. Estas provienen principalmente del uso de maquinaria pesada, transporte de materiales y generación de polvo, lo que se refleja en la presencia de partículas como PM10, MP2.5 y MPS, así como compuestos como CO, NOx, HC y SOx.

El adecuado control de estas emisiones implica implementar prácticas como el mantenimiento de equipos, uso de combustibles limpios, riego de vías para controlar el polvo y planificación eficiente del transporte, minimizando así la huella ambiental del proyecto.

A continuación de presentan los estimativos de las emisiones generadas en las diferentes etapas del proyecto:

Tabla 6. Emisiones por etapa de proyecto

Etapa de proyecto	Emisiónes (ton/año)	Tipo de emisión
Etapa Constructiva	9,3	PM10
	2,4	MP2.5
	2.5	MPS
	2,62	CO
	1,7	HC
	9,5	NOx
	0,03	SOx
Etapa Operativa	0,7	PM10
	0,093	MP2.5
	2,64	MPS
	0,02	CO
	0,02	HC

Etapa de proyecto	Emisiónes (ton/año)	Tipo de emisión
	0,05	NOx
	0,0000003	SOx
Etapa de Desmantelamiento	5,51	PM10
	2,2	MP2.5
	5,21	MPS
	4,81	CO
	2,66	HC
	1,17	NOx
	0,02	SOx

I.8 Síntesis de superficies generales del Proyecto

De acuerdo con la descripción realizada en los párrafos anteriores, se presenta a continuación la superficie de ocupación de los componentes que conforman el proyecto Fresnillo (PV Atocha).

Tabla 7. Superficie de ocupación de los componentes del proyecto Fresnillo (PV Atocha).

Componente	Superficie (ha)
Acopios	3.2071
Almacén	0.0178
Camino de acceso	0.5245
Caminos internos	2.6999
Inversores	0.0436
Área libre	76.0046
Paneles	143.1020
Subestación Elevadora	0.2025
Vallado Libre	80.2910
Zona BESS	0.5929
Total general	306.6860

Tal como se muestra en la tabla anterior, el proyecto Fresnillo (PV Atocha) requiere para su implementación una superficie total de 306.6860 ha.

Es importante mencionar que dentro de la poligonal que comprende el proyecto, se señala un área libre de infraestructura que corresponde a 76.0046 ha, las cuales no tendrán intervención alguna, y serán utilizadas para el establecimiento de medidas de mitigación consideradas para el proyecto.

En el Área del Proyecto, la cartografía de INEGI identifica tres unidades de uso del suelo y vegetación, distribuidas en una superficie total de 306.6860 ha. La cobertura predominante es el Pastizal Natural, con 113.6003 ha, equivalentes al 37.04 % del AP. Le sigue la Agricultura de Temporal Anual, con 107.5300 ha (35.06 %), y la Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural, con 85.5557 ha (27.90 %). En la siguiente tabla se presenta el uso de suelo y vegetación en la que se distribuye cada uno de los componentes del proyecto.

Tabla 8. USV por componente del proyecto según INEGI.

Clave	Uso del Suelo y Vegetación	Componentes	ha
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Acopios	0.8283
PN	PASTIZAL NATURAL	Acopios	1.3546
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Acopios	1.0242
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Almacén	0.0178
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Camino de acceso	0.5245
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Caminos internos	0.6759
PN	PASTIZAL NATURAL	Caminos internos	1.3247
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Caminos internos	0.6993
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Inversores	0.0073
PN	PASTIZAL NATURAL	Inversores	0.0242
PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Inversores	0.0121
PN	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Libre	68.4985
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Libre	7.5061
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Paneles	22.0388
PN	PASTIZAL NATURAL	Paneles	82.1745
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Paneles	38.8888
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Subestación Elevadora	0.2025
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Vallado Libre	14.1436
PN	PASTIZAL NATURAL	Vallado Libre	28.7222
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Vallado Libre	37.4252
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	ZONA BESS	0.5929

Clave	Uso del Suelo y Vegetación	Componentes	ha
Total general			**306.6860**

En la siguiente figura se presenta la distribución de los componentes del proyecto respecto al USV según el INEGI.

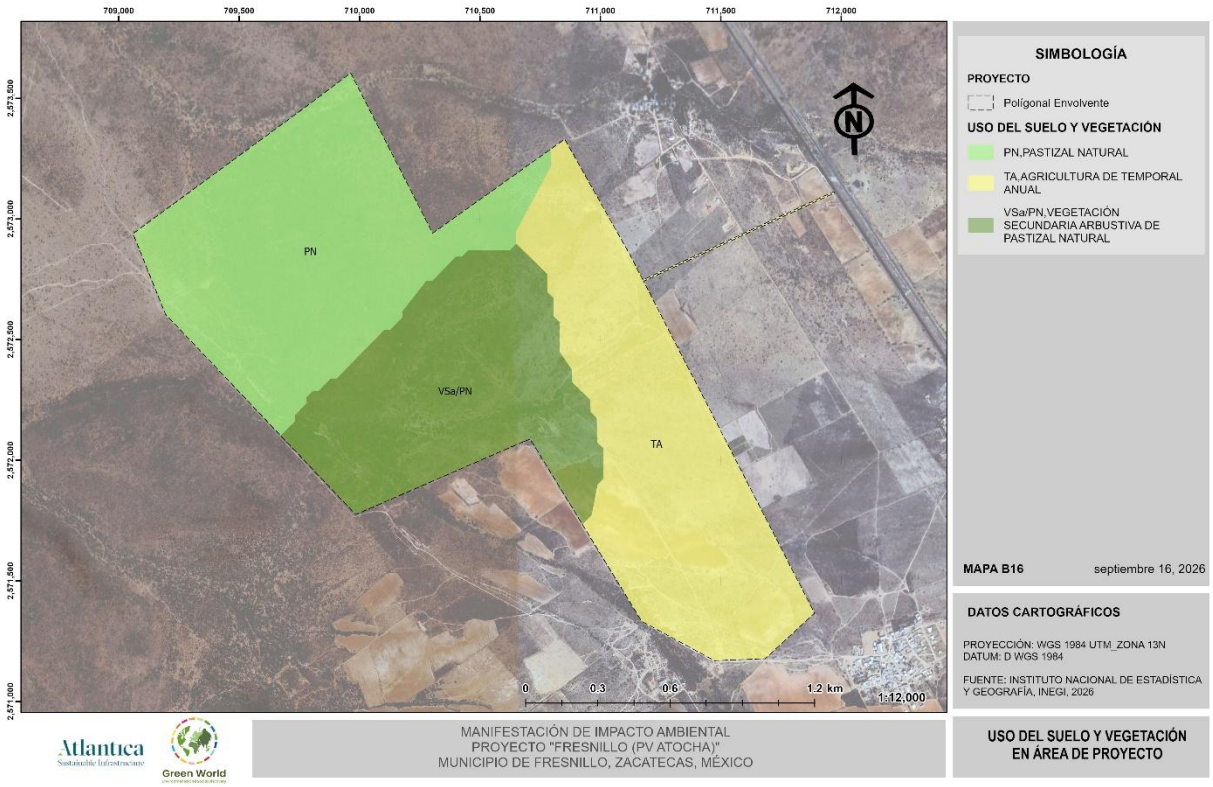


Figura 14. Uso de suelo y Vegetación dentro del Área del proyecto Fresnillo (PV Atocha) de acuerdo con INEGI.

Ahora bien, teniendo en cuenta que para el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional fue necesario realizar una caracterización in situ del área propuesta para el desarrollo del proyecto, se determinó que actualmente dentro del área del proyecto se distribuyen dos tipos de vegetación definidos como Matorral Crasicaule (MC) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC). En la siguiente tabla se muestra el detalle de USV por componente del proyecto.

Tabla 9. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto Fresnillo (PV Atocha).

Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Componente	Superficie (ha)
AT	Agricultura de Temporal	Camino de acceso	0.1156
AT	Agricultura de Temporal	Libre	15.7972
C	Construcción	Libre	0.0161
SD	Suelo desnudo	Libre	0.0959
SD	Suelo desnudo	Vallado Libre	0.1342
MC	Matorral Crasicaule	Acopios	2.3789
MC	Matorral Crasicaule	Caminos internos	1.8732
MC	Matorral Crasicaule	Inversores	0.0315
MC	Matorral Crasicaule	Paneles	111.1699
MC	Matorral Crasicaule	Vallado Libre	44.0900
MKX	Mezquital Xerófilo	Libre	0.4885
MKX	Mezquital Xerófilo	Vallado Libre	4.1490
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Acopios	0.8283
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Almacén	0.0178
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Camino de acceso	0.4088
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Caminos internos	0.8268
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Inversores	0.0121
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Libre	8.4061
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Paneles	31.9322
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Subestación Elevadora	0.2025
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Vallado Libre	30.4208
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	ZONA BESS	0.5929
ZI	Zona Incendiada	Libre	51.2008
ZI	Zona Incendiada	Vallado Libre	1.4970
Total general			306.6860

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación determinados mediante el trabajo de campo realizado en el área del proyecto.

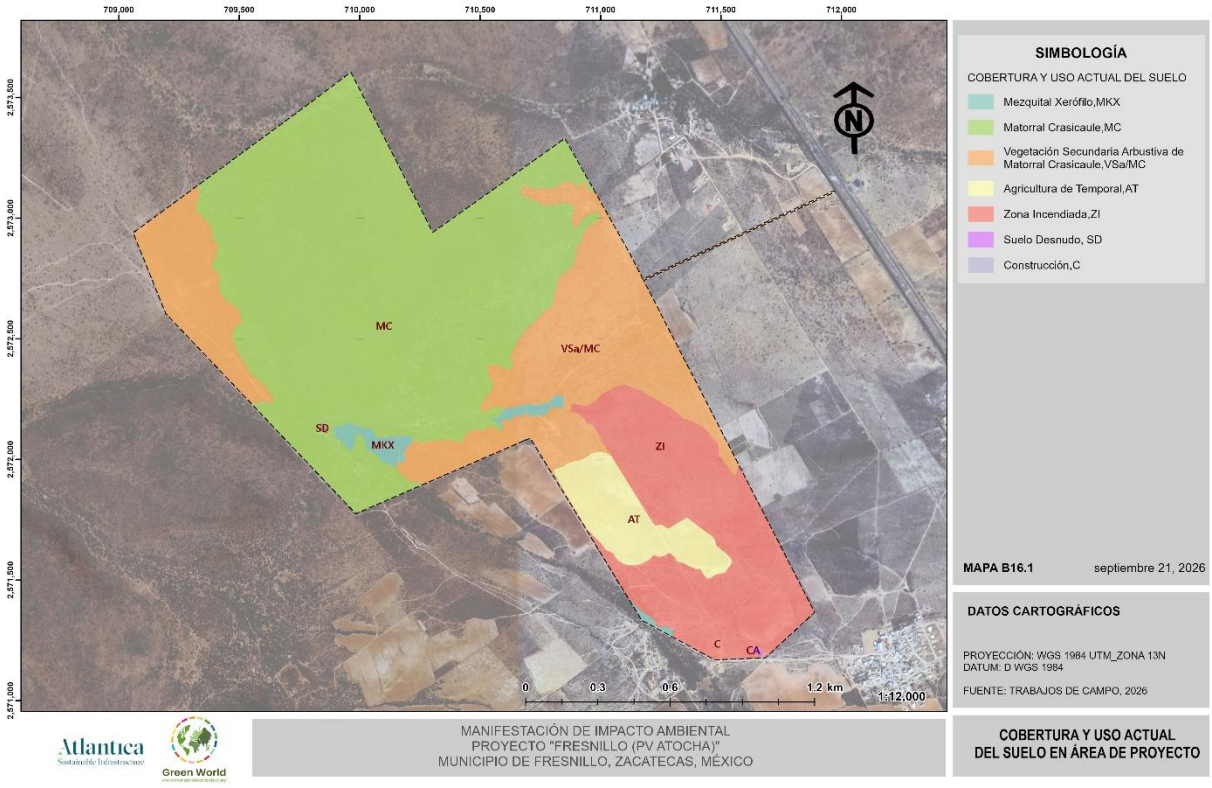


Figura 15 Uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto respecto al trabajo de campo realizado.

En este sentido, se tiene que para la implementación del proyecto Fresnillo (PV Atocha) será necesaria la remoción de al menos **228.9346 ha**, las cuales según la caracterización biológica del área del proyecto ostentan vegetación de tipo **Matorral Crasicaule (MC) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC)**, por lo cual será necesario tramitar los permisos correspondientes en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. En la siguiente tabla se presenta la ocupación de los componentes del proyecto por tipo de vegetación forestal.

Tabla 10. Superficie forestal por componente del proyecto.

Clave	Tipo de Vegetación	Componente	Superficie (Hha)
MC	Matorral Crasicaule	Acopios	2.3789
MC	Matorral Crasicaule	Caminos internos	1.8732

Clave	Tipo de Vegetación	Componente	Superficie (Hha)
MC	Matorral Crasicaule	Inversores	0.0315
MC	Matorral Crasicaule	Paneles	111.1699
MC	Matorral Crasicaule	Vallado Libre	44.0900
MKX	Mezquital Xerófilo	Vallado Libre	4.1490
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Acopios	0.8283
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Almacén	0.0178
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Camino de acceso	0.4088
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Caminos internos	0.8268
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Inversores	0.0121
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Paneles	31.9322
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Subestación Elevadora	0.2025
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	Vallado Libre	30.4208
VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	ZONA BESS	0.5929
TOTAL			**228.9346**

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

El desarrollo del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" fue evaluado respecto del marco jurídico y normativo vigente aplicable a los proyectos de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar, verificando su vinculación con la legislación ambiental, forestal, energética, territorial y de ordenamiento ecológico de competencia federal, estatal y municipal. Esta evaluación permitió identificar las disposiciones legales, reglamentarias y normativas aplicables, así como los instrumentos de planeación que regulan las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono del proyecto.

Como resultado del análisis realizado, se determinó que el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" es compatible con los ordenamientos jurídicos y los instrumentos de planeación aplicables, siempre que durante sus diferentes etapas se obtengan y mantengan vigentes las

autorizaciones y permisos que correspondan, y se dé cumplimiento a las obligaciones, condicionantes, programas ambientales y medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y en las resoluciones que emitan las autoridades competentes.

II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se analizaron los instrumentos jurídicos aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal, incluyendo leyes, reglamentos, acuerdos internacionales, programas de ordenamiento ecológico y territorial, planes de desarrollo y Normas Oficiales Mexicanas relacionados con la protección ambiental, el sector energético, el uso del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

El análisis permitió identificar las disposiciones y obligaciones que deberán atenderse durante las diferentes etapas del proyecto, mediante la obtención de las autorizaciones y permisos correspondientes y la aplicación de las medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

II.1.1 Leyes

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se analizaron las leyes federales aplicables en materia de protección ambiental, planeación y transición energética, funcionamiento del sector eléctrico, cambio climático, vida silvestre, recursos forestales, responsabilidad ambiental, gestión integral de residuos, aguas nacionales, asentamientos humanos y ordenamiento territorial, así como protección del patrimonio arqueológico, artístico e histórico.

El análisis permitió establecer la vinculación del proyecto con las disposiciones legales que regulan sus obras y actividades e identificar las obligaciones que deberán observarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono. Su cumplimiento estará sujeto a la obtención de las autorizaciones correspondientes y a la implementación de los programas y medidas ambientales previstos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

II.1.2 Reglamentos

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se analizaron los reglamentos federales aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental, planeación y transición energética, sector eléctrico, desarrollo forestal sustentable, gestión integral de residuos y aguas nacionales.

La revisión permitió identificar las disposiciones reglamentarias que deberán observarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono. Su cumplimiento estará sujeto a la obtención de las autorizaciones correspondientes y a la implementación de los programas, procedimientos y medidas ambientales establecidos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se analizó su vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), conforme a su localización en la Unidad Ambiental Biofísica 42 "Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas". Debido a que el estado de Zacatecas y el municipio de Fresnillo no cuentan con programas de ordenamiento ecológico estatal o local, la evaluación se complementó con los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables al área del proyecto.

En este sentido, se revisaron el Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Estado de Zacatecas, el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial y el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Fresnillo 2023-2040. El análisis permitió establecer la vinculación del proyecto con las políticas, estrategias, lineamientos y criterios territoriales aplicables, cuyo cumplimiento se apoyará en la implementación de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

II.1.4 Planes de Desarrollo

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se analizó su vinculación con los instrumentos de planeación relacionados con el desarrollo nacional, la protección ambiental, el sector energético y la atención del cambio climático. La revisión comprendió el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Programa Sectorial de Energía, el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2020-2024.

Asimismo, se consideró el Plan de Desarrollo Municipal de Fresnillo 2025-2027, con el propósito de verificar la relación del proyecto con los objetivos y estrategias de desarrollo aplicables al municipio. El análisis permitió establecer que el proyecto se vincula con las políticas orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables, el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica, la eficiencia energética, la reducción de emisiones y el desarrollo económico regional bajo criterios de protección ambiental y ordenamiento territorial.

II.1.5 Áreas Naturales Protegidas

II.1.5.1 Federal.

El concepto de Áreas Naturales Protegidas (ANP) corresponde a las zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y en donde los ecosistemas no han sido alterados significativamente por la actividad humana o requieren preservación o restauración. Actualmente, se tiene registro de 183 áreas naturales de carácter federal que representan más de 90,942,124 hectáreas del territorio nacional las cuales son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

El proyecto no tiene contacto ni se encuentra en ninguna de las Áreas Naturales Protegidas de carácter federal en el estado de Zacatecas y sus alrededores, esto con base en los datos disponibles en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). El Área Natural Protegida de competencia federal más cercana al proyecto es la CADNR 043 Estado de Nayarit, la cual se encuentra ubicada a 51.22 km al suroeste del AP; la segunda área natural protegida

más cercana al proyecto es la CADNR 001 Pabellón, a 85.44 km al sureste del proyecto, por lo cual se establece que las áreas naturales protegidas no presentarán afectación con la implementación del proyecto.

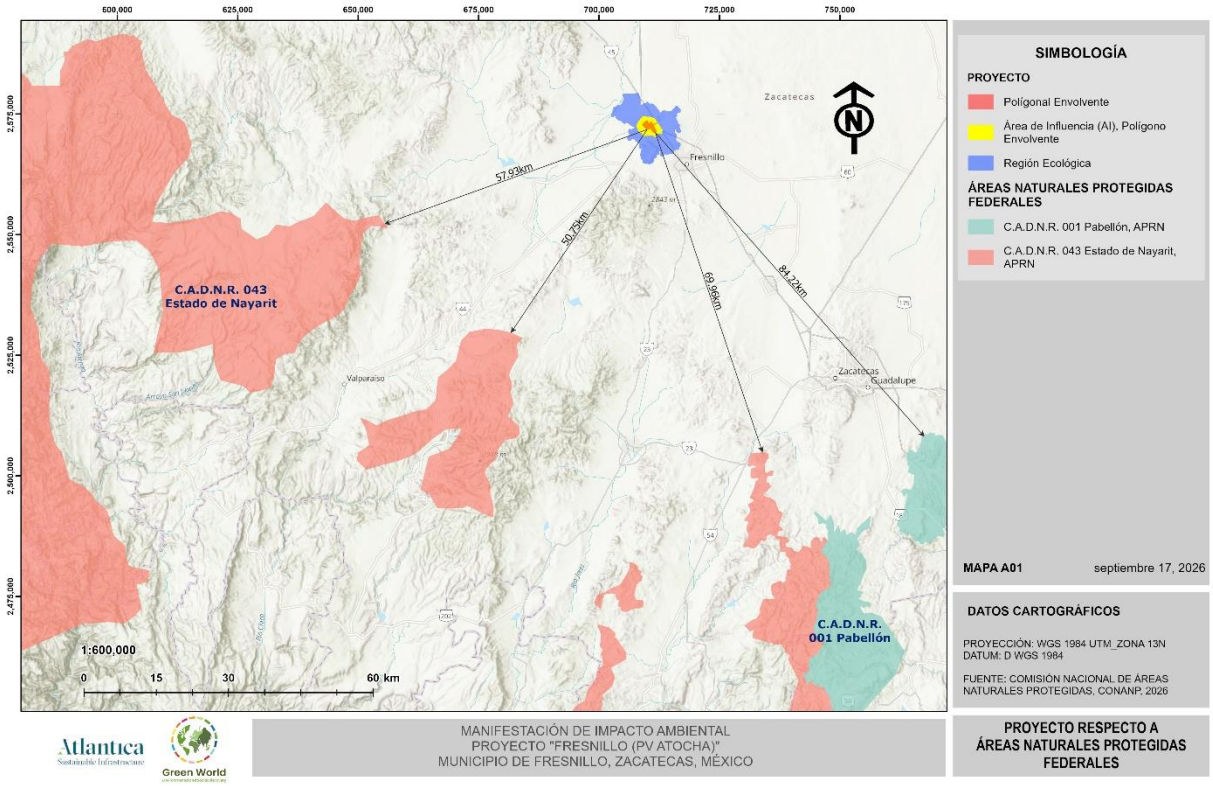


Figura 16. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Federales más cercanas.

II.1.5.2 Estatal

Las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal también se consideran fundamentales para el equilibrio y mantenimiento de las especies. En el estado de Zacatecas se tiene únicamente el registro de la Reserva de la Biósfera Desierto Semiárido de Zacatecas, la cual forma parte del municipio de Fresnillo como área natural protegida de competencia estatal, de acuerdo con los datos obtenidos en CONABIO.

Sin embargo, cercanas al proyecto se encuentran áreas naturales protegidas como el Parque Estatal Ruta Huichola (1), a 51.94 km; camino al Parque Estatal Ruta Huichola (2), a 60.07 km;

El Cedral (3), a 102.66 km; La Quemada (4), a 87.43 km; el polígono más lejano del Parque Estatal Ruta Huichola (5), a 73.77 km; y Huiricuta, los lugares sagrados y la ruta histórico-cultural del pueblo Huichol (6), a 88.25 km. Se establece que el área natural protegida más cercana es el Parque Estatal Ruta Huichola (1).

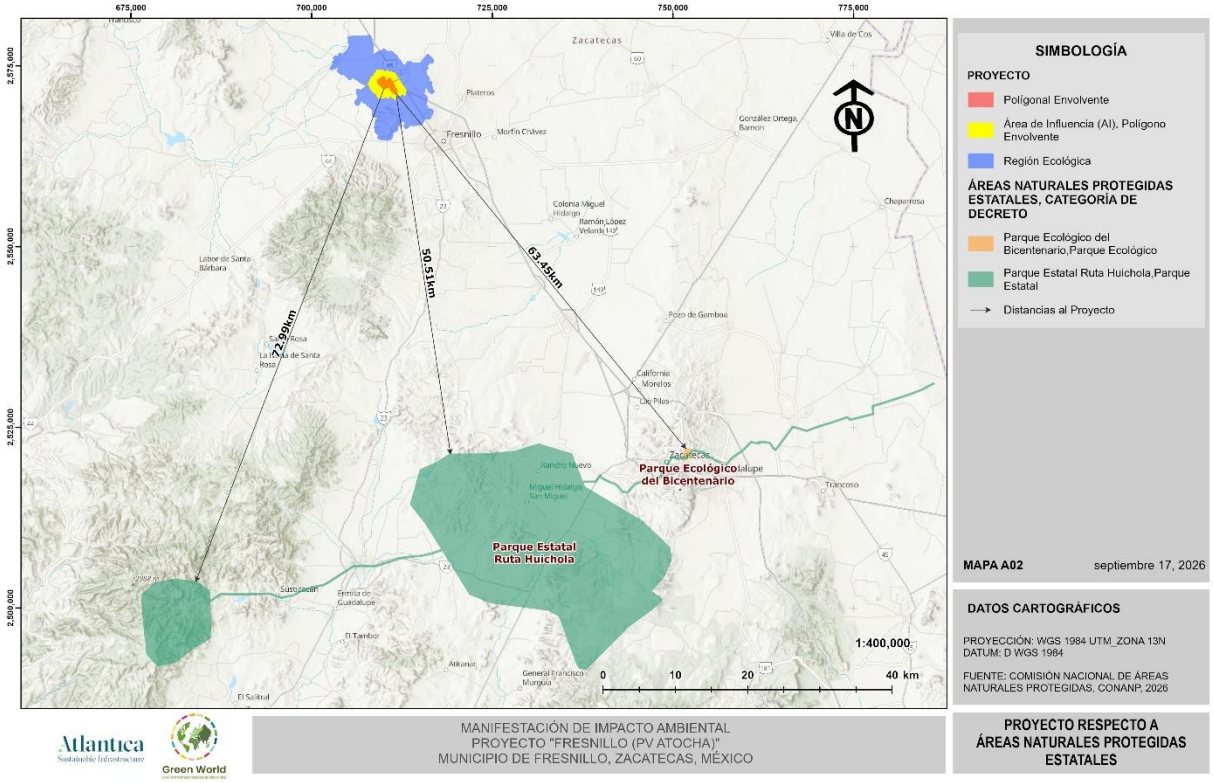


Figura 17. Ubicación de las ANP Estatales más cercanas al proyecto.

II.1.5.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Las Áreas de importancia para la conservación (AICAS) son aquellas que establecen criterios técnicos considerando la presencia de especies de avifauna que se consideran prioritarias para la conservación. Este programa surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX), CONABIO y BirdLife International.

Con la información recabada por medio de la plataforma digital CONABIO, se determinó que el proyecto no se encuentra establecido dentro o cercano de ninguna AICA, siendo la AICA más cercana al AP la de "Sierra de Valparaíso" la cual se encuentra a 45.84 km de distancia.

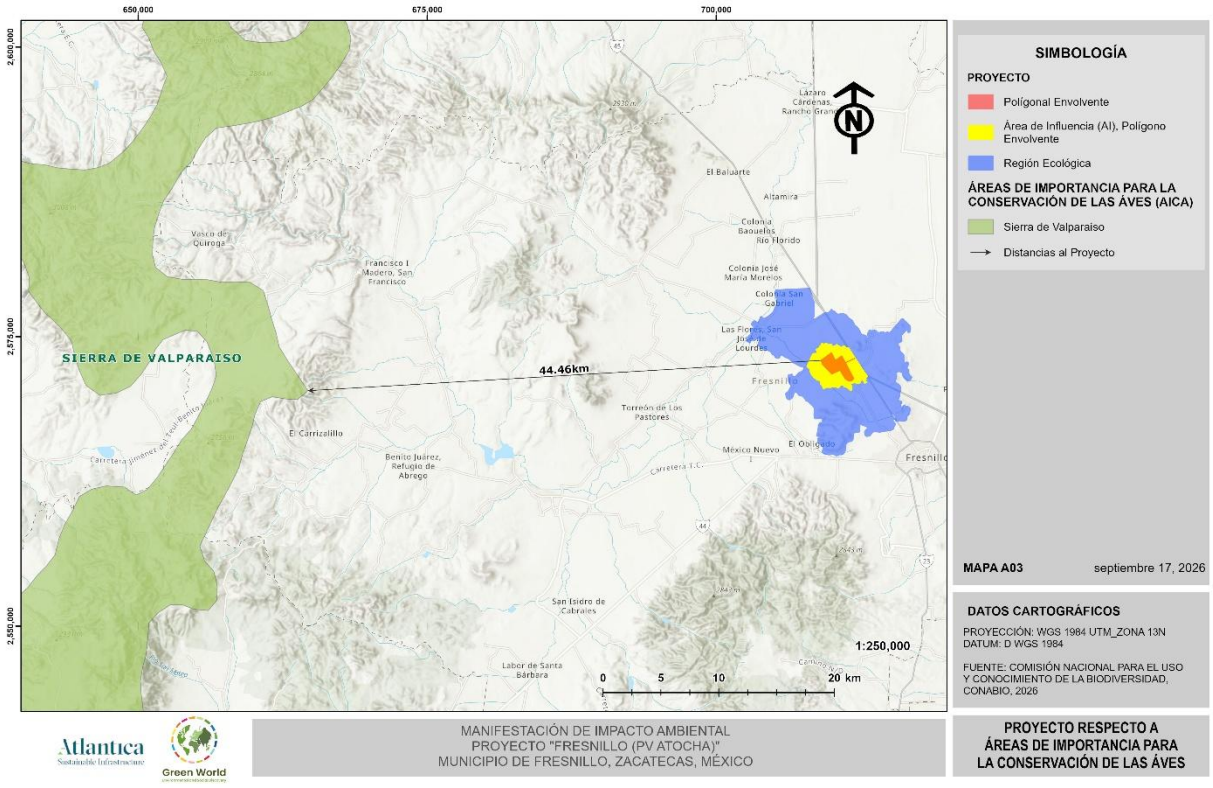


Figura 18 Ubicación de las AICAS más cercanas al Proyecto.

II.1.6 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP)

II.1.6.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias determinan unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, destacando por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente superior al resto del país, así como por su integridad ecológica funcional y significativa, considerando que tienen el potencial para la conservación. Por lo tanto, se han establecido 152 regiones que se consideran prioritarias

terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, estas llegan a abarcar una superficie de 515,558 km2 las cuales superan más de la cuarta parte del país.

Estas delimitaciones son demarcadas por la CONABIO con base en las características edafoclimáticas aptas para diferentes ecosistemas complejos, los cuales deben considerarse como prioritarios para la preservación, debido a los endemismos clasificados bajo criterios biológicos de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y su pertinencia para la conservación.

El área establecida del proyecto no se encuentra dentro ni en cercanía significativa de ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), La RTP más cercana al AP es la de "Sierra Fría", cuya extensión predomina principalmente en el estado de Aguascalientes y presenta una distancia de 86.93 km respecto al proyecto.

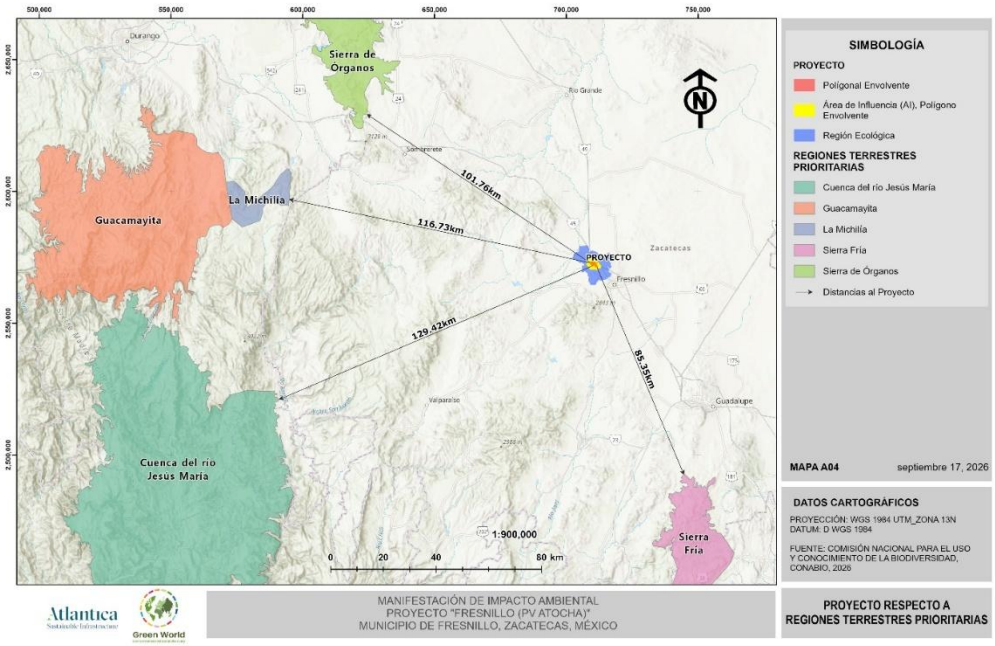


Figura 19. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al proyecto.

II.1.7 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentan algún tipo de amenaza. A su vez, fueron identificadas 29 áreas de importancia biológica, aunque la información sobre la biodiversidad de estos sitios es limitada.

Por medio de los datos disponibles en CONABIO, se identificaron las RHP más cercanas al AP, siendo la Región Camacho-Gruñidora, a 62.14 km de distancia, y la región Valle de Aguascalientes-León Río Calvillo, a 79.93 km, las más cercanas al AP; ninguna de estas presenta una cercanía importante.

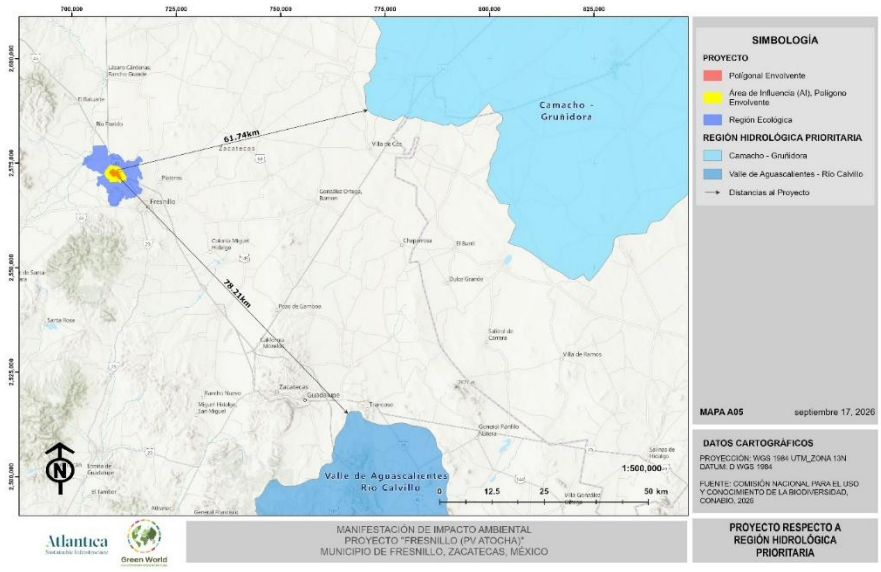


Figura 20 Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas al proyecto.

II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que tienen incidencia en el Desarrollo del Proyecto, incluyen diversos aspectos entre los que se mencionan los siguientes:

II.1.8.1 Agua

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua que se vinculan con la ejecución del proyecto:

Tabla 11. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Agua.

NOM OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	El Proyecto en sus etapas de preparación de sitio y construcción, contará con baños portátiles mediante una empresa subcontratada con autorizaciones vigentes que será la responsable de realizar la adecuada disposición en sitios autorizados para los desechos. En la etapa de operación y mantenimiento, las oficinas contarán con baños, los cuales tendrán una fosa séptica o biodigestor, no estarán conectados a la red municipal de drenaje. En el caso de ser fosa séptica el Promovente se encargará de contratar a una empresa certificada para desazolvar y retirar periódicamente los desechos y realizar su adecuada disposición.
NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	

II.1.8.2 Aire

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire que se vinculan con la ejecución del proyecto:

Tabla 12. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Aire.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-041-SEMARNAT-2015	

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
Que establece los límites permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	A todo vehículo automotor que utilice diésel como combustible y circule al interior AP, se le realizarán revisiones periódicas con el fin de regular las emisiones de gases contaminantes provenientes de sus escapes, especialmente a los que se requieran para la etapa de construcción y operación del proyecto. De tal manera que cumplan con la verificación vehicular vigente. Todos aquellos que no cumplan con el requisito, deberán someter sus unidades a un servicio de mantenimiento correctivo para puedan tener acceso el AP, mencionando que se propone un Programa de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo en donde se detallaran procedimientos.
NOM-045-SEMARNAT-2006 Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de pruebas y características técnicas del equipo de medición	

II.1.8.3 Residuos

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos que se vinculan con la ejecución del proyecto:

Tabla 13. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Residuos.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante el Proyecto se llevará a cabo el Plan de Manejo Integral de Residuos se cumplirá en todas las etapas del proyecto, el cual tiene como objetivo realizar correcta segregación de residuos. Los residuos serán colocados en contenedores debidamente rotulados que cumplan con lo requerido por la NOM y se ubicarán en un almacén temporal exclusivo para este tipo de residuo, para su disposición final se contratará una empresa certificada y con los permisos ambientales vigentes, quien será el responsable de dicha disposición en un sitio autorizado previamente por la instancia competente.
NOM-055-SEMARNAT-2003 Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente establecidos.	
NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos	Durante el desarrollo del Proyecto, se considerarán como residuos de manejo especial a aquellos que se originen de la generación de tarimas, embalajes y

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	cartón que forman parte del empaque de los paneles, deshechos administrativos como hojas, carpetas, etc. En caso de generarse este tipo de residuos en el proyecto, serán dispuestos a cargo de una empresa contratista certificada y con todos los permisos ambientales vigentes, además deberán de contar con un sitió correcto y autorizado para depositar este tipo de residuos.

II.1.8.4 Ruido

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido que se vinculan con la ejecución del proyecto.

Tabla 14. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Ruido.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	VINCULACIÓN
NOM-080-SEMARNAT-1994 Esta norma oficial mexicana 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	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción se emplearán vehículos pesados y se realizarán actividades que generarán emisión de ruido, sin embargo, se ejecutarán acciones para que la emisión de ruido sea mínima y sobre todo no sobrepase los límites máximos permisibles. Para el resto de las etapas, las emisiones de ruido serán muy bajas debido al tipo de actividades destinadas y al bajo uso de vehículos pesados para estas etapas.

II.1.8.5 Flora y Fauna

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de flora y fauna que se vinculan con la ejecución del proyecto:

Tabla 15. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Flora y Fauna Silvestre.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	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. Listado de especies en riesgo.	Las actividades del proyecto serán aplicadas cumpliendo estrictamente lo señalado por la Norma Oficial Mexicana, identificando previamente la presencia de especies que se encuentren enlistadas en la NOM. De presentar el registro de alguna especie en riesgo será ejecutado el programa de rescate y reubicación.

II.1.8.6 Sector Energético.

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia del sector energético que se vinculan con la ejecución del proyecto.

Tabla 16 Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas en el Sector Energético.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	VINCULACIÓN
NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas Artículo 690 – Sistemas Solares Fotovoltaicos	El Diseño y la construcción del Proyecto esta apegada a los lineamientos que se encuentran en la NOM, específicamente en el artículo 690. El proyecto cumple con los requisitos de instalación, arreglos, circuitos y transporte

II.1.8.7 Condiciones de Seguridad.

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de condiciones se seguridad que se vinculan con la ejecución del proyecto:

Tabla 17. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	VINCULACIÓN
NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de Seguridad.	La empresa cuenta con procedimientos establecidos para dicha obra, en los cuales se contemplan: • Delimitación de áreas • Servicios Sanitarios • Señalización para tránsito vehicular • Procedimientos de seguridad para realizar cada actividad.
NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad- Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Se contará con extintores adecuados, así como, con procedimientos e instrucciones. Además, se cuenta con programas de atención de emergencias
NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	La empresa cumplirá con las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

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

Para caracterizar el entorno en el que se desarrollará el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", se delimitó una Región Ecológica (RE) con una superficie aproximada de 10,460 ha, dentro del municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas. Esta delimitación permitió integrar las condiciones ambientales y territoriales del área donde se inserta el proyecto, cuya Área del Proyecto (AP) comprende 306.6860 ha y se encuentra próxima a la carretera federal 45, aproximadamente a 10 km al noroeste de la ciudad de Fresnillo y en inmediaciones de la localidad Los Ángeles de los Medrano.

La delimitación de la RE se realizó mediante el análisis conjunto de criterios físicos, bióticos y territoriales, entre los que se consideraron la Unidad Ambiental Biofísica 42 "Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas", la regionalización y los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables, las condiciones topográficas e hidrológicas, las microcuencas y escurrimientos

superficiales, los usos del suelo y tipos de vegetación, así como la distribución de las actividades productivas, la infraestructura y los asentamientos humanos. De manera complementaria, se delimitó un Área de Influencia de aproximadamente 1,318 ha, considerando los espacios en los que podrían manifestarse de forma directa e indirecta las interacciones ambientales asociadas con el proyecto.

La caracterización de la RE permitió identificar un paisaje conformado por matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, pastizal natural y áreas destinadas a la agricultura de riego y de temporal. En el AP predominan el pastizal natural, la agricultura de temporal y la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, aunque los trabajos de campo permitieron reconocer comunidades de matorral crasicaule y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. Asimismo, el territorio presenta un clima semiárido templado, precipitaciones limitadas y escurrimientos superficiales intermitentes asociados principalmente con los arroyos El Gato y Las Jarillas.

La problemática ambiental de la RE se relaciona principalmente con la transformación histórica de la cobertura vegetal por las actividades agrícolas y pecuarias, la presencia de vegetación secundaria, la fragmentación del hábitat, la presión sobre el suelo y la limitada disponibilidad de agua característica de la región. No obstante, permanecen parches de vegetación natural y secundaria, cauces intermitentes y áreas que mantienen funciones de refugio, alimentación, desplazamiento y conectividad para la fauna silvestre.

El análisis integrado de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos permitió establecer el estado ambiental actual de la RE y reconocer su sensibilidad frente a las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del proyecto. Esta caracterización constituye la base técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales de "Fresnillo (PV Atocha)", así como para la definición de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento correspondientes

III.1 Criterios empleados para la delimitación de la Región Ecológica con características y alcances del proyecto.

III.1.1 Ubicación y distribución del proyecto

Se pretende construir un proyecto de energía fotovoltaica convencional en sus componentes, sobre un terreno conformado orográficamente por lomeríos ubicado en el municipio de Fresnillo, Zacatecas; sobre la Carretera Federal 45 San Alto-Fresnillo, colinda al sureste con la localidad Los Ángeles de los Medrano y se encuentra a aproximadamente 10 km al noroeste del centro de la ciudad de Fresnillo, Zacatecas, como se ilustra en la siguiente figura.

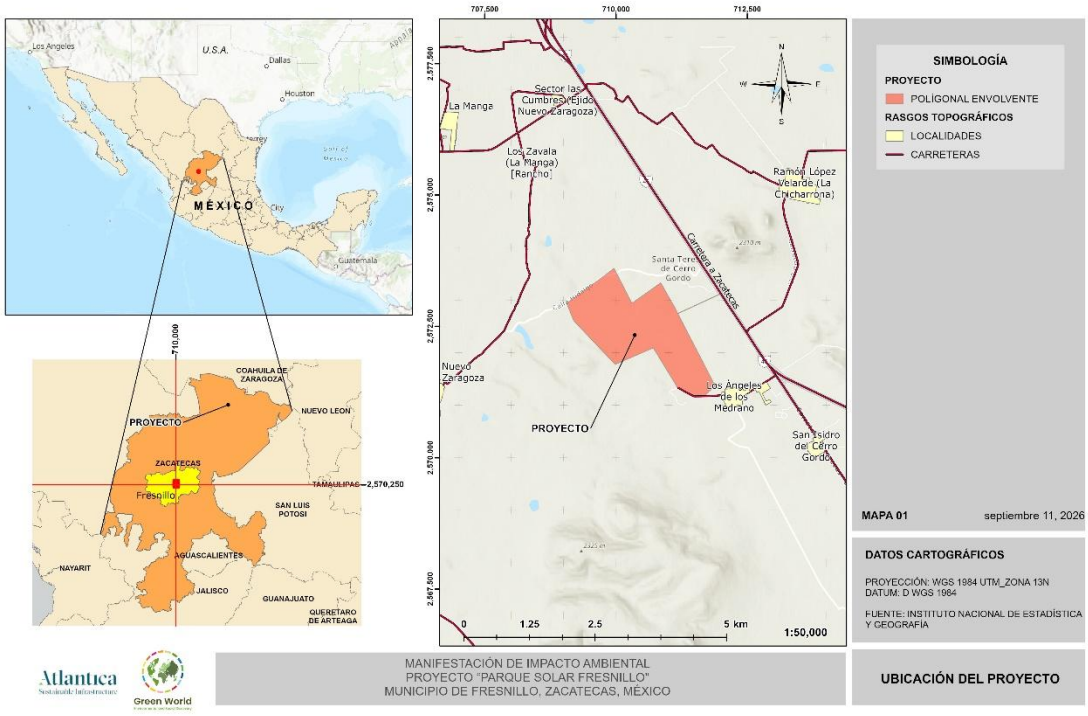


Figura 21. Ubicación del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)".

III.2 Área de Influencia

Para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" se delimitó un Área de Influencia (AI) de aproximadamente 1,318 ha, considerando el espacio en el que podrían manifestarse de

manera directa o indirecta las interacciones ambientales y territoriales derivadas de su preparación, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono.

La delimitación del AI tomó como referencia el Área del Proyecto, con una superficie de 306.6860 ha, e incorporó los elementos del entorno inmediato que mantienen relaciones funcionales con esta. Para ello, se analizaron la topografía, las microcuencas y los escurrimientos superficiales intermitentes, los usos del suelo y tipos de vegetación, la continuidad de los hábitats, las vías de acceso, la infraestructura existente y la proximidad de localidades, especialmente Los Ángeles de los Medrano.

El AI comprende un paisaje donde se combinan áreas agrícolas, pastizales, matorral crasicaule y vegetación secundaria, además de caminos y otros elementos de infraestructura. Su delimitación permite identificar los componentes ambientales que podrían recibir efectos más allá de la superficie ocupada físicamente por las obras, como el desplazamiento temporal de fauna, la modificación del paisaje, la generación de ruido y emisiones, el incremento del tránsito vehicular y las posibles variaciones en la dinámica de los escurrimientos.

Esta unidad de análisis facilita la evaluación de los impactos directos e indirectos del proyecto y permite establecer medidas ambientales acordes con las condiciones del entorno inmediato, sin perder su relación funcional con la Región Ecológica.

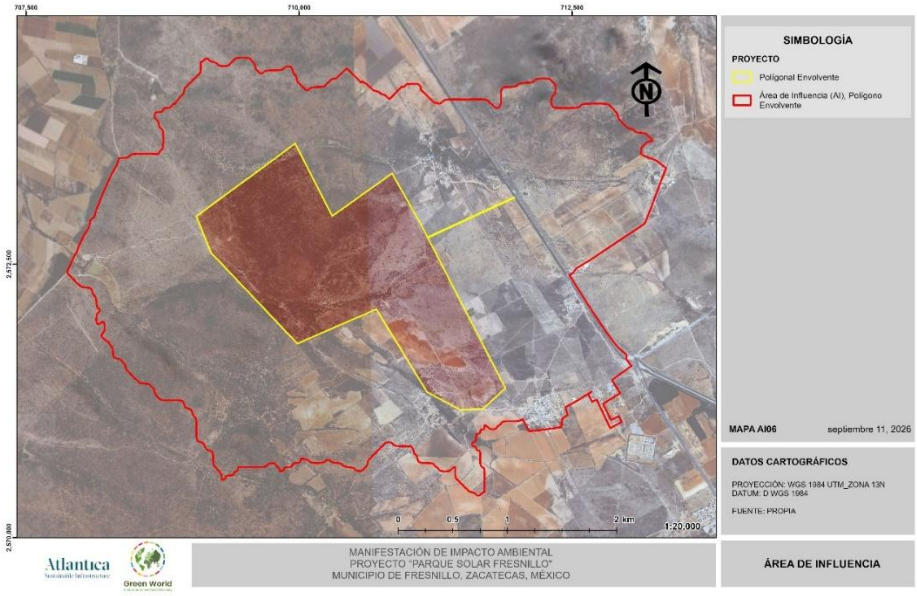


Figura 22. Área de Influencia

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE

La Región Ecológica del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" comprende una superficie aproximada de 10,460.35 ha, dentro de la cual se identificó un mosaico conformado por coberturas naturales, vegetación secundaria, áreas agropecuarias, asentamientos humanos y cuerpos de agua. Las coberturas con mayor extensión corresponden al pastizal natural, con 2,786.4062 ha, equivalentes al 26.64 % de la RE, y a la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, con 2,635.8999 ha, que representa el 25.20 %.

Las superficies destinadas a actividades agrícolas también ocupan una proporción importante del territorio. La agricultura de riego comprende 2,572.2023 ha, equivalentes al 24.59 % de la RE, mientras que la agricultura de temporal ocupa 2,097.9452 ha, correspondientes al 20.06 %. En conjunto, estas coberturas evidencian la transformación histórica del territorio por el desarrollo de actividades productivas y la sustitución o modificación parcial de la vegetación original.

En menor proporción se identificaron 276.4418 ha de matorral desértico rosetófilo, equivalentes al 2.64 % de la RE; 85.1167 ha de asentamientos humanos, que representan el

0.81 %; y 6.3340 ha de cuerpos de agua, correspondientes al 0.06 %. La distribución de estas coberturas muestra que la RE conserva áreas de vegetación natural y secundaria intercaladas con superficies agrícolas, pecuarias, infraestructura y asentamientos humanos.

En términos generales, la configuración del uso del suelo y la vegetación refleja un paisaje previamente modificado y fragmentado, en el que los pastizales, la vegetación secundaria y los remanentes de matorral mantienen funciones ambientales relacionadas con la protección del suelo, la infiltración, el desplazamiento de fauna y la conectividad entre hábitats. Estas condiciones fueron consideradas para caracterizar el estado actual de la RE y evaluar la posible interacción del proyecto con los componentes bióticos y territoriales presentes.

III.4 Especies potenciales

A partir de la revisión de fuentes bibliográficas, bases de datos y registros disponibles para la Región Ecológica del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", se integró un listado de 494 especies potenciales de flora vascular, agrupadas en 78 familias botánicas. Del total identificado, 338 especies son nativas de México, 108 son endémicas, 28 corresponden a especies exóticas, 17 se consideran exóticas invasoras y para tres especies no fue posible determinar su origen con la información consultada.

Entre las especies potenciales se identificaron tres incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Mammillaria mercadensis y Mammillaria moelleriana, clasificadas como Sujetas a Protección Especial, y Chiranthodendron pentadactylon, clasificada como Amenazada. La presencia potencial de estas especies fue considerada para orientar los recorridos, el diseño del muestreo y las medidas preventivas aplicables al componente florístico.

No obstante, el listado potencial representa especies con distribución posible en la región y no confirma su presencia dentro del Área del Proyecto. Durante los muestreos de campo no se registraron las tres especies señaladas ni otras especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, la caracterización y evaluación ambiental se sustentaron en los resultados obtenidos directamente en campo, utilizando el listado potencial como referencia regional y como criterio preventivo para el desarrollo del proyecto.

III.5 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica

Con el propósito de establecer la línea base ambiental del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", se realizó la caracterización integral de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico presentes dentro de la Región Ecológica delimitada. Este análisis permitió identificar las condiciones ambientales actuales, las relaciones funcionales entre los diferentes elementos del territorio y las principales características que determinan su comportamiento ecológico y social. La información obtenida constituye el fundamento para la evaluación de los impactos ambientales, la identificación de áreas sensibles y la definición de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento propuestas para el proyecto.

La Región Ecológica comprende una superficie aproximada de 10,460.35 ha y se localiza en el municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas. Dentro de esta unidad territorial se encuentra el Área del Proyecto, con una superficie de 306.6860 ha, ubicada aproximadamente a 10 km al noroeste de la ciudad de Fresnillo, en las inmediaciones de la carretera federal 45 y de la localidad Los Ángeles de los Medrano. Sobre esta región se efectuó la caracterización de los componentes biótico, abiótico, paisajístico y socioeconómico, cuyos principales resultados se presentan en los apartados siguientes.

III.5.1 Descripción del componente biótico

La caracterización del componente biótico de la Región Ecológica del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" comprendió el análisis de la vegetación, la flora y la fauna silvestre, mediante la revisión de información bibliográfica y cartográfica, complementada con recorridos y muestreos de campo realizados tanto en el Área del Proyecto como en la Región Ecológica. Este análisis permitió identificar la composición, estructura, riqueza, diversidad y estado de conservación de las comunidades biológicas presentes.

La Región Ecológica se encuentra conformada por un mosaico de pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, áreas agrícolas y remanentes de matorral. No obstante, durante los trabajos de campo se reconocieron comunidades de matorral crasicaule y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. Estas comunidades presentan

estratos arbóreo, cactáceo, arbustivo y herbáceo, con variaciones locales en su riqueza, abundancia, dominancia y grado de conservación.

Para la flora se establecieron 22 sitios de muestreo, distribuidos equitativamente entre el Área del Proyecto y la Región Ecológica. Como resultado, se registraron 56 especies de flora vascular pertenecientes a 24 familias; 44 especies fueron identificadas en el Área del Proyecto y 39 en la Región Ecológica, con 27 especies compartidas. Del total registrado, 39 especies son nativas de México, 11 endémicas, cinco exóticas y una exótica invasora. Ninguna de las especies observadas en campo se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron siete especies de cactáceas incorporadas en el Apéndice II de la CITES.

La vegetación presentó continuidad florística entre el Área del Proyecto y la Región Ecológica. Entre las especies representativas se encuentran Neltuma laevigata y Yucca filifera en el estrato arbóreo; Opuntia streptacantha, Mammillaria wagneriana y Opuntia rastrera en el estrato cactáceo; así como Jatropha dioica, Dalea bicolor y Mimosa zygophylla en el estrato arbustivo. Las diferencias entre ambas unidades se relacionan principalmente con cambios en la abundancia, dominancia y distribución local de las especies.

La fauna silvestre fue evaluada mediante transectos, puntos de conteo, trampas, búsqueda de rastros y cámaras trampa. Para la avifauna se registraron 36 especies y 253 individuos en la Región Ecológica, y 26 especies y 183 individuos en el Área del Proyecto, con 21 especies compartidas. En el caso de los mamíferos, el análisis de diversidad reportó ocho especies y 24 individuos en la Región Ecológica, y nueve especies y 27 individuos en el Área del Proyecto. La coincidencia de especies muestra que ambas unidades mantienen una relación funcional y forman parte de un mismo mosaico de alimentación, refugio y desplazamiento.

Conforme a los resultados consignados en el capítulo, se registraron dos especies de mamíferos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Peromyscus maniculatus, en la categoría Amenazada, y Lepus californicus, Sujeta a Protección Especial. En conjunto, el componente biótico presenta elementos de importancia ecológica asociados con el endemismo, la presencia de cactáceas, las especies en categoría de riesgo y la conectividad entre los remanentes de vegetación, por lo que deberán aplicarse medidas de protección, ahuyentamiento, rescate, reubicación y seguimiento durante el desarrollo del proyecto.

III.5.2 Descripción del componente abiótico

La caracterización del componente abiótico de la Región Ecológica del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" comprendió el análisis del clima, la calidad atmosférica, el relieve, la geología, la geomorfología, los suelos, la hidrología superficial y subterránea, así como los procesos físicos que determinan el funcionamiento ambiental del territorio. Esta información permitió reconocer las condiciones naturales del área y su sensibilidad frente a las actividades asociadas con el desarrollo del proyecto.

En la Región Ecológica predomina el clima semiárido templado BS1kw, con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C y precipitación aproximada de 300 a 400 mm anuales. Para su caracterización se consideró la información de la estación meteorológica 32020 Fresnillo, ubicada aproximadamente a 9.75 km del proyecto, utilizando las normales climatológicas del periodo 1991-2020. Las condiciones de escasa precipitación y elevada variabilidad estacional limitan la disponibilidad de humedad y condicionan el desarrollo de la vegetación y la recuperación natural de las superficies perturbadas.

Desde el punto de vista hidrológico, la Región Ecológica se localiza dentro de la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval y de la subcuenca del río Trujillo. En el entorno del proyecto se identificaron seis escurrimientos superficiales de carácter intermitente, asociados principalmente con los arroyos El Gato y Las Jarillas. Estos cauces transportan agua durante eventos de precipitación y cumplen funciones de conducción, infiltración y conectividad dentro del paisaje, por lo que deberán mantenerse libres de obstrucciones y protegerse durante la construcción y operación del proyecto.

El relieve y la configuración del terreno influyen en la dirección de los escurrimientos, la acumulación temporal de agua y la susceptibilidad del suelo a los procesos erosivos. La combinación de precipitaciones concentradas, cobertura vegetal discontinua, actividades agropecuarias y superficies expuestas favorece la erosión hídrica y eólica, especialmente en áreas intervenidas o con menor protección vegetal. Por ello, el manejo del suelo deberá priorizar la reducción de desmontes innecesarios, el control de sedimentos, la conservación de la capa superficial y la estabilización de las áreas temporales.

La Región Ecológica presenta un paisaje físico previamente modificado por la agricultura, el pastoreo, los caminos, la infraestructura y los asentamientos humanos. No obstante, los cauces intermitentes, los suelos con cobertura vegetal y las áreas de matorral y pastizal mantienen funciones ambientales relacionadas con la infiltración, la regulación de los escurrimientos y la protección frente a la erosión.

En conjunto, el componente abiótico refleja las condiciones propias de un ambiente semiárido, con disponibilidad limitada de agua y susceptibilidad a la degradación del suelo. Estas características deberán considerarse en el diseño y aplicación de medidas para conservar la dinámica natural de los escurrimientos, prevenir la contaminación, controlar la erosión, reducir la emisión de partículas y favorecer la recuperación de las superficies afectadas.

III.5.3 Descripción del componente socioeconómico

La caracterización del componente socioeconómico de la Región Ecológica del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" consideró las condiciones demográficas, territoriales, productivas y de infraestructura del municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas. El análisis permitió identificar la relación del proyecto con los asentamientos humanos, las vías de comunicación, las actividades económicas y la disponibilidad de bienes, servicios y mano de obra en el entorno regional.

El Área del Proyecto se localiza aproximadamente a 10 km al noroeste de la ciudad de Fresnillo, próxima a la carretera federal 45 y en inmediaciones de la localidad Los Ángeles de los Medrano. Esta ubicación facilita la comunicación con la cabecera municipal y el acceso de personal, maquinaria, materiales y servicios requeridos para las diferentes etapas del proyecto. Asimismo, la red vial existente constituye un elemento relevante para evaluar los posibles cambios temporales en el tránsito y la movilidad local durante la preparación del sitio y la construcción.

En la Región Ecológica tienen una participación importante las actividades agrícolas y pecuarias, lo cual se refleja en la presencia de superficies destinadas a agricultura de riego y

de temporal, pastizales y áreas de pastoreo. Estas actividades han intervenido históricamente en la configuración del paisaje y en la transformación de la cobertura vegetal. También se identifican caminos, infraestructura y asentamientos humanos dispersos que forman parte de la dinámica territorial del municipio.

El desarrollo del proyecto puede generar efectos socioeconómicos favorables, principalmente por la contratación temporal de mano de obra, la demanda de bienes y servicios locales y el fortalecimiento de la infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica. Estos beneficios se concentrarán especialmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que durante la operación la demanda de personal será menor y estará relacionada principalmente con actividades técnicas, de vigilancia y mantenimiento.

De manera paralela, el proyecto puede ocasionar efectos temporales asociados con el incremento del tránsito de vehículos, la movilización de maquinaria, la generación de ruido y polvo, y una mayor demanda de algunos servicios. Por ello, será necesario mantener comunicación con las localidades cercanas, aplicar medidas de seguridad vial, controlar los horarios y rutas de transporte y priorizar, cuando sea posible, la contratación de personal y proveedores locales.

En términos generales, el proyecto se inserta en un territorio con actividades productivas e infraestructura existentes, por lo que su desarrollo deberá mantener compatibilidad con la dinámica económica y social del municipio. La aplicación de medidas de manejo permitirá potenciar los beneficios relacionados con el empleo y la demanda de servicios, al tiempo que se previenen o reducen las molestias temporales para la población y las actividades productivas del entorno.

III.6 Diagnostico ambiental

El diagnóstico ambiental constituye una etapa fundamental para determinar las condiciones actuales del sistema ambiental en el que se pretende desarrollar el parque fotovoltaico, en el municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas. A partir de la información obtenida en los

apartados de caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico, se realiza una integración de los componentes ambientales y de las interacciones que se establecen entre ellos, con la finalidad de identificar el estado de conservación, las condiciones de funcionamiento y las principales problemáticas ambientales presentes en el área de estudio.

Este análisis permite reconocer los procesos naturales y antropogénicos que influyen en la dinámica del sistema ambiental, así como las presiones y agentes de cambio que pueden favorecer su deterioro o recuperación. Asimismo, se consideran las tendencias de desarrollo de la región, los usos actuales del territorio y las condiciones de vulnerabilidad de los componentes ambientales, con el propósito de establecer una línea base que permita comprender su comportamiento ante la posible ejecución del proyecto.

De esta manera, el diagnóstico ambiental integrado proporciona los elementos técnicos necesarios para identificar los factores ambientales relevantes, reconocer las áreas o componentes que presentan mayor sensibilidad y establecer las bases para el análisis de los impactos ambientales potenciales asociados con las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el abandono del parque fotovoltaico. Con ello, se contribuye a una evaluación integral de la relación entre el proyecto y el sistema ambiental, considerando tanto las condiciones actuales como las tendencias previsibles de su evolución.

Tabla 18. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	Agua	1. Cantidad
			2. Calidad
			3. Escorrentías
		Suelo	4. Calidad

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
			5. Estructura
			6. Erosión
			7. Recuperación
		Aire	8. Calidad
			9. Ruido
		Paisaje	10. Visibilidad
			11. Calidad
			12. Alteración/fragilidad
			13. Recuperación
	MEDIO BIÓTICO	Flora	14. Diversidad
			15. Abundancia
			16. Regeneración
			17. Recuperación
		Fauna	18. Especies vulnerables

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
			19. Diversidad
			20. Modificación del hábitat
			21. Mortalidad
			22. Recuperación
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO		23. Actividades comerciales
			24. Generación de empleos
			25. Demanda de infraestructura y servicios
			26. Riesgo ocupacional

Para obtener el diagnóstico ambiental del área propuesta para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología propuesta por Batelle–Columbus. El método del Instituto Batelle–Columbus, es considerado uno de los mejores métodos cuantitativos que se han desarrollado para la evaluación de impactos ambientales. Su objetivo es la evaluación sistemática de los impactos de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Para el presente proyecto se consideraron 26 factores ambientales dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, el método sugiere el siguiente proceso:

- Cada factor ambiental se le asignó un valor de 1 si su calidad es óptima y el valor de 0 si su calidad es baja. De esta manera, se estableció los valores de calidad entre 0 y 1 y se planteó las subdivisiones como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 19. Rango de calidad

Nivel	Calidad
1	Optima
0.75	
0.5	Media
0.25	Baja
0	

- Cada factor representa una parte del componente ambiental, por lo que es importante disponer de un mecanismo en el que todos los factores se contemplen de manera conjunta y coherente. Con dicho fin a cada factor se le atribuye un "peso" o índice ponderado expresado en "Unidades de Importancia (UI)". Para la presente valoración se asignaron un total de 255 Unidades de Importancia.

- Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las "Unidades de Importancia Ambiental (UIA)" considerando como línea base el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia.

La fórmula para calcular las Unidades de Importancia Ambiental es la siguiente:

$$UIA = (CA)i * (UIP)i$$

Dónde:

UIA: Unidades de Importancia Ambiental

CA i: Valor de la calidad de cada parámetro

UIP i: Unidades de importancia de cada parámetro

- Para conocer de manera integral la calidad de los componentes ambientales, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la
- línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los factores y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

La fórmula para calcular la Calidad del Componente es la siguiente:

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente * 100)}{(UI\ del\ componente)}$$

- Los resultados de calidad del componente que se obtuvieron se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que representa la calidad baja u óptima.

Tabla 20. Categorías de calidad

Porcentaje (%)	Nivel	Calidad
81-100	5	Alta (optima)
61-80	4	Media-Alta
41-60	3	Media
21-40	2	Media-Baja
Menor al 20	1	Baja

III.6.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental consiste en identificar las condiciones en que se encuentra previamente el sitio a ser ocupado por el desarrollo del proyecto, los parámetros a evaluar son: estado ecológico, medio ambiental y paisajismo las cuales se subdividen en la evaluación de factores como agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna además del factor socioeconómico.

Tabla 21. Diagnóstico ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
AGUA	Cantidad	0.25	La RE se encuentra dentro las Regiones Hidrológicas Nazas-Agua Naval y El Salado, cuenca Río Aguanaval y Fresnillos-Yesca y subcuencas Fresnillo y R. Trujillo. La RE se encuentra inmersa dentro del acuífero **Aguanaval (clave 3214)** y el acuífero **Calera (clave 3225)**, mientras que el AP se encuentra exclusivamente dentro del acuífero Aguanaval. El resultado de la disponibilidad media anual, indica que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit del Acuífero Aguanaval es de 89,538,741 m^3 anuales que se están extrayendo del almacenamiento no renovable del acuífero mientras que el déficit del acuífero Calera es de 67,260,740 m^3 anuales.
	Calidad	0.5	De acuerdo a datos obtenidos por CONAGUA para los acuíferos Aguanaval (clave 3214) y Calera (clave 3225), así como con datos de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), el acuífero Aguanaval, dentro del cual se localiza el AP, dispone de sólidos totales disueltos, salinidad, sodio y clasificación del agua para uso agrícola, registrándose valores de sólidos disueltos totales de aproximadamente 200 a 750 mg/L. Asimismo, la RENAMECA permite consultar parámetros de calidad para aguas superficiales y subterráneas, entre ellos conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, nitratos, arsénico, fluoruros, metales y organismos indicadores, lo que permite complementar la evaluación de las condiciones actuales de calidad del recurso hídrico en la RE.
	Escorrentías	0.65	Dentro de la RE se encuentran un total de 279 corrientes; 240 corrientes provenientes de la subcuenca R. Trujillo (RH36Dh) y 39 corrientes correspondientes a la subcuenca del R. Fresnillo (RH37Ec) que conforman los escurrimientos.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Para el caso del AP se encuentran un total de 11 corrientes provenientes de la subcuenca Trujillo (RH36Dh) que conforman los escurrimientos de 1°, 2° y 3° orden, lo cual indica que el sistema cuenta con una red de drenaje superficial que participa en la conducción de los escurrimientos derivados de eventos de precipitación. La distribución de corrientes de diferente orden refleja una estructura jerárquica de drenaje que permite la concentración progresiva de los flujos hacia cauces de mayor orden. Desde el punto de vista ambiental, la existencia de esta red representa un elemento de sensibilidad debido a que la modificación de la topografía, la compactación del suelo, la apertura de caminos y la instalación de infraestructura pueden alterar localmente los patrones de escurrimiento, favoreciendo cambios en la dirección, velocidad o concentración de los flujos superficiales. Por ello, el mantenimiento de los cauces y de las rutas naturales de escurrimiento constituye un aspecto relevante para conservar la funcionalidad hidrológica del AP.
SUELO	Calidad	0.65	En la NOM-052-SEMARNAT-2005 un residuo peligroso se identifica por la presencia de alguna de seis propiedades (CRETIB): corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa. Los residuos peligrosos en cualquier estado físico pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiental y la salud de la población en general. Los residuos en estado líquido son los más susceptibles de contaminar el suelo debido a que se infiltran y pueden contaminar no solo la capa más superficial sino capas más profundas que no son perceptibles. La distribución y características de las unidades edáficas permiten establecer una condición ambiental diferenciada

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			entre la RE y el AP. En la RE se identifican principalmente Calcisol, Leptosol, Fluvisol, Phaeozem, Technosol y Regosol, lo que refleja una diversidad de condiciones edáficas asociadas con el relieve, el material parental, el drenaje y los procesos de formación y acumulación de materiales. Dentro del AP predominan Calcisol y Phaeozem. El Calcisol se caracteriza por la acumulación de carbonatos y puede presentar limitaciones para el desarrollo vegetal asociadas con las características físicas y químicas del suelo, mientras que el Phaeozem generalmente presenta mayor contenido de materia orgánica y mejores condiciones de fertilidad. La presencia predominante de estos dos tipos de suelo indica que el AP conserva unidades edáficas con funciones relacionadas con el soporte de la vegetación, infiltración y almacenamiento de agua, por lo que su conservación resulta relevante frente a procesos de compactación, erosión, remoción y pérdida de la capa superficial derivados de las actividades del proyecto.
	Erosión	0.65	La pérdida de suelo se da principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, particularmente en terrenos secos y sin vegetación. El área del proyecto podría ser susceptible a procesos de erosión por el tipo de suelo en conjunto con el clima, la precipitación y la escasez de tierras con vegetación primaria.
	Estructura	0.65	En la RE se presentan Calcisol, Leptosol, Fluvisol, Phaeozem, Technosol y Regosol, mientras que en el AP predominan Calcisol y Phaeozem. La presencia de Phaeozem favorece condiciones estructurales asociadas con un mayor contenido de materia orgánica y estabilidad de agregados, mientras que los Calcisoles pueden presentar una estructura condicionada por la acumulación de carbonatos y las características granulométricas del material parental. Por su parte, la diversidad de suelos en la RE evidencia variaciones en estabilidad, drenaje y susceptibilidad a procesos

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			erosivos. En conjunto, el AP presenta una estructura edáfica de condición media-alta, aunque susceptible a alteraciones por compactación, remoción de la capa superficial y tránsito de maquinaria durante la preparación y construcción del proyecto.
	Recuperación	0.55	En la RE se presentan Calcisol, Leptosol, Fluvisol, Phaeozem, Technosol y Regosol, mientras que en el AP predominan Calcisol y Phaeozem. El Phaeozem presenta condiciones relativamente favorables para la recuperación de la cobertura vegetal debido a su contenido de materia orgánica y fertilidad, mientras que el Calcisol puede presentar una recuperación más limitada cuando se generan procesos de compactación, pérdida de la capa superficial o alteraciones de sus propiedades físicas. Asimismo, la recuperación natural puede verse condicionada por la disponibilidad de agua, las condiciones climáticas semiáridas de la región y el grado de perturbación al que sea sometido el suelo. En conjunto, el suelo del AP presenta una capacidad de recuperación media, por lo que se considera que la recuperación de sus funciones puede ocurrir mediante procesos naturales y medidas de restauración, aunque puede requerir periodos prolongados cuando exista remoción o compactación significativa del horizonte superficial.
AIRE	Calidad	0.75	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la calidad del aire puede verse afectada de manera temporal por la generación de partículas suspendidas y polvo, principalmente como consecuencia del desmonte, despalme, nivelación, excavaciones, apertura y acondicionamiento de caminos internos, transporte de materiales y tránsito de maquinaria y vehículos. Asimismo, la combustión de diésel y gasolina de la maquinaria y vehículos puede generar emisiones de monóxido de carbono (CO),

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			óxidos de nitrógeno (NOx), partículas y otros gases de combustión. Debido a que estas fuentes estarán asociadas principalmente con actividades temporales y localizadas, se prevé que sus efectos se concentren en el área de intervención y durante el periodo de ejecución de las obras. Durante la etapa de operación, las actividades del parque fotovoltaico no implican procesos de combustión ni emisiones atmosféricas continuas asociadas con la generación de electricidad, por lo que la principal fuente de emisiones estará relacionada con el tránsito ocasional de vehículos para actividades de inspección, mantenimiento y reparación. En consecuencia, se espera una disminución considerable de las emisiones respecto a la etapa constructiva y una recuperación de las condiciones atmosféricas locales una vez concluidas las actividades que generan polvo y emisiones de combustión.
	Ruido	0.85	Durante la preparación del sitio y construcción se generará un incremento temporal de los niveles de ruido debido al funcionamiento de maquinaria pesada, vehículos de transporte, equipos de construcción y actividades de instalación de la infraestructura fotovoltaica. Durante la operación del parque fotovoltaico, las fuentes de ruido serán considerablemente menores y estarán asociadas principalmente con los equipos eléctricos, inversores, transformadores y actividades ocasionales de mantenimiento y tránsito vehicular. Por su naturaleza, estas emisiones serán localizadas y de menor intensidad que las generadas durante la construcción.
PAISAJE	Visibilidad	0.60	En el AP, la instalación de un parque fotovoltaico implicará la incorporación de elementos de dimensiones considerables, principalmente módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos, infraestructura eléctrica y, en su caso, subestaciones,

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			que podrán ser perceptibles desde puntos cercanos y vías de acceso. No obstante, la percepción de estos elementos estará condicionada por la topografía y la cobertura vegetal existente, así como por la distancia respecto de los principales puntos de observación.
	Calidad	0.60	La calidad paisajística considera la composición y diversidad de los elementos naturales y antrópicos presentes, así como el grado de armonía y naturalidad del entorno. La presencia de diferentes unidades ambientales y de elementos naturales dentro de la RE contribuye a la diversidad del paisaje; sin embargo, la existencia de actividades productivas, infraestructura y modificaciones derivadas del aprovechamiento del territorio constituye evidencia de intervención humana.
	Alteración/ Fragilidad	0.50	Un parque fotovoltaico constituye una infraestructura extensa que puede generar cambios en la composición visual del territorio debido a la superficie ocupada y a la presencia de superficies reflectantes, estructuras metálicas, caminos e infraestructura eléctrica. La magnitud de esta alteración dependerá principalmente de la visibilidad del proyecto, el relieve, la cobertura vegetal y la existencia de elementos antrópicos previos. El paisaje puede absorber parte de la modificación cuando existe intervención previa a pesar de que la extensión del proyecto puede generar una transformación perceptible.
	Recuperación	0.55	Algunos elementos naturales, particularmente la cobertura vegetal, pueden presentar recuperación mediante procesos naturales o acciones de restauración; sin embargo, los componentes permanentes del parque fotovoltaico permanecerán durante su vida útil, por lo que la recuperación de la configuración paisajística original estará limitada durante la etapa de operación. En caso de abandono y desmantelamiento de la infraestructura, la recuperación

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			del paisaje dependerá de la remoción de las instalaciones, rehabilitación del terreno y restablecimiento de la cobertura vegetal.
FLORA	Diversidad	0.7	Se realizaron muestreos en dos tipos de vegetación: Matorral Crasicaule (MC) y Vegetación secundaria arbustiva/Matorral Crasicaule (VSA/MC) obteniendo un total de 56 especies. Siendo el AP el más diverso con 44 especies mientras que la RE cuenta con 39 especies. De acuerdo con los análisis de los tipos de vegetación y uso de suelo que conforman la RE el más representativo fue el matorral crasicaule. La cantidad de especies registradas para el Matorral crasicaule fue de 50 especies mientras que para la vegetación secundaria arbustiva/matorral crasicaule fue de 35, lo cual se atribuye principalmente a las características ambientales del área de estudio, tales como el grado de perturbación antrópica, la estacionalidad en la que se realizó el muestreo y la limitada heterogeneidad de hábitats presentes. Asimismo, el uso actual del suelo y la dominancia de especies generalistas restringen la presencia de especies con requerimientos ecológicos más específicos. Del total de registros, ninguna especie se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación y 11 especies fueron registradas como endémicas.
	Abundancia	0.7	En el total de sitios de muestreo (22), se contabilizó un total de 2304 individuos, los cuales corresponden a 56 especies, dichas especies, se distribuyen en los tipos de vegetación identificados para la RE y el AP. **Matorral crasicaule** Donde se registró un total de 1765 individuos, pertenecientes a 50 especies. **Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule**

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Donde se registró un total de 539 individuos, pertenecientes a 35 especies.
	Regeneración	0.70	La información de abundancia permite observar que existe una comunidad vegetal con una representación importante de individuos y especies, particularmente en el Matorral Crasicaule, donde se registraron 1,765 individuos correspondientes a 50 especies. La presencia de 2,304 individuos de 56 especies en los 22 sitios de muestreo evidencia la existencia de una comunidad vegetal establecida y con capacidad de permanencia bajo las condiciones ambientales actuales lo que constituye, un indicio de que existen procesos de establecimiento y recolonización vegetal en sectores previamente perturbados.
	Recuperación	0.65	La presencia de Vegetación Secundaria Arbustiva/Matorral Crasicaule, con 35 especies y 539 individuos registrados, constituye un elemento relevante para valorar la capacidad de recuperación de la vegetación, ya que evidencia el establecimiento de comunidades vegetales en áreas que presentan algún grado de perturbación. Asimismo, la coexistencia de esta comunidad con el Matorral Crasicaule, que representa la unidad de vegetación más importante de la RE, indica que el sistema conserva componentes capaces de mantenerse y desarrollarse bajo las condiciones ambientales actuales. Sin embargo, la recuperación de la vegetación puede estar condicionada por factores como la disponibilidad de agua, las condiciones climáticas de la región, el grado de perturbación, la pérdida o compactación del suelo y la limitada heterogeneidad de hábitats identificada durante la caracterización.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
FAUNA	Especies vulnerables	0.70	Durante el estudio de campo se registraron en la zona un total de dos especies enlistadas dentro de la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, 1 en Protección especial (Pr) y una bajo la categoría de especie Amenazada (A) ambas especies pertenecen a la clase de los mamíferos. No se registraron especies endémicas. Ambas especies se registraron tanto en el AP como en la RE las cuales fueron el Ratón venado (*Peromyscus maniculatus*) en la categoría de amenazado y la Liebre cola negra (*Lepus califronicus*) en la categoría de Sujeto a Protección Especial.
	Diversidad	0.65	Se registraron un total de 53 especies, de las cuales 44 se encontraron en la RE y 35 en el AP. Dentro de la RE se registraron un total de 277 individuos de los cuales 253 eran aves pertenecientes a 36 especies y 24 individuos fueron mamíferos pertenecientes a 8 especies. Para el caso del AP se registraron un total de 150 individuos, con un total de 123 aves de 26 especies y 27 mamíferos de 9 especies diferentes. No hubo registros de herpetofauna debido a que los monitoreos se realizaron en temporada de sequías, lo cual no indica su ausencia total dentro de las áreas de estudio.
	Modificación del hábitat	0.45	La fauna presente en el AP utiliza los diferentes tipos de cobertura vegetal y ambientes disponibles para alimentación, desplazamiento, refugio y reproducción. La modificación del hábitat derivada de la instalación del parque fotovoltaico puede generar pérdida o transformación de áreas utilizadas por la fauna, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. El desmonte, despalme, tránsito de maquinaria y establecimiento de infraestructura pueden disminuir temporalmente la disponibilidad de sitios de

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			refugio y alimentación y generar fragmentación o desplazamiento local de individuos. La presencia de 35 especies en el AP, incluidas las dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, indica que el área mantiene importancia como hábitat para la fauna. En consecuencia, la modificación del hábitat representa un factor de sensibilidad relevante.
	Mortalidad	0.60	Durante la ejecución del proyecto, la mortalidad de fauna puede asociarse principalmente con actividades de desmonte y despalme, tránsito de maquinaria y vehículos, excavaciones y otras actividades constructivas que pueden provocar atropellamiento, atrapamiento o afectación directa de individuos con poca capacidad de desplazamiento. Este riesgo resulta particularmente relevante durante la preparación del sitio, cuando se produce la mayor transformación física del hábitat. Durante la operación, el riesgo de mortalidad directa asociado con las actividades ordinarias del parque será menor, aunque podrá mantenerse cierta posibilidad de afectación por tránsito vehicular y actividades de mantenimiento. La presencia de *Peromyscus maniculatus* y *Lepus californicus* dentro del AP incrementa la importancia de prevenir eventos de mortalidad durante las actividades de mayor intervención. Se debe tomar en cuenta que no se encontró evidencia de una tasa elevada de mortalidad previa y los principales riesgos pueden ser prevenidos mediante medidas de manejo.
	Recuperación	0.60	La capacidad de recuperación de la fauna dependerá principalmente de la disponibilidad de hábitat remanente, la conectividad entre las áreas de vegetación, la capacidad de desplazamiento de las especies y la conservación de recursos necesarios para

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			su alimentación y refugio. La presencia de 44 especies en la RE y 35 en el AP indica que existe una comunidad faunística capaz de utilizar los ambientes disponibles; asimismo, la presencia de especies de amplia distribución y capacidad de desplazamiento puede favorecer la recolonización de áreas perturbadas una vez concluidas las actividades de mayor intensidad. Sin embargo, la recuperación no será uniforme para todos los grupos. Las especies con requerimientos ecológicos más específicos pueden presentar mayor sensibilidad a la pérdida o fragmentación del hábitat. Además, la ausencia de registros de herpetofauna durante la temporada seca impide valorar adecuadamente la capacidad de recuperación de este grupo.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	0.75	El municipio de Fresnillo presenta una estructura económica diversificada, con presencia de actividades comerciales y de servicios asociadas principalmente con la atención de la población, las actividades productivas y el intercambio de bienes y servicios. La ejecución del parque fotovoltaico puede favorecer de manera temporal la actividad comercial local mediante la adquisición de materiales, combustibles, alimentos, hospedaje, transporte, mantenimiento, herramientas y otros insumos requeridos durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la operación, esta demanda será menor y estará principalmente relacionada con actividades de mantenimiento, supervisión y adquisición ocasional de bienes y servicios. En este sentido, la existencia de infraestructura comercial y de servicios en Fresnillo representa una condición favorable para atender parte de las necesidades del proyecto
	Generación de empleos	0.80	La construcción del parque fotovoltaico representará una fuente temporal de empleo para habitantes del

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			municipio y localidades cercanas, particularmente en actividades relacionadas con preparación del terreno, construcción, montaje de estructuras, instalación de paneles, transporte, vigilancia, mantenimiento y servicios auxiliares. Aunque una parte de los puestos especializados puede requerir personal externo, se prevé la generación de oportunidades para mano de obra local en actividades que no requieren alta especialización. Durante la etapa de operación, la demanda de personal será menor, pero se mantendrán empleos asociados con supervisión, vigilancia, mantenimiento y servicios complementarios. Por lo anterior, el proyecto representa una oportunidad de fortalecimiento temporal del mercado laboral local.
	Demanda de infraestructura y servicios	0.70	La infraestructura y disponibilidad de servicios del municipio de Fresnillo constituyen elementos relevantes para el desarrollo del proyecto, debido a que durante la construcción se incrementará temporalmente la demanda de servicios de transporte, suministro de agua, combustibles, alimentación, alojamiento, atención médica, manejo de residuos y otros servicios asociados con la presencia de trabajadores y actividades constructivas. La existencia de infraestructura urbana y de servicios en el municipio permite atender una parte importante de estas necesidades; sin embargo, la magnitud de la demanda dependerá del número de trabajadores, duración de las obras y requerimientos específicos del proyecto. Durante la operación, la demanda será considerablemente menor y estará relacionada principalmente con actividades de mantenimiento y supervisión.
	Riesgo ocupacional	0.55	Las actividades asociadas con la construcción y operación de un parque fotovoltaico implican riesgos ocupacionales relacionados con el uso de maquinaria y herramientas, tránsito de vehículos, trabajos en altura,

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			instalación de estructuras y módulos, excavaciones, manipulación de materiales y, durante la operación, exposición a instalaciones eléctricas y actividades de mantenimiento. Estos riesgos pueden incrementarse durante la etapa constructiva debido a la intensidad y diversidad de las actividades realizadas. No obstante, los riesgos ocupacionales son susceptibles de prevención y control mediante procedimientos de seguridad, capacitación del personal, utilización de equipo de protección personal, señalización, delimitación de áreas de trabajo, protocolos para trabajos eléctricos y en altura, así como cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Enseguida se muestran los resultados de los cálculos de la valoración de la calidad de cada componente y factor ambiental. El total de Unidades de Importancia corresponde a 210. ambiental.

Tabla 22. Valoración de los componentes ambientales.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
AGUA	1. Cantidad	0.25	10	30	2.5	14	46.7
	2. Calidad	0.50	10		5		
	3. Escorrentías	0.65	10		6.5		
SUELO	4. Calidad	0.65	10	45	6.5	28.25	62.8
	5. Estructura	0.65	15		9.75		
	6. Erosión	0.65	10		6.5		
	7. Recuperación	0.55	10		5.5		
AIRE	8. Calidad	0.75	10	20	7.5	16	80
	9. Ruido	0.85	10		8.5		
PAISAJE	10. Visibilidad	0.60	10	30	6	17	56.7
	11.Calidad	0.60	5		3		

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
	12. Alteración/ fragilidad	0.50	5		2.5		
	13. Recuperación	0.55	10		5.5		
FLORA	14. Diversidad	0.70	15	60	10.5	41.25	68.7
	15. Abundancia	0.70	15		10.5		
	16. Regeneración	0.70	15		10.5		
	17. Recuperación	0.65	15		9.75		
FAUNA	18. Especies vulnerables	0.70	10	40	7	24.5	61.2
	19. Diversidad	0.65	5		3.25		
	20. Modificación del hábitat	0.45	5		2.25		
	21. Mortalidad	0.60	10		6		
	22. Recuperación	0.60	10		6		
SOCIO-ECONOMICO	23. Actividades comerciales	0.75	5	30	3.75	21.5	71.7
	24. Generación de empleos	0.80	10		8		
	25. Demanda de infraestructura y servicios	0.70	10		7		
	26. Riesgo ocupacional	0.55	5		2.75		
TOTAL		**16.3**	**255**	**255**	**162.5**	**162.5**	**63.7**

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima, respectivamente.

Tabla 23. Rangos de calidad.

Nivel	Porcentaje	Calidad
5	81 % - 100 %	Alta (Óptima)
4	61 % - 80 %	Media alta
3	41 % - 60 %	Media
2	21 % - 40 %	Media baja
1	Menor al 20 %	Baja

De acuerdo con los rangos mostrados anteriormente se puede determinar el nivel de calidad de cada componente.

Tabla 24. Calidad obtenida para cada componente del área del proyecto

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	46.7	Media
Suelo	62.8	Media-Alta
Aire	80	Media-Alta
Paisaje	56.7	Media
Flora	68.7	Media-Alta
Fauna	61.2	Media-Alta
Socioeconómico	71.7	Media-Alta

La calidad promedio de los componentes del escenario actual es de 63.7%, ubicándolo en la categoría Media-Alta, sin embargo, los componentes agua y paisaje obtuvieron valores más bajos catalogándose como calidad media, así mismo los componentes suelo, flora y fauna están catalogados como calidad media-alta, pero en el límite inferior de los rangos establecidos por lo que se deberá prestar especial interés en las medidas de prevención para estos cinco componentes.

IV IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de los impactos que se prevé serán generados por el Proyecto se realizó a través de dos metodologías diferentes que son complementarios entre sí con el objetivo de caracterizar y valorar los impactos derivados de las actividades del proyecto. Dichos métodos son:

- Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold (Leopold, F.E.C, B.B.H., & J.R.B., 1971).
- Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Fernández-Vítora (Fernández Vítora, 2010).

IV.1 Descripción de los impactos identificados

En este apartado se describen los impactos ambientales identificados para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", a partir de las interacciones establecidas entre las actividades del

proyecto y los componentes agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna y socioeconómico. La descripción considera las etapas de actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono.

Los impactos se presentan por componente ambiental y de acuerdo con la etapa en la que podrían manifestarse, con el propósito de evidenciar las diferencias en su intensidad, extensión, duración, reversibilidad, recuperabilidad e importancia. Asimismo, se analiza su naturaleza positiva o negativa y las condiciones que determinan la vulnerabilidad de cada factor ambiental frente a las actividades previstas.

Los efectos de mayor relevancia se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a la remoción de vegetación, el movimiento de tierras, la compactación del suelo, la transformación temporal o permanente del paisaje, la generación de ruido y emisiones, y las posibles afectaciones sobre la fauna silvestre. Durante la operación y mantenimiento, los impactos se relacionan principalmente con la presencia de la infraestructura, las actividades de mantenimiento, el ruido generado por determinados equipos y los riesgos asociados con el funcionamiento de las instalaciones. En la etapa de desmantelamiento y abandono se prevén tanto efectos temporales por el retiro de infraestructura como impactos positivos derivados de la restauración y recuperación progresiva de las áreas intervenidas.

En el componente socioeconómico se identificaron efectos favorables relacionados con la generación de empleo, la contratación de servicios y la dinamización de las actividades comerciales locales. De acuerdo con los resultados de la evaluación, no se identificaron impactos ambientales críticos para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)". No obstante, los impactos moderados y severos requieren la aplicación oportuna de medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento, conforme a las características de cada componente y etapa del proyecto.

IV.1.1.1 Descripción de impactos del componente Agua

Para el componente agua se identificaron un total de cinco posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 25. Descripción de los impactos identificados para el componente agua.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Cantidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración	
Impacto: Disminución de la capacidad de infiltración	**Descripción:** La infiltración corresponde al proceso mediante el cual el agua de lluvia se incorpora desde la superficie hacia las capas del suelo. Su capacidad depende de las características físicas del terreno, la cobertura vegetal, la pendiente, la porosidad y el grado de compactación. Durante la preparación del sitio y la construcción, las actividades de limpieza, desmonte, despalme, movimiento de tierras y tránsito de maquinaria podrían reducir localmente la capacidad de infiltración. Asimismo, la ocupación del terreno por caminos, cimentaciones, edificios, módulos fotovoltaicos, el SAE/BESS, la subestación y demás infraestructura podría mantener esta modificación durante la operación. Al finalizar la vida útil del proyecto, la descompactación y restauración de las áreas intervenidas favorecerán la recuperación progresiva de esta función.
Impacto: Incremento en la escorrentía	**Descripción:** La remoción de la cobertura vegetal y de la capa superficial del suelo, así como la compactación ocasionada por el tránsito de maquinaria y la ocupación de superficies, podrían reducir la retención e infiltración del agua de lluvia y aumentar localmente el volumen y la velocidad de la escorrentía superficial. Este impacto se presentará principalmente durante la preparación del sitio y la construcción y podría mantenerse en las superficies ocupadas por infraestructura permanente durante la operación. La construcción de obras de drenaje permitirá captar y conducir de manera controlada los escurrimientos generados en el área del proyecto, con el propósito de evitar la acumulación de agua, el arrastre de sedimentos y la aparición de procesos erosivos. Durante el abandono, el retiro de la infraestructura y la restauración de las áreas intervenidas favorecerán la recuperación progresiva de las condiciones de infiltración y escorrentía del terreno.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración.	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial como consecuencia de la presencia del personal, el consumo de alimentos, el uso de materiales de embalaje, el montaje y sustitución de equipos y las actividades de mantenimiento. La disposición inadecuada, el almacenamiento sin protección o la permanencia de residuos en los frentes de trabajo podría favorecer su dispersión y posterior arrastre por el agua de lluvia hacia los escurrimientos superficiales, alterando la calidad del recurso. La probabilidad de ocurrencia será mayor durante la preparación del sitio y la construcción, debido a la cantidad de trabajadores, materiales y frentes de obra; sin embargo, también podría presentarse durante la operación, el mantenimiento y el desmantelamiento. El impacto dependerá principalmente de las condiciones de almacenamiento temporal, la frecuencia de recolección y la entrega de los residuos a prestadores de servicios o sitios autorizados.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La posible contaminación del agua se relaciona con derrames accidentales de combustibles, aceites, lubricantes, aditivos y otras sustancias empleadas durante la operación o el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos. También comprende el manejo inadecuado de los residuos peligrosos generados por las actividades de mantenimiento de la infraestructura eléctrica y del SAE/BESS. En caso de presentarse un derrame sobre el suelo, el agua de lluvia podría favorecer el transporte de los contaminantes hacia los escurrimientos superficiales y modificar sus características fisicoquímicas. Este impacto puede presentarse durante la preparación del sitio, la construcción, la operación y mantenimiento y el desmantelamiento, aunque su ocurrencia será eventual y estará asociada principalmente con fallas en el almacenamiento, manipulación, contención o disposición de estas sustancias.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Escorrentías **Etapa (s):** Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración	
Impacto: Modificación a los patrones de escurrimiento	**Descripción:** Las actividades de limpieza, desmonte, despalme, movimiento y nivelación de tierras, así como la construcción de caminos, zanjas, cimentaciones, plataformas y obras permanentes, podrían modificar localmente la dirección, velocidad y continuidad de los escurrimientos superficiales. La cobertura vegetal y la capa orgánica del suelo contribuyen a disminuir la velocidad del agua de lluvia, favorecer su retención e infiltración y conservar los patrones naturales de drenaje; por ello, su remoción y la modificación del relieve podrían producir cambios en el comportamiento de los flujos superficiales. Durante la operación, estas modificaciones podrían mantenerse en las superficies ocupadas por la infraestructura. Las obras de drenaje previstas deberán captar y conducir el agua de manera controlada, procurando respetar la dirección general del drenaje natural y evitar obstrucciones, concentraciones de flujo, procesos erosivos o afectaciones fuera de las áreas autorizadas. Durante el abandono, el retiro de la infraestructura y la restauración del terreno favorecerán la recuperación gradual de los patrones de escurrimiento.

IV.1.1.2 Descripción de impactos del componente Suelo

Para el componente suelo se identificaron un total de seis posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 26 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo.

COMPONENTE: SUELO
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono de sitio

COMPONENTE: SUELO	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial provenientes de las actividades del personal, materiales de empaque, embalajes, excedentes de construcción y desmantelamiento de instalaciones temporales. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente pueden incorporarse al sistema de drenaje natural mediante procesos de escorrentía superficial, ocasionando deterioro temporal de la calidad del agua y obstrucción parcial de los escurrimientos. El reconocimiento de campo permitió identificar la presencia de escurrimientos naturales que deberán mantenerse libres de residuos para conservar su funcionamiento hidráulico y evitar procesos de contaminación localizada. Aunque el área del proyecto presenta una intervención previa derivada de actividades agropecuarias, el manejo adecuado de los residuos constituye una medida fundamental para impedir que el proyecto incremente las presiones ambientales existentes sobre el recurso hídrico. Debido a que este impacto puede prevenirse mediante buenas prácticas de manejo de residuos, almacenamiento temporal adecuado y disposición final mediante prestadores autorizados, la importancia del impacto fue clasificada como Moderada. La valoración considera que el impacto presenta una extensión localizada, duración temporal y alta posibilidad de prevención mediante procedimientos operativos adecuados. La presencia de escurrimientos naturales incrementa la sensibilidad del componente, justificando la aplicación permanente de medidas de control durante las actividades constructivas.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La contaminación del suelo puede presentarse como consecuencia del derrame accidental de combustibles, aceites lubricantes, grasas, fluidos hidráulicos y demás sustancias peligrosas utilizadas para la operación y mantenimiento de maquinaria, vehículos e infraestructura eléctrica

COMPONENTE: SUELO	
	del proyecto. Asimismo, un manejo inadecuado de recipientes contaminados o residuos peligrosos podría ocasionar la incorporación de contaminantes a la matriz del suelo, modificando temporalmente sus características físicas y químicas. El riesgo es mayor durante la etapa de construcción debido al incremento de maquinaria pesada, actividades de abastecimiento de combustible y mantenimiento de equipos. Durante la operación y mantenimiento, la probabilidad disminuye considerablemente y queda asociada principalmente a las labores de conservación de la subestación eléctrica, centros de transformación y vehículos de supervisión. Las verificaciones realizadas durante el reconocimiento de campo no evidenciaron contaminación preexistente asociada al sitio del proyecto; sin embargo, las características del terreno permiten que un derrame no controlado pueda afectar localmente la calidad del suelo y, de manera indirecta, favorecer procesos de infiltración hacia horizontes inferiores. Dado que el impacto se encuentra asociado a eventos accidentales y puede prevenirse mediante procedimientos operativos adecuados, fue clasificado como Moderado. La valoración responde a una afectación puntual, de ocurrencia eventual y reversible mediante la aplicación inmediata de acciones de contención, recuperación del material contaminado y disposición adecuada de residuos. La existencia de procedimientos de manejo ambiental disminuye significativamente la probabilidad de afectación permanente.
Factor: Estructura **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración.	
Impacto: Compactación del suelo	**Descripción:** La compactación del suelo se producirá principalmente por el tránsito repetido de vehículos y maquinaria, el almacenamiento temporal de

COMPONENTE: SUELO	
	materiales, el movimiento de tierras y la ocupación del terreno por las instalaciones temporales y permanentes del proyecto. La presión ejercida sobre la superficie puede reducir el espacio poroso, aumentar la densidad aparente y disminuir la capacidad del suelo para infiltrar y retener agua, intercambiar gases y permitir el desarrollo de raíces. El impacto será más evidente durante la preparación del sitio y la construcción, especialmente en caminos, patios de maniobra, zonas de acopio, frentes de obra y áreas destinadas a cimentaciones e infraestructura. Durante la operación podría mantenerse en las superficies de ocupación permanente y en las rutas utilizadas para el mantenimiento. Al finalizar la vida útil del proyecto, el retiro de la infraestructura y la descompactación de las áreas intervenidas favorecerán la recuperación gradual de las condiciones físicas del suelo.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración.	
Impacto: Perdida de suelo por erosión hídrica	**Descripción:** La erosión hídrica corresponde al desprendimiento y transporte de partículas del suelo por efecto de la precipitación y la escorrentía superficial. Durante la preparación del sitio y la construcción, la limpieza, el desmonte, el despalme, el movimiento de tierras, la excavación de zanjas y la adecuación de caminos podrían dejar temporalmente superficies sin protección, aumentando su exposición al impacto de las gotas de lluvia y al arrastre de sedimentos. El riesgo será mayor en áreas con suelo removido, pendientes, terraplenes, excavaciones y sitios donde se concentren los escurrimientos. Durante la operación, el impacto podría mantenerse de manera localizada en caminos, taludes, obras de drenaje y superficies con cobertura vegetal insuficiente. En la etapa de abandono, las labores de desmantelamiento podrían generar nuevamente exposición temporal del suelo; sin embargo, su estabilización, descompactación y

COMPONENTE: SUELO	
	revegetación favorecerán la reducción progresiva de los procesos erosivos.
Impacto: Perdida de suelo por erosión eólica	**Descripción:** La erosión eólica se produce por el desprendimiento y transporte de partículas finas del suelo debido a la acción del viento. Este proceso podría intensificarse durante la preparación del sitio y la construcción como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal, el despalme, el movimiento de tierras, la excavación de zanjas, la conformación de caminos y la formación temporal de montículos de material. La exposición de superficies secas y sin cobertura, sumada al tránsito de vehículos y maquinaria, puede favorecer la dispersión del suelo y generar emisiones de polvo. Durante la operación, el impacto podría mantenerse de manera localizada en caminos sin pavimentar, superficies compactadas y áreas con escasa recuperación vegetal. En el desmantelamiento se presentará nuevamente el riesgo de exposición y movilización de partículas; no obstante, la estabilización del terreno, la reincorporación del suelo vegetal y la revegetación de las áreas intervenidas favorecerán el control progresivo de la erosión eólica.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Desmantelamiento, abandono y restauración.	
Impacto: Recuperación de condiciones físicas del suelo	**Descripción:** La recuperación de las condiciones físicas del suelo constituye un impacto positivo asociado con el retiro de las instalaciones temporales y permanentes, la eliminación de superficies compactadas y la restauración de las áreas intervenidas al finalizar la vida útil del proyecto. Las actividades comprenderán, según las condiciones de cada área, la remoción de cimentaciones y materiales residuales, la descompactación del terreno, la restitución del perfil superficial, la reincorporación del suelo vegetal conservado, la estabilización de las superficies y la adecuación del drenaje. Estas acciones permitirán mejorar gradualmente la porosidad, infiltración, aireación y capacidad del suelo para sostener el establecimiento de la vegetación. El grado

COMPONENTE: SUELO	
	de recuperación dependerá de la intensidad y duración de la intervención, de las características originales del suelo y de la efectividad de las actividades de restauración y seguimiento implementadas.

IV.1.1.3 Descripción de impactos del componente Aire

Para el componente aire se identificaron un total de tres posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 27 Descripción de los impactos identificados para el componente aire

COMPONENTE: AIRE	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
Impacto: Generación de gases contaminantes	**Descripción:** La operación de vehículos, maquinaria y equipos que utilizan combustibles fósiles generará emisiones de gases de combustión, principalmente monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), hidrocarburos y dióxido de carbono (CO_2). Estas emisiones se presentarán con mayor frecuencia durante la preparación del sitio y la construcción, debido a la movilización de materiales, el movimiento de tierras y el funcionamiento simultáneo de diferentes frentes de obra. Durante la operación y mantenimiento serán menores y estarán asociadas principalmente con los vehículos utilizados para la inspección, limpieza y reparación de las instalaciones. En la etapa de desmantelamiento volverán a incrementarse temporalmente por el uso de maquinaria y vehículos para el retiro y transporte de equipos y materiales. La afectación será localizada y dependerá del número de fuentes en operación, sus condiciones mecánicas, el tipo de combustible empleado y el tiempo de funcionamiento.

COMPONENTE: AIRE	
Impacto: Generación de polvos y partículas suspendidas	**Descripción:** La generación y dispersión de polvos y partículas suspendidas estará asociada principalmente con la movilización de vehículos y maquinaria sobre caminos y superficies sin pavimentar, la limpieza y el despalme del terreno, el movimiento de tierras, la excavación de zanjas, la conformación de caminos y el manejo, almacenamiento y transporte de materiales. El impacto será más frecuente durante la preparación del sitio y la construcción, cuando existirán mayores superficies de suelo expuesto y varios frentes de trabajo activos. Durante la operación y mantenimiento se presentará de manera localizada por el tránsito vehicular, el control de vegetación y las reparaciones que requieran excavaciones menores. En el desmantelamiento podría incrementarse temporalmente por la demolición y el retiro de infraestructura y materiales. La concentración y dispersión de partículas dependerán de la humedad del suelo, la velocidad del viento, la extensión de las áreas descubiertas, la intensidad del tránsito y la aplicación de medidas de control.
Factor: Ruido **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración.	
Impacto: Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	**Descripción:** El tránsito de vehículos y camiones, la operación de maquinaria, el movimiento de tierras, las excavaciones, el hincado de estructuras, el montaje de equipos y las demás actividades constructivas generarán incrementos temporales en los niveles de ruido del área. La mayor emisión sonora se presentará durante la preparación del sitio y la construcción, debido al funcionamiento simultáneo de diferentes fuentes y frentes de trabajo. Durante la operación y mantenimiento, el ruido estará asociado principalmente con el funcionamiento de inversores, transformadores, equipos auxiliares y unidades del SAE/BESS, así como con los vehículos y herramientas utilizados en las actividades de inspección y reparación. En el desmantelamiento se producirán nuevamente emisiones temporales por el retiro de equipos,

COMPONENTE: AIRE	
	la demolición de obras y el transporte de materiales. El nivel de afectación dependerá de la potencia acústica de las fuentes, su tiempo de funcionamiento, la distancia respecto de los receptores y las condiciones de propagación del sonido. Para las fuentes fijas se deberá verificar el cumplimiento del límite máximo aplicable de 75 dB, mediante mediciones expresadas en dB(A) realizadas conforme a la normatividad correspondiente.

IV.1.1.4 Descripción de impactos del componente Paisaje

Para el componente paisaje se identificaron cuatro impactos ambientales, asociados con los factores visibilidad, calidad, alteración/fragilidad y recuperación. Su descripción se presenta a continuación, conservando las denominaciones y etapas establecidas en la matriz de impactos del proyecto.

Tabla 28 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje

COMPONENTE: PAISAJE	
Factor: Visibilidad **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración	
Impacto: Modificación en los patrones de visibilidad	**Descripción:** La movilización de maquinaria, la delimitación de las áreas de trabajo, la remoción de vegetación, los movimientos de tierra y la instalación progresiva de la infraestructura del proyecto modificarán las condiciones de visibilidad existentes. Durante la preparación del sitio y la construcción, el efecto estará relacionado principalmente con la presencia de maquinaria, vehículos, materiales, excavaciones, áreas intervenidas y obras en desarrollo. En operación, los módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, inversores, sistema de almacenamiento de energía mediante baterías, subestación y demás infraestructura eléctrica permanecerán como elementos visibles en el entorno. La intensidad del cambio dependerá de la distancia del

COMPONENTE: PAISAJE	
	observador, la topografía, la cobertura vegetal y la existencia de barreras visuales. Durante el abandono, las actividades de desmantelamiento producirán nuevamente modificaciones temporales en la visibilidad, las cuales disminuirán progresivamente con el retiro de la infraestructura y la restauración del sitio.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución de elementos bióticos del paisaje	**Descripción:** La limpieza del terreno, el desmonte y el despalme ocasionarán la remoción o reducción de elementos vegetales que forman parte de la composición visual del sitio. Esta afectación será más evidente en las áreas ocupadas por caminos internos, plataformas, cimentaciones, canalizaciones e infraestructura permanente. Durante la construcción, la presencia de superficies descubiertas, materiales y frentes de obra reforzará temporalmente la percepción de pérdida de naturalidad. En operación, la disminución de elementos bióticos podrá mantenerse en las superficies ocupadas permanentemente y en aquellas sujetas a control de vegetación. En la etapa de abandono y restauración, el retiro de las instalaciones y la rehabilitación de las áreas intervenidas permitirán reducir gradualmente este efecto.
Factor: Alteración / Fragilidad **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración	
Impacto: Presencia de elementos no naturales	**Descripción:** El proyecto incorporará al paisaje elementos de origen antrópico que contrastarán con las condiciones actuales del entorno. Inicialmente, el impacto se manifestará por la presencia de señalización, personal, vehículos y maquinaria; posteriormente se incrementará con la construcción e instalación de módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, inversores, caminos, cercado, sistema de almacenamiento de energía, subestación y demás obras eléctricas y complementarias. Durante la operación, la infraestructura constituirá una modificación de larga duración y permanecerá integrada al campo visual del área.

COMPONENTE: PAISAJE	
	La incidencia dependerá de la fragilidad del paisaje y de su capacidad para absorber visualmente los nuevos elementos. En el abandono, la maquinaria y las labores de desmantelamiento ocasionarán una alteración temporal, seguida de una disminución del efecto conforme se retiren las instalaciones.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono. Y Restauración	
Impacto: Recuperación de la calidad visual	**Descripción:** Este impacto positivo se presentará durante el abandono y la restauración, principalmente por el retiro de módulos, estructuras, cableado, equipos, instalaciones auxiliares y demás elementos artificiales asociados con el proyecto. La limpieza de las áreas, la descompactación cuando resulte necesaria, la reconformación del terreno y la recuperación de la cobertura vegetal favorecerán la integración progresiva del sitio con el entorno. La recuperación dependerá del grado de intervención, de la efectividad de las acciones de restauración y del tiempo requerido para el restablecimiento de la vegetación. Aunque las condiciones visuales podrían no retornar de manera inmediata a su estado previo, se espera una reducción gradual del contraste generado por la infraestructura.

IV.1.1.5 Descripción de impactos del componente Flora

Para el componente flora se identificaron cuatro impactos ambientales: disminución de la riqueza específica, disminución en la abundancia de los organismos, disminución en el banco de semillas y recuperación de cobertura vegetal. Estos impactos se describen en la tabla siguiente, de acuerdo con los factores y etapas establecidos en la matriz de identificación causa–efecto.

Tabla 29. Descripción de los impactos identificados para el componente flora.

COMPONENTE: FLORA	
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** Las actividades de limpieza del terreno, desmonte, despalme, movimiento de tierras y ocupación de superficies pueden ocasionar la eliminación de individuos pertenecientes a diferentes especies vegetales y, en consecuencia, una disminución de la riqueza específica en las áreas directamente intervenidas. La afectación se concentrará principalmente durante la preparación del sitio y la construcción, especialmente en las superficies destinadas a caminos internos, módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, instalaciones eléctricas y obras complementarias. Durante la operación y mantenimiento, el control periódico de la vegetación podrá limitar el establecimiento de algunas especies en los sectores que deban mantenerse libres para garantizar la seguridad y funcionalidad de la infraestructura. La magnitud del impacto dependerá de la superficie efectivamente intervenida y de las características de la vegetación presente.
Factor: Abundancia **Etapa (s):** Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento	
Impacto: Disminución en la abundancia de los organismos	**Descripción:** La remoción de vegetación y la adecuación del terreno producirán una reducción del número de individuos vegetales presentes en las superficies requeridas por el proyecto. Este impacto se manifestará principalmente durante el desmonte, despalme, movimiento de tierras, apertura o adecuación de caminos y construcción de la infraestructura. En la etapa de operación y mantenimiento, las actividades periódicas de control de vegetación podrán mantener una menor abundancia de organismos vegetales en áreas específicas. La afectación deberá limitarse a las superficies estrictamente necesarias, evitando la intervención de áreas adicionales a las autorizadas.
Factor: Regeneración **Etapa (s):** Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento	

COMPONENTE: FLORA	
Impacto: Disminución en el banco de semillas	**Descripción:** El retiro de la capa superficial del suelo, la remoción de la cobertura vegetal, los movimientos de tierra y la compactación pueden reducir la cantidad y viabilidad de las semillas, frutos y otros propágulos presentes en el suelo. Esta alteración puede limitar la regeneración natural de la vegetación en las áreas intervenidas, incluso después de concluir las actividades constructivas. Durante la operación y mantenimiento, el tránsito ocasional, el mantenimiento de superficies y el control de vegetación podrán continuar restringiendo la incorporación, germinación y establecimiento de nuevos individuos en determinados sectores. El manejo y conservación del suelo vegetal retirado favorecerán su utilización posterior en las actividades de restauración.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono y Restauración.	
Impacto: Recuperación de cobertura vegetal	**Descripción:** Este impacto positivo se presentará durante la etapa de abandono y restauración, una vez retiradas las instalaciones y liberadas las superficies ocupadas por el proyecto. La reconformación del terreno, la descompactación de las áreas que lo requieran, la reincorporación del suelo vegetal conservado y las acciones de revegetación favorecerán el restablecimiento progresivo de la cobertura vegetal. La recuperación dependerá de las condiciones finales del suelo, de la disponibilidad de semillas y otros propágulos, de las condiciones climáticas y de la efectividad de las actividades de mantenimiento y seguimiento de las superficies restauradas.

IV.1.1.6 Descripción de impactos del componente Fauna

La fauna silvestre presente en el área de estudio puede verse afectada por la presencia y movilización de personal, maquinaria y vehículos, la remoción de vegetación, la intervención del suelo, la ocupación de superficies y la construcción y operación de la infraestructura del

proyecto. Estas actividades pueden generar modificaciones en la diversidad, disponibilidad y condiciones del hábitat, comportamiento y desplazamiento de los organismos, así como riesgos de mortalidad.

La identificación de los impactos se realizó con base en las interacciones establecidas en la matriz causa–efecto y en concordancia con la caracterización faunística presentada en el Capítulo III. Por lo tanto, la descripción deberá considerar únicamente las especies y categorías de protección sustentadas en dicho capítulo, evitando atribuir afectaciones a especies no registradas o de presencia exclusivamente potencial.

Para el componente fauna se identificaron nueve impactos ambientales: afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, disminución de la riqueza específica, eliminación de áreas utilizadas por las especies, modificación de patrones de comportamiento, efecto barrera, mortalidad por atropellamiento, mortalidad por colisión, mortalidad por electrocución y recuperación progresiva del hábitat. Estos impactos se describen en las tablas siguientes.

Tabla 30. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna.

COMPONENTE: FAUNA	
Factor: Especies Vulnerables **Etapa (s):** Actividades previas; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración.	
Impacto: Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	**Descripción:** Las especies incluidas en alguna categoría de riesgo pueden presentar una mayor vulnerabilidad ante las modificaciones del hábitat y el incremento de actividades humanas dentro del área del proyecto. Durante las actividades previas, la movilización inicial de personal, maquinaria y vehículos puede generar perturbación y desplazamiento temporal de individuos. En la preparación del sitio y la construcción, la remoción de vegetación, el despalme, los movimientos de tierra, las excavaciones y la ocupación progresiva de superficies pueden afectar sitios utilizados para refugio, descanso, alimentación, reproducción o desplazamiento. Los organismos de menor movilidad o aquellos que permanezcan en madrigueras, oquedades, debajo de rocas o entre la vegetación pueden presentar mayor exposición a lesiones o

COMPONENTE: FAUNA	
	mortalidad accidental. Durante la operación y mantenimiento, la presencia permanente de caminos, cercado, módulos e infraestructura eléctrica puede modificar el uso del espacio y mantener fuentes periódicas de perturbación asociadas con el tránsito y las labores de mantenimiento. En el abandono, el ingreso de maquinaria y el retiro de las instalaciones pueden generar nuevamente perturbaciones temporales; no obstante, la restauración posterior favorecerá la recuperación gradual de las condiciones del hábitat. Este impacto deberá aplicarse únicamente a las especies cuya presencia y categoría de riesgo estén sustentadas en la caracterización ambiental, sin considerar como confirmadas las especies reportadas exclusivamente como potenciales.
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Actividades previas; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** La riqueza específica de la fauna puede disminuir cuando las modificaciones en las condiciones del hábitat provocan el desplazamiento o la pérdida local de especies con menor tolerancia a la perturbación. Durante las actividades previas, el ingreso de personal, maquinaria y vehículos puede ocasionar el alejamiento temporal de organismos debido al ruido, las vibraciones y el incremento de la presencia humana. En la preparación del sitio y la construcción, la remoción de vegetación, el despalme, los movimientos de tierra, la apertura o adecuación de caminos y la ocupación de superficies pueden reducir la disponibilidad de refugios, alimento y espacios de reproducción, modificando la composición de la comunidad faunística en las áreas directamente intervenidas. Los organismos con requerimientos específicos de hábitat o menor capacidad de desplazamiento podrían resultar más sensibles que las especies generalistas o tolerantes a ambientes modificados. Durante la operación, la presencia permanente de módulos, caminos, cercado, infraestructura eléctrica y actividades de mantenimiento puede

COMPONENTE: FAUNA	
	mantener condiciones diferentes a las existentes antes del proyecto, favoreciendo la permanencia de algunas especies y limitando el uso del área por otras. En el abandono, el desmantelamiento generará una nueva perturbación temporal; posteriormente, la restauración y recuperación de la cobertura vegetal podrán favorecer el retorno progresivo de especies y la recuperación de la riqueza faunística. El análisis deberá diferenciar la riqueza registrada en la caracterización ambiental de la correspondiente a especies consideradas únicamente potenciales.
Factor: Modificación del Hábitat **Etapa (s):** Actividades previas; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración	
Impacto: Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	**Descripción:** Las actividades del proyecto pueden eliminar o modificar espacios utilizados por la fauna para refugio, descanso, alimentación, reproducción y desplazamiento. Durante las actividades previas, la delimitación de las áreas de trabajo y la movilización inicial de personal, vehículos y maquinaria pueden generar perturbaciones y reducir temporalmente el uso de determinados sectores. La mayor afectación se producirá durante la preparación del sitio y la construcción, debido a la limpieza, el desmonte, el despalme, los movimientos de tierra y la ocupación de superficies para caminos, módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, equipos eléctricos, sistema de almacenamiento de energía, subestación y demás obras permanentes y temporales. Estas acciones pueden eliminar cobertura vegetal, madrigueras, oquedades, rocas, perchas y otros elementos que proporcionan refugio o recursos para la fauna. La pérdida o modificación de estos espacios puede obligar a los individuos a desplazarse hacia áreas próximas, aumentar la competencia por los recursos disponibles y exponerlos a mayores riesgos durante su movilización. En operación, la infraestructura mantendrá transformadas algunas superficies, aunque determinados espacios no ocupados directamente podrían continuar siendo utilizados por especies

COMPONENTE: FAUNA	
	tolerantes a las nuevas condiciones. Durante el abandono, el desmantelamiento generará perturbaciones temporales adicionales; posteriormente, el retiro de la infraestructura, la reconformación del terreno y la recuperación de la cobertura vegetal favorecerán el restablecimiento gradual de las funciones del hábitat. La magnitud del impacto dependerá de la superficie efectivamente intervenida, del tipo y estado de la vegetación y de la disponibilidad de ambientes semejantes en el entorno inmediato.
Impacto: Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	**Descripción:** El incremento de la presencia humana, el tránsito de vehículos, el funcionamiento de maquinaria, la generación de ruido, las vibraciones y la iluminación pueden alterar los patrones habituales de actividad de la fauna. Desde las actividades previas, el ingreso de personal y maquinaria puede provocar respuestas de alerta, ocultamiento, huida o desplazamiento temporal hacia sectores con menor perturbación. Durante la preparación del sitio y la construcción, la continuidad e intensidad de los trabajos podrían modificar los horarios de alimentación, descanso, reproducción y desplazamiento, especialmente en especies sensibles a la presencia humana o con actividad nocturna. La remoción de vegetación y la transformación de elementos utilizados como refugio, percha o sitio de alimentación también pueden ocasionar cambios en el uso del espacio y en las rutas habituales de movimiento. En operación, las actividades humanas serán menos intensas que durante la construcción; sin embargo, el tránsito asociado con el mantenimiento, el funcionamiento de equipos, la iluminación de seguridad y la presencia permanente de la infraestructura podrán mantener estímulos capaces de modificar el comportamiento de algunas especies. En el abandono, el desmantelamiento generará nuevamente perturbaciones temporales semejantes a las constructivas. Una vez concluidas estas actividades y conforme avance la restauración, se espera una disminución gradual de las fuentes de perturbación. La respuesta variará según el grupo

COMPONENTE: FAUNA	
	faunístico, la sensibilidad de cada especie, sus hábitos, su capacidad de desplazamiento y el grado de adaptación a ambientes intervenidos.
Impacto: Efecto barrera	**Descripción:** El efecto barrera se producirá cuando las obras, instalaciones o actividades del proyecto dificulten, restrinjan o modifiquen el desplazamiento habitual de la fauna. Durante las actividades previas y la preparación del sitio, la delimitación de las áreas de trabajo, el tránsito de maquinaria y la apertura de frentes de obra pueden generar obstáculos temporales o provocar que los individuos eviten determinados sectores. En la construcción, los caminos internos, excavaciones, zanjas, acopios de materiales, cercado e instalación progresiva de la infraestructura pueden interrumpir rutas locales de desplazamiento y reducir la conectividad entre sitios de refugio, alimentación y reproducción. El efecto será particularmente relevante para organismos terrestres de baja movilidad, debido a su menor capacidad para sortear obstáculos o recorrer distancias mayores en busca de pasos alternativos. Durante la operación, el cercado perimetral y la presencia permanente de infraestructura podrían mantener restricciones al movimiento de ciertos organismos, aunque su intensidad dependerá del diseño y permeabilidad de las instalaciones y de la disponibilidad de rutas alternas en el entorno. La modificación de los desplazamientos puede incrementar el gasto energético de los individuos, concentrar su tránsito en puntos determinados o aumentar su exposición a caminos y otras áreas de riesgo. Durante el abandono, el desmantelamiento y la movilización de maquinaria generarán restricciones temporales adicionales; posteriormente, el retiro de obstáculos y la restauración de las superficies intervenidas favorecerán la recuperación gradual de la conectividad local.

COMPONENTE: FAUNA	
Factor: Mortalidad **Etapa (s):** Actividades previas; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; abandono y restauración	
Impacto: Mortalidad por atropellamiento	**Descripción:** El tránsito de vehículos y maquinaria asociado con las distintas etapas del proyecto puede ocasionar el atropellamiento de fauna que se desplace sobre los caminos de acceso, caminos internos y frentes de trabajo. El riesgo comenzará durante las actividades previas con la movilización inicial de equipos, materiales y personal, y aumentará durante la preparación del sitio y la construcción debido a la mayor frecuencia de circulación y a la apertura simultánea de diferentes frentes de obra. Los organismos terrestres de desplazamiento lento, de hábitos nocturnos o que permanezcan ocultos entre la vegetación, bajo rocas o en madrigueras pueden presentar una mayor exposición, especialmente cuando crucen las vías o intenten abandonar las áreas intervenidas. Durante la operación y mantenimiento, aunque la circulación vehicular será menor que en la construcción, el riesgo permanecerá asociado con las inspecciones, el mantenimiento preventivo y correctivo, el transporte de personal y la atención de contingencias. En el abandono, el ingreso de maquinaria y vehículos para retirar equipos, estructuras y materiales incrementará nuevamente la posibilidad de atropellamiento. La ocurrencia del impacto dependerá de la frecuencia y velocidad de circulación, los horarios de tránsito, la visibilidad, la presencia de fauna en las vías y el cumplimiento de las medidas de control vehicular y protección de fauna.
Impacto: Mortalidad por colisión	**Descripción:** La instalación y presencia de estructuras verticales, cerramientos, conductores y otros elementos de la infraestructura pueden representar obstáculos para el desplazamiento de la fauna, principalmente de aves y otros organismos voladores. Durante las actividades previas, la preparación del sitio y la construcción, el riesgo

COMPONENTE: FAUNA	
	estará relacionado con la presencia progresiva de señalización, cercados, maquinaria, estructuras parcialmente instaladas, materiales y elementos temporales que pueden resultar poco perceptibles durante el vuelo o los desplazamientos de huida. En la operación, los módulos fotovoltaicos, el cercado, las estructuras eléctricas y demás instalaciones permanentes modificarán las condiciones físicas del espacio y podrán generar eventos de colisión, especialmente en condiciones de baja visibilidad, durante desplazamientos rápidos o ante respuestas de escape. El riesgo dependerá de la ubicación, altura, visibilidad y disposición de los elementos, así como de los patrones de vuelo y desplazamiento de las especies presentes. Durante el abandono, el desmontaje progresivo de equipos y estructuras, junto con la circulación de maquinaria, puede generar obstáculos temporales y condiciones cambiantes que mantengan el riesgo de colisión hasta el retiro completo de la infraestructura. Aunque se trata de eventos de ocurrencia eventual, sus consecuencias son directas y pueden causar lesiones o mortalidad de individuos
Impacto: Mortalidad por electrocución	**Descripción:** El riesgo de electrocución se relaciona con el contacto simultáneo de un organismo con elementos energizados o con componentes que presenten diferencias de potencial eléctrico. Durante las actividades previas, la preparación del sitio y la construcción, este riesgo puede estar asociado con instalaciones eléctricas temporales, equipos auxiliares, cableado provisional y componentes que sean energizados durante las pruebas y puesta en servicio. En la etapa de operación y mantenimiento, el riesgo se vincula con la presencia y funcionamiento de conductores, transformadores, subestación, equipos eléctricos y demás componentes energizados del proyecto. La exposición se presentaría principalmente cuando la fauna acceda a instalaciones sin aislamiento suficiente o utilice las estructuras como sitios de descanso, desplazamiento o percha. La probabilidad de ocurrencia dependerá del diseño de las instalaciones, la separación entre componentes, el aislamiento, la existencia de barreras físicas, el mantenimiento y la

COMPONENTE: FAUNA	
	accesibilidad para los organismos. Durante el abandono, el riesgo podrá mantenerse mientras la infraestructura permanezca energizada; deberá disminuir después de la desenergización, bloqueo y verificación de ausencia de tensión, antes del desmontaje de los equipos. Aunque su ocurrencia puede ser puntual, la electrocución constituye un impacto directo que puede ocasionar lesiones graves o mortalidad de individuos.
Factor: Recuperación progresiva del hábitat **Etapa (s):** Desmantelamiento, abandono	
Impacto: Recuperación progresiva del hábitat	**Descripción:** Este impacto positivo se presentará durante la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración del sitio, una vez concluidas las actividades de desenergización, desmontaje y retiro de módulos, estructuras, cableado, equipos eléctricos, sistema de almacenamiento de energía e instalaciones auxiliares. La eliminación de obstáculos, la reconformación del terreno, la descompactación de las superficies que lo requieran y la recuperación de la cobertura vegetal favorecerán el restablecimiento gradual de espacios de refugio, alimentación, descanso, reproducción y desplazamiento para la fauna. A medida que disminuya la presencia de personal, vehículos, ruido e infraestructura, los organismos podrán volver a utilizar algunos sectores previamente intervenidos y restablecer progresivamente sus rutas de movimiento. La recuperación no será inmediata y dependerá del grado de alteración, la efectividad de las acciones de restauración, el desarrollo de la vegetación, la conectividad con ambientes conservados próximos y la capacidad de recolonización de las especies. Aunque las condiciones posteriores pueden no ser idénticas a las existentes antes del proyecto, se espera una mejora gradual de la disponibilidad y funcionalidad del hábitat respecto de las condiciones mantenidas durante la operación.

IV.1.1.7 Descripción de impactos del componente Socioeconómico

Las actividades del proyecto producirán interacciones positivas y negativas sobre el medio socioeconómico durante sus diferentes etapas. Los principales efectos positivos estarán relacionados con la contratación de personal y la adquisición de bienes y servicios, mientras que los efectos adversos potenciales se asociarán con el incremento temporal de la demanda sobre la infraestructura y los servicios locales y con la exposición de los trabajadores a riesgos laborales.

La magnitud de estos efectos dependerá del número de trabajadores requeridos, la duración de cada etapa, la proporción de contratación y adquisición local, la capacidad disponible en las localidades próximas y la aplicación de los procedimientos de seguridad y salud ocupacional. Para este componente se identificaron cuatro impactos ambientales, los cuales se describen a continuación.

Tabla 31 Descripción de los impactos identificados para el componente Socioeconómico.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Factor: Actividades Comerciales **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.	
Impacto: Derrama económica por bienes o servicios	**Descripción:** El proyecto generará una derrama económica positiva debido a la adquisición de materiales, insumos, alimentos, hospedaje, transporte, combustible, mantenimiento, renta de maquinaria y otros bienes y servicios necesarios para su desarrollo. El efecto comenzará durante las actividades previas, con la contratación de servicios técnicos, logísticos y administrativos, y aumentará durante la preparación del sitio y la construcción, cuando se concentrará la mayor demanda de personal, equipos, materiales y servicios de apoyo. Durante la operación y mantenimiento, la derrama económica será menor, pero tendrá una duración más prolongada, relacionada con inspecciones, reparaciones, suministro de refacciones, mantenimiento de equipos y atención de las instalaciones. En la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración del sitio se producirá un nuevo incremento

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	temporal de la demanda de transporte, maquinaria, personal, manejo de materiales y servicios vinculados con el retiro de la infraestructura y la rehabilitación de las áreas intervenidas. El beneficio para la economía local dependerá de la disponibilidad de proveedores, de la capacidad de las empresas de la zona para atender los requerimientos del proyecto y de la proporción de bienes y servicios contratados local o regionalmente.
Factor: Generación de empleos **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.	
Impacto: Generación de empleos directos e indirectos	**Descripción:** El desarrollo del proyecto generará empleos directos mediante la contratación de personal para las actividades técnicas, administrativas, constructivas, operativas y ambientales, así como empleos indirectos asociados con proveedores, transporte, alimentación, hospedaje, comercio y otros servicios de apoyo. Durante las actividades previas se requerirá personal para la gestión, planeación, delimitación y movilización inicial. La mayor demanda de mano de obra se presentará durante la preparación del sitio y la construcción, debido a la ejecución simultánea de actividades de limpieza, movimiento de tierras, construcción de caminos, montaje de estructuras, instalación de módulos, obras eléctricas, sistema de almacenamiento de energía y demás infraestructura. En la operación y mantenimiento, el número de puestos será menor, pero algunos tendrán una duración más prolongada y requerirán personal técnico para la supervisión, seguridad, limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo y atención de las instalaciones. Durante el desmantelamiento, abandono y restauración del sitio se generarán nuevamente empleos temporales relacionados con la desenergización, desmontaje, retiro y transporte de materiales y equipos, manejo de residuos y restauración de las superficies intervenidas. La intensidad del beneficio dependerá del número y duración de los puestos creados, de la disponibilidad de

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	mano de obra local y de la proporción de trabajadores contratados en las localidades cercanas.
Factor: Demanda de infraestructura y servicios **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	**Descripción:** La incorporación temporal de trabajadores y el desarrollo de las actividades del proyecto pueden incrementar la demanda de agua para consumo humano y servicios, energía, transporte, alimentación, hospedaje, atención médica, saneamiento, telecomunicaciones y manejo de residuos. Durante las actividades previas, el efecto estará relacionado con la movilización inicial y la instalación logística del proyecto. La mayor presión se presentará durante la preparación del sitio y la construcción, debido a la concentración de personal, vehículos y frentes de trabajo y al uso más frecuente de caminos y servicios de las localidades cercanas. El tránsito de vehículos para transportar personal, materiales y equipos también puede aumentar temporalmente la utilización y el desgaste de la infraestructura vial local. Durante la operación y mantenimiento, la demanda disminuirá considerablemente por la reducción del número de trabajadores, aunque permanecerán requerimientos periódicos de transporte, comunicación, mantenimiento y atención de emergencias. La magnitud del impacto dependerá del número de trabajadores, la duración de las actividades, la capacidad disponible de los servicios locales y la autonomía de las instalaciones temporales del proyecto. Conforme a la matriz, este impacto no presenta interacciones durante la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.
Factor: Riesgo Ocupacional **Etapa (s):** Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento, abandono y restauración del sitio	

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Impacto: Incremento de riesgos laborales	**Descripción:** La ejecución del proyecto incrementará la exposición de los trabajadores a riesgos derivados del tránsito vehicular, la operación de maquinaria y herramientas, el movimiento e izaje de cargas, las excavaciones, los trabajos eléctricos, las labores en altura, la manipulación de materiales y la exposición a polvo, ruido, radiación solar y temperaturas extremas. Durante las actividades previas y la preparación del sitio, los principales riesgos estarán relacionados con la movilización de equipos, el tránsito sobre terrenos irregulares, la limpieza, el desmonte, el despalme y los movimientos de tierra. En la construcción, la ejecución simultánea de obras civiles, mecánicas y eléctricas aumentará la posibilidad de golpes, caídas, atrapamientos, lesiones musculoesqueléticas, accidentes vehiculares y contacto con componentes eléctricos. Durante la operación y mantenimiento se mantendrán riesgos asociados con equipos energizados, transformadores, subestación, inversores y sistema de almacenamiento de energía mediante baterías; este último puede presentar riesgos específicos relacionados con fallas eléctricas, incendio, liberación de calor o exposición a sustancias presentes en sus componentes. En la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración del sitio, la desenergización, desmontaje, corte, izaje, carga y transporte de equipos y estructuras generarán riesgos semejantes a los de la construcción. La probabilidad y gravedad de los accidentes dependerán de la capacitación del personal, el estado de los equipos, la señalización, la supervisión, el uso de equipo de protección personal y el cumplimiento de los procedimientos de seguridad, mantenimiento y atención de emergencias.

IV.2 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2.1 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación

En este apartado se presentan las medidas de mitigación a considerarse durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto, las cuales se presentarán mediante fichas técnicas donde se indica el componente, el factor, el impacto, la medida, así como los indicadores de realización y seguimiento de acuerdo con las acciones a ejecutar.

Las medidas de mitigación se presentan de acuerdo con el componente ambiental afectado.

IV.2.2 Medidas ambientales para el componente agua

IV.2.2.1.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, camino de acceso, áreas de maniobra, zonas de almacenamiento temporal, frentes de trabajo, superficies de despalme y áreas destinadas a la instalación de infraestructura del "Fresnillo (PV Atocha)".	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la capacidad de infiltración.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y restauración.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante la preparación del sitio y construcción, las actividades de despalme, nivelación, excavación, habilitación de caminos, conformación de áreas de trabajo y tránsito de maquinaria pueden modificar	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
las propiedades físicas del suelo y generar compactación en las superficies intervenidas. Durante la operación y mantenimiento, la permanencia de la infraestructura y el tránsito asociado a las labores de mantenimiento pueden conservar parcialmente estas modificaciones. Como consecuencia, puede presentarse una disminución localizada de la capacidad de infiltración y un incremento de la proporción de agua que escurre superficialmente.
Objetivo de la medida
Prevenir y reducir la disminución de la capacidad de infiltración mediante la delimitación de las superficies de trabajo, el control del tránsito de maquinaria y vehículos, la restricción de intervenciones innecesarias y la recuperación de las áreas utilizadas temporalmente.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de las actividades • Delimitar y señalizar los caminos internos, el camino de acceso, las áreas de maniobra, los frentes de trabajo, las zonas de almacenamiento temporal y las superficies donde se realizarán actividades de despalme o movimiento de suelo. • Establecer las rutas autorizadas para la circulación de vehículos, maquinaria y equipos. • Identificar las superficies libres de infraestructura permanente que deberán mantenerse sin ocupaciones ni intervenciones innecesarias. • Informar al personal y a los operadores de maquinaria sobre las superficies y rutas autorizadas. **Durante la preparación del sitio y construcción:** • Restringir la circulación de vehículos, maquinaria y equipos a los caminos y áreas previamente delimitados. • Registrar en una bitácora el ingreso y circulación de vehículos y maquinaria. • Limitar el despalme, la nivelación, las excavaciones y la compactación a las superficies requeridas por el diseño del proyecto. • Evitar la apertura o ampliación de caminos y brechas que no estén contemplados en el diseño. • Evitar el estacionamiento, almacenamiento de materiales y realización de maniobras sobre las superficies libres de infraestructura permanente. • Mantener en buenas condiciones la señalización y delimitación instalada. • Atender las intervenciones fuera de las superficies autorizadas mediante el retiro de materiales o equipos y la aplicación de acciones de limpieza, reconformación o descompactación, según corresponda.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA

Durante la operación y mantenimiento:

- Mantener la circulación de vehículos y equipos dentro de los caminos y áreas operativas autorizadas.
- Evitar la ampliación innecesaria de las superficies compactadas.
- Verificar que las superficies libres de infraestructura permanente no se utilicen como sitios de estacionamiento, maniobra, almacenamiento o disposición de materiales.

Al finalizar las actividades temporales:

- Retirar los materiales, equipos e instalaciones temporales.
- Limpiar y reconformar las superficies liberadas.
- Aplicar descompactación superficial cuando resulte técnica y ambientalmente procedente.
- Incorporar las superficies liberadas a las acciones de restauración o revegetación previstas.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Método de cálculo	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de las superficies autorizadas	Superficie intervenida dentro de las áreas autorizadas ÷ superficie total intervenida × 100	100 %	Planos del proyecto, registros de superficie, listas de verificación y evidencia fotográfica georreferenciada.
Cumplimiento de las rutas autorizadas	Número de registros de tránsito sin desviaciones ÷ número total de registros verificados × 100	100 %	Bitácora de circulación, croquis de rutas autorizadas, listas de verificación y registro fotográfico.
Registro de vehículos y maquinaria	Número de vehículos y equipos registrados ÷ número total de vehículos y equipos	100 %	Bitácoras de ingreso y salida, controles de acceso y registros de maquinaria y vehículos.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA			
	que ingresaron al proyecto × 100		
Intervenciones fuera de las áreas autorizadas	Número de intervenciones detectadas fuera de las superficies autorizadas	0	Reportes de supervisión ambiental, registro de incidencias, evidencia fotográfica y formatos de acciones correctivas.
Forma de supervisión y cumplimiento			
El responsable ambiental verificará, antes del inicio de cada frente de trabajo, la delimitación y señalización de los caminos, áreas de maniobra, superficies de despalme, zonas de almacenamiento temporal y demás áreas autorizadas. Durante la preparación del sitio y construcción realizará recorridos semanales para comprobar que la maquinaria, los vehículos y los equipos permanezcan dentro de las rutas establecidas y que no se amplíen las superficies intervenidas. Durante la operación y mantenimiento se efectuarán verificaciones mensuales y durante las actividades que impliquen el ingreso de maquinaria o la intervención del terreno. También se revisarán las superficies libres de infraestructura permanente y las áreas temporales liberadas. Cualquier desviación deberá registrarse y atenderse mediante las acciones correctivas correspondientes.			
Informes de cumplimiento			
El reporte de cumplimiento de esta medida se presentará dentro del Informe de Cumplimiento del PVA que se presentará de manera anual.			

IV.2.2.1.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD Y ESCORRENTIAS
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono y restauración del sitio
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del proyecto, caminos internos, camino de acceso, zonas con movimiento de suelo, áreas de instalación de infraestructura y superficies donde se identifiquen trayectorias de escurrimiento superficial.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Incremento en la escorrentía superficial y Modificación a los patrones de escurrimiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Las actividades de despalme, nivelación, movimiento de suelo, construcción de caminos e instalación de infraestructura pueden modificar la superficie del terreno y reducir localmente su permeabilidad. Esto puede incrementar el volumen o la velocidad de la escorrentía y modificar las trayectorias naturales del flujo superficial. Durante la operación, la presencia de caminos e infraestructura puede mantener estas modificaciones. En el desmantelamiento, el retiro de instalaciones y el tránsito de maquinaria pueden alterar temporalmente el drenaje superficial si los materiales y residuos no se manejan adecuadamente.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y reducir el incremento de la escorrentía y la modificación de sus patrones mediante la conservación de las trayectorias naturales de flujo, el control de las superficies intervenidas y la inspección y mantenimiento de los elementos destinados al manejo del agua pluvial.	
Descripción técnica de la medida	
• Previo al inicio de actividades • Identificar en campo las trayectorias visibles de escurrimiento superficial ubicadas dentro de las áreas de intervención. • Registrar su ubicación mediante planos, croquis y fotografías georreferenciadas. • Considerar estas trayectorias durante la delimitación de caminos, frentes de trabajo y áreas de almacenamiento temporal. • Informar al personal sobre la prohibición de obstruir los escurrimientos con materiales, residuos, maquinaria o suelo producto de excavación. • Durante la construcción • Conservar, cuando sea técnica y ambientalmente posible, la continuidad de los escurrimientos naturales. • • Evitar el depósito de residuos, materiales y suelo producto de excavación sobre las trayectorias de flujo.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
• Limitar la nivelación y modificación de pendientes a las superficies requeridas por el diseño del proyecto. • Evitar que los caminos y áreas de trabajo generen barreras o concentraciones innecesarias del flujo superficial. • Implementar, cuando las condiciones del terreno lo requieran, cunetas, pasos de agua, disipadores, barreras de retención de sedimentos u otros elementos compatibles con el diseño del proyecto. • Mantener libres de residuos, materiales y sedimentos los escurrimientos y los elementos de drenaje. • No realizar rellenos, desviaciones, canalizaciones ni obras sobre los escurrimientos que no se encuentren contempladas y autorizadas. **Durante operación y mantenimiento** • Inspeccionar periódicamente los caminos, cunetas, pasos de agua y trayectorias de escurrimiento. • Retirar los residuos, materiales o sedimentos que reduzcan su funcionamiento. • Atender oportunamente los encharcamientos, procesos erosivos o concentraciones anómalas de flujo atribuibles al proyecto. • Mantener funcionales los elementos destinados al manejo del agua pluvia **Durante el desmantelamiento, abandono y restauración:** • Evitar que la infraestructura retirada, los materiales y los residuos obstruyan los escurrimientos. • Retirar las instalaciones temporales y limpiar las trayectorias de flujo. • Reconformar las superficies en las que se hayan generado barreras o depresiones que modifiquen el drenaje superficial. • Estabilizar los sitios que presenten erosión o arrastre de sedimentos.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Método de cálculo	Meta	Medida de verificación

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA			
Identificación de trayectorias de escurrimiento	Trayectorias registradas ÷ trayectorias observadas en las áreas de intervención × 100	100%	Planos, croquis, registros de campo y fotografías georreferenciadas.
Eventos de obstrucción de escurrimientos naturales asociados a las actividades del proyecto.	Escurrimientos sin obstrucciones ÷ escurrimientos inspeccionados × 100	0 eventos atribuibles al desarrollo de las actividades.	Bitácoras ambientales y evidencia fotográfica.
Sitios con erosión o encharcamiento sin atender	Número de sitios que permanezcan sin atención al cierre del periodo	0	Reportes de inspección y fotografías del antes y después.
Forma de supervisión y cumplimiento			
El responsable ambiental verificará en campo que las trayectorias de escurrimiento identificadas permanezcan libres de residuos, materiales, sedimentos u otras obstrucciones atribuibles al proyecto. Asimismo, comprobará la instalación y funcionalidad de los pasos de agua, cunetas, disipadores y demás elementos de drenaje que resulten necesarios. La supervisión se realizará mensualmente durante la preparación del sitio y construcción; trimestralmente durante la operación y mantenimiento; antes de la temporada de lluvias; y después de precipitaciones que generen escurrimiento visible. Durante el desmantelamiento se efectuarán recorridos mientras se desarrollen actividades de retiro de infraestructura o movimiento de materiales. Cuando se identifiquen obstrucciones, encharcamientos, procesos erosivos o daños en los elementos de drenaje, el responsable ambiental registrará el hallazgo, definirá la acción correctiva requerida y verificará su atención hasta el cierre.			
Informes de cumplimiento			

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
El seguimiento de la presente medida será integrado en los informes del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo la condición de las áreas de escurrimiento, resultados de los indicadores establecidos y evidencia documental y fotográfica generada durante las actividades de supervisión. PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.1.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, oficinas e instalaciones temporales, áreas de almacenamiento, caminos, zonas operativas y sitios destinados al almacenamiento temporal de residuos dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación del agua por residuos sólidos urbanos y de manejo especial/ Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos derivados principalmente de la presencia del personal, así como residuos de manejo especial asociados con embalajes, materiales de construcción, componentes sustituidos y actividades de instalación, mantenimiento y retiro de infraestructura. Su manejo inadecuado puede ocasionar la dispersión o acumulación de residuos sobre el terreno y su arrastre por la escorrentía, afectando la calidad del suelo y, potencialmente, del agua superficial.	
Objetivo de la medida	
Prevenir la contaminación del agua y del suelo mediante la separación, identificación, almacenamiento temporal, recolección, valorización y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados durante todas las etapas del proyecto.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio • Elaborar e implementar el **Programa de Manejo Integral de Residuos**. • Identificar los tipos de residuos que serán generados durante cada etapa del proyecto. • Definir y acondicionar los sitios de almacenamiento temporal, considerando el volumen y las características de los residuos. • Instalar contenedores suficientes, resistentes, con tapa e identificados conforme al tipo de residuo. • Establecer convenios o contratos con prestadores de servicios autorizados, cuando corresponda. • Capacitar al personal sobre separación, almacenamiento y disposición de residuos. **Durante todas las etapas** • Separar los residuos desde el sitio donde se generen y depositarlos en los contenedores correspondientes. • Evitar la mezcla de residuos sólidos urbanos y de manejo especial con residuos peligrosos. • Mantener identificados, señalizados, ordenados y limpios los sitios de almacenamiento temporal. • Conservar cerrados los contenedores para evitar la dispersión de residuos por acción del viento, la fauna o la escorrentía. • Realizar recorridos de limpieza en los frentes de trabajo, caminos y áreas operativas. • Registrar el tipo y la cantidad de residuos generados, reutilizados, reciclados y entregados para su manejo externo. • Promover la reutilización y valorización de materiales cuando resulte técnica y legalmente procedente. • Retirar los residuos con la frecuencia necesaria para evitar su acumulación excesiva. • Entregar los residuos a prestadores de servicios o sitios autorizados y conservar los comprobantes correspondientes. • Prohibir la quema, entierro, abandono o disposición de residuos fuera de los sitios establecidos. • Evitar la colocación de contenedores o residuos sobre trayectorias de escurrimiento. • Verificar periódicamente el cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes:

1. Relación entre número de contenedores existentes debidamente identificados (por tipo de residuos) / número de contenedores existentes. Los contendores deberán estar señalados con la iconografía propuesta por SEMARNAT en su "Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de residuos sólidos urbanos".



Figura. Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT

2. Número de anuncios colocados en los que se indique "Se prohíbe tirar residuos", con el objetivo de que estos no escurran y se contaminen los escurrimientos. Lo mismo sucederá con los residuos peligrosos y materiales pétreos.
3. Contar con procedimientos para el manejo y disposición final de residuos generados durante el desarrollo del proyecto que permitan dar el seguimiento y vigilancia adecuados para el cumplimiento de las disposiciones normativas establecidas en la legislación ambiental vigente, con el fin de evitar la generación de fauna nociva.
4. Bitácoras de disposición de residuos.
5. Superficie del proyecto sin residuos.
6. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos.

*__NOM-083-SEMARNAT-2003__ (Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial).

Al concluir cada frente de trabajo

- Retirar la totalidad de los residuos, contenedores e instalaciones temporales que ya no sean necesarios.
- Limpiar las superficies liberadas.
- Cuando se identifiquen afectaciones derivadas del manejo inadecuado de residuos, implementar las acciones de retiro, limpieza y restauración que correspondan.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Fórmula / Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) × 100	Mantener infraestructura disponible durante las etapas aplicables	Informes ambientales y listas de verificación
Segregación adecuada de residuos	(Puntos de separación conformes / Puntos inspeccionados) × 100	≥95 %	Inspecciones ambientales
Disposición adecuada de residuos	(Residuos entregados a gestor autorizado / Residuos generados que requieren gestión externa) × 100	100 %	Manifiestos, comprobantes y certificados
Capacitación del personal	(Personal capacitado / Personal programado) × 100	100 %	Registros de capacitación

Forma de supervisión y cumplimiento

1. El responsable ambiental realizará recorridos semanales durante la preparación del sitio, construcción y desmantelamiento, y mensuales durante la operación y mantenimiento. Verificará la disponibilidad y estado de los contenedores, la separación de los residuos, la limpieza de las áreas de trabajo y las condiciones de los sitios de almacenamiento temporal. También revisará las bitácoras de generación y los comprobantes de recolección, transporte, valorización o disposición. Los residuos mal dispuestos deberán retirarse y cualquier deficiencia identificada se registrará y atenderá mediante acciones correctivas.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado en los informes periódicos del PVA, incluyendo registros de generación, documentación de entrega, condiciones del almacenamiento temporal y evidencia fotográfica.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.1.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, áreas de almacenamiento temporal, zonas de abastecimiento de combustibles, sitios de mantenimiento, caminos, subestación elevadora, sistema BESS, transformadores y demás áreas donde se manejen sustancias o residuos peligrosos.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación del agua por residuos peligrosos / Contaminación del suelo por residuos peligrosos.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
El uso de maquinaria, vehículos, transformadores, equipos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía requiere combustibles, aceites, lubricantes, líquidos aislantes y otras sustancias que pueden presentar características de peligrosidad. Las actividades de mantenimiento también pueden generar materiales absorbentes, envases, filtros, estopas, suelo contaminado, componentes eléctricos o baterías dañadas. Su manejo inadecuado o la ocurrencia de fugas y derrames puede alterar la calidad del suelo y alcanzar los escurrimientos superficiales por arrastre durante eventos de lluvia.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y controlar la contaminación del suelo y del agua mediante el almacenamiento seguro de sustancias, el manejo adecuado de residuos peligrosos, la inspección de equipos, la atención inmediata de fugas y derrames y la entrega de los residuos a prestadores autorizados.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de las actividades	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
• Identificar las sustancias y residuos peligrosos que pueden generarse durante cada etapa del proyecto. • Contar con las hojas de datos de seguridad de las sustancias utilizadas. • Acondicionar un área para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos que cumpla con las condiciones de seguridad y contención aplicables. • Definir sitios controlados para el almacenamiento de combustibles, lubricantes y otras sustancias. • Disponer de recipientes compatibles, cerrados, identificados y en buen estado. • Instalar sistemas de contención secundaria en las áreas donde se almacenen sustancias líquidas. • Mantener kits para la atención de derrames en las zonas de almacenamiento, abastecimiento y mantenimiento. • Capacitar al personal en el manejo de sustancias peligrosas y atención de contingencias. **Durante la ejecución del proyecto** • Mantener separados los residuos peligrosos de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. • Almacenar los residuos de acuerdo con sus características y compatibilidad. • Mantener cerrados, identificados y sin fugas los recipientes utilizados. • Prohibir el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos sobre suelo natural o en trayectorias de escurrimiento. • Realizar el abastecimiento de combustibles en sitios controlados, utilizando bandejas, materiales impermeables o dispositivos de contención. • Ejecutar el mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos fuera del Área del Proyecto o en sitios acondicionados para evitar derrames. • Cuando una reparación de emergencia deba realizarse en campo, proteger previamente el suelo y disponer de materiales para contener cualquier fuga. • Inspeccionar periódicamente transformadores, equipos eléctricos y el sistema BESS para detectar fugas, daños o condiciones anormales. • Manejar las baterías o componentes eléctricos dañados conforme a sus características, las recomendaciones del fabricante y la normativa aplicable. • Entregar los residuos peligrosos a prestadores autorizados y conservar los manifiestos o comprobantes correspondientes.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

En caso de fuga o derrame:

- Detener la fuente de la fuga cuando pueda realizarse de manera segura.
- Contener el material para impedir su dispersión y evitar que alcance escurrimientos o sistemas de drenaje.
- Recuperar el líquido y recolectar los materiales absorbentes utilizados.
- Retirar el suelo contaminado cuando corresponda y manejarlo de acuerdo con sus características.
- Colocar los residuos generados durante la atención del evento en recipientes identificados y compatibles.
- Registrar el incidente, la causa, el volumen estimado, la superficie afectada y las acciones implementadas.
- Aplicar las acciones de limpieza, restauración y seguimiento necesarias hasta comprobar la atención del sitio.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Residuos peligrosos gestionados conforme a la normatividad aplicable	100 % de los residuos generados con manejo adecuado.	Manifiestos de entrega, registros de generación y/o comprobantes de disposición.
Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos en condiciones adecuadas	Mantener condiciones de manejo durante las etapas aplicables.	Registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica.
Recipientes identificados para residuos peligrosos	100 % de recipientes identificados	Registro fotográfico y bitácora ambiental
Fugas o derrames atendidos	Eventos atendidos y cerrados ÷ eventos registrados × 100	Reportes de atención, registros de residuos y cierre de acciones correctivas.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Durante las etapas aplicables del proyecto, el Responsable Ambiental verificará las condiciones de manejo de los residuos peligrosos generados, incluyendo su correcta identificación, separación, almacenamiento temporal y entrega para su gestión conforme a la normatividad vigente. 2. La verificación incluirá la revisión de las áreas destinadas al almacenamiento temporal, condiciones de los recipientes, etiquetado, orden y limpieza, así como la documentación asociada al manejo externo de los residuos peligrosos, con el fin de prevenir posibles fuentes de contaminación hacia el recurso hídrico.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo el cumplimiento de las áreas autorizadas de circulación, acciones de recuperación aplicadas cuando correspondan y evidencia documental generada durante la supervisión. PVA que se presentará de manera anual.

NOTA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS: Las características del almacén de residuos peligrosos deberán de cumplir lo establecido en el Artículo 82, capítulo IV (Sección 1) del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos. Por el volumen de residuos generados en el proyecto (400 kg/año) se prevé que se obtenga el registro como "Pequeño generador" por lo que sólo se consideran algunas condiciones básicas para el área de almacenamiento como son las siguientes:

IV.2.2.2 Medidas ambientales para el componente suelo

IV.2.2.2.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
FACTOR AMBIENTAL: ESTRUCTURA Y RECUPERACIÓN
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento, abandono

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos, áreas de maniobra, frentes de trabajo, zonas de almacenamiento temporal, superficies destinadas a infraestructura y áreas sujetas al tránsito o permanencia de maquinaria y equipos.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Compactación del suelo Recuperación de las condiciones físicas del suelo.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y restauración
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

El tránsito y permanencia de maquinaria, vehículos y equipos, así como el almacenamiento de materiales y la instalación de infraestructura, pueden incrementar la densidad y reducir la porosidad del suelo. La compactación puede limitar la infiltración, el intercambio de aire, el desarrollo de raíces y la recuperación de la cobertura vegetal. Al finalizar las actividades temporales y durante el desmantelamiento, las superficies que dejen de ser necesarias podrán requerir limpieza, reconformación y descompactación para favorecer la recuperación progresiva de sus condiciones físicas.

Objetivo de la medida

Prevenir y reducir la compactación fuera de las superficies requeridas por el proyecto y favorecer la recuperación física de las áreas utilizadas temporalmente mediante acciones de limpieza, reconformación y descompactación.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

Se delimitarán las áreas autorizadas para circulación de maquinaria, caminos internos, zonas de maniobra y almacenamiento temporal, evitando la intervención innecesaria de superficies adicionales. Se establecerán rutas internas de circulación con el propósito de concentrar el tránsito vehicular y reducir la afectación sobre áreas no destinadas para actividades constructivas.

Durante la construcción

- El tránsito de maquinaria, vehículos y equipos se realizará únicamente dentro de las áreas definidas para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará el tránsito repetitivo sobre áreas naturales o superficies que no requieran intervención.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

- Las zonas destinadas al almacenamiento temporal de materiales deberán establecerse dentro de áreas previamente definidas.
- Se evitará realizar movimientos innecesarios de maquinaria que puedan incrementar la compactación del terreno.
- No compactar superficies que no requieran esta condición por razones técnicas o de seguridad.

Durante la operación y mantenimiento:

Utilizar los caminos y áreas operativas existentes.

Evitar la creación de nuevas zonas de estacionamiento, maniobra o almacenamiento temporal.

Revisar las superficies intervenidas durante mantenimientos mayores y atender la compactación generada fuera de las áreas operativas.

Al finalizar actividades temporales y en desmantelamiento

Las áreas utilizadas temporalmente que no formen parte de la infraestructura permanente serán revisadas y, cuando presenten compactación evidente, se aplicarán acciones orientadas a favorecer la recuperación de sus condiciones físicas, tales como:

- retiro de materiales temporales;
- limpieza del área;
- descompactación superficial cuando sea técnicamente requerida;
- integración con acciones de recuperación vegetal cuando aplique.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Circulación de maquinaria y vehículos dentro de áreas autorizadas	100 % de tránsito dentro de zonas establecidas	Supervisión ambiental, bitácora y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas al finalizar actividades constructivas	Recuperación de áreas temporales que no permanezcan en operación.	Registro fotográfico y reportes de supervisión
Eventos de intervención fuera de áreas autorizadas	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO		
Áreas recuperadas sin nueva compactación	Áreas sin nueva compactación ÷ áreas recuperadas inspeccionadas × 100	Informes de seguimiento, listas de verificación y fotografías georreferenciadas.
Forma de supervisión y cumplimiento		
1. El responsable ambiental verificará semanalmente, durante la preparación del sitio y construcción, que la circulación, maniobras y almacenamiento se realicen dentro de las superficies autorizadas. Durante la operación, las inspecciones se efectuarán cuando se desarrollen mantenimientos que impliquen el ingreso de maquinaria pesada. Al concluir cada frente temporal y durante el desmantelamiento, se identificarán las superficies compactadas, se definirán las acciones requeridas y se verificará su ejecución. Los hallazgos y acciones correctivas se documentarán hasta su cierre.		
Informes de cumplimiento		
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Condiciones observadas en áreas susceptibles; • Acciones de manejo implementadas; • Resultados de indicadores; • Evidencia documental y fotográfica disponible. PVA que se presentará de manera anual.		

IV.2.2.2.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento, abandono
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies autorizadas del proyecto Fresnillo (PV Atocha) en las que se realicen actividades de despalme, excavación, nivelación, movimiento de tierras, almacenamiento de suelo, apertura o adecuación de caminos y retiro de infraestructura.
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
Impactos al que va dirigido la acción	Pérdida de suelo por erosión hídrica / Pérdida de suelo por erosión eólica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
La remoción de la cobertura vegetal, el despalme, las excavaciones, los movimientos de tierra y la exposición temporal del suelo pueden facilitar el desprendimiento y transporte de partículas por acción del agua y del viento. La pérdida de suelo puede presentarse principalmente en superficies sin cobertura, taludes, caminos, zonas de almacenamiento de material y áreas temporalmente intervenidas, especialmente durante lluvias intensas o periodos de vientos fuertes.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y reducir la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica mediante la conservación del suelo superficial, el control de las superficies expuestas, la estabilización de materiales y la atención oportuna de evidencias de erosión.	
Descripción técnica de la medida	
Se implementará un **Programa de manejo y restauración de suelos** con las siguientes acciones: 1. **Planeación y delimitación de las superficies de intervención**: Antes del inicio de las actividades se delimitarán las superficies autorizadas para despalme, excavaciones, nivelación, caminos, maniobras y almacenamiento temporal. La intervención se restringirá a las áreas estrictamente necesarias y se evitará remover el suelo superficial en superficies que no requieran movimientos de tierra. Se identificarán previamente los sectores susceptibles a erosión, considerando pendientes, superficies expuestas, zonas de concentración del escurrimiento, caminos, taludes y sitios destinados al almacenamiento temporal de suelo. 2. **Conservación de la capa superficial del suelo:** En las superficies donde las obras requieran despalme o movimiento de tierras se realizará el retiro selectivo del suelo superficial que presente condiciones adecuadas para su posterior aprovechamiento. La profundidad de recuperación se determinará conforme a las características del suelo, el espesor disponible y los requerimientos constructivos, evitando establecer una profundidad uniforme que pueda provocar la mezcla con horizontes inferiores.	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

El suelo recuperado se mantendrá separado del subsuelo, materiales de excavación, residuos y sustancias que puedan alterar sus propiedades.

3. **Almacenamiento temporal y protección del suelo recuperado:** El suelo superficial se almacenará en sitios autorizados, estables y fuera de cauces, escurrimientos naturales, depresiones o áreas susceptibles a inundación. Los acopios deberán presentar dimensiones y pendientes que permitan su estabilidad y posterior manejo.

   Cuando las condiciones del sitio lo requieran, los acopios se protegerán mediante cubiertas permeables, barreras contra sedimentos, acolchados, material vegetal triturado u otras técnicas que reduzcan el arrastre por lluvia y la dispersión por viento.

   Los sitios de almacenamiento serán señalizados y se evitará el tránsito de maquinaria, el depósito de residuos o la colocación de materiales distintos sobre los acopios.

4. **Aprovechamiento del material vegetal:** El material vegetal derivado de las actividades autorizadas podrá triturarse o fragmentarse e incorporarse al suelo superficial conservado o utilizarse como cubierta protectora, siempre que sea técnicamente viable y se encuentre libre de residuos, sustancias contaminantes, plagas o especies invasoras.

   Su aprovechamiento tendrá como finalidad aportar materia orgánica, favorecer la retención de humedad y proteger temporalmente las superficies contra la erosión. No se incorporarán materiales vegetales que puedan afectar la calidad del suelo o interferir con las actividades de restauración.

5. **Control de la erosión hídrica y eólica:** En las superficies expuestas, taludes, bordes de caminos, acopios y sitios donde se detecte pérdida de suelo se aplicarán, según las condiciones particulares, medidas como:
   - Barreras para la retención de sedimentos.
   - Fajinas, acolchados o cubiertas protectoras.
   - Geotextiles u otros materiales estabilizadores.
   - Reconformación y estabilización de taludes.
   - Disipación del flujo superficial en puntos de concentración.
   - Humectación moderada de caminos y superficies expuestas.
   - Establecimiento de límites de velocidad.
   - Cobertura de vehículos que transporten materiales finos.
   - Revegetación progresiva de superficies liberadas.

Las medidas utilizadas no deberán obstruir los patrones naturales de escurrimiento ni generar concentraciones adicionales del flujo superficial.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

6. **Reincorporación del suelo:** El suelo conservado se utilizará prioritariamente en la recuperación de áreas temporales, superficies liberadas y sitios destinados a restauración. Su reincorporación se realizará después del retiro de residuos, materiales y elementos ajenos al terreno y, cuando resulte necesario, después de aplicar acciones de descompactación y reconformación.

   La distribución del suelo se efectuará procurando mantener un espesor compatible con el volumen disponible y las condiciones de la superficie receptora. No se afirmará la recuperación total o inmediata de las condiciones originales, debido a que el restablecimiento de las propiedades físicas y biológicas del suelo será progresivo

7. **Restauración de superficies liberadas:** Las áreas temporales que dejen de ser necesarias serán limpiadas, descompactadas cuando corresponda, reconformadas, estabilizadas y cubiertas con el suelo superficial previamente conservado.

   Asimismo, las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para implementar acciones de revegetación, reforestación o reubicación de ejemplares de flora rescatados, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental.

   Las acciones específicas sobre vegetación y ejemplares de flora se desarrollarán en las fichas y programas correspondientes al componente Flora.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Áreas con procesos erosivos asociados al proyecto identificadas y atendidas	Atención de áreas susceptibles cuando sean detectadas	Supervisión ambiental, bitácora y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas incorporadas a procesos de recuperación cuando aplique	Recuperación de áreas temporales que no permanezcan en operación.	Evidencia fotográfica e informes de seguimiento
Material producto de movimientos de suelo almacenado dentro de áreas autorizadas	Evitar dispersión o arrastre fuera de zonas definidas	Registros de supervisión ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO		
Restauración de superficies liberadas	(Superficie restaurada / superficie liberada programada para restauración) × 100	Estimaciones de superficie, actas de liberación, registros de restauración y fotografías georreferenciadas

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable de la supervisión ambiental verificará la delimitación de las superficies de intervención, la recuperación selectiva del suelo superficial, las condiciones de los acopios, la implementación y mantenimiento de los controles de erosión y la reincorporación del suelo en las áreas destinadas a restauración.

La supervisión incluirá recorridos periódicos en superficies expuestas, caminos internos, taludes, acopios, zonas de concentración de escurrimientos y áreas liberadas. También se efectuarán revisiones posteriores a eventos de lluvia o viento que produzcan evidencias visibles de pérdida de suelo.

Las desviaciones e incidencias se registrarán en la bitácora ambiental y se asignarán acciones correctivas, responsables y plazos de atención. El cumplimiento se acreditará con registros de campo, mediciones o estimaciones de superficie y volumen, ubicación georreferenciada y evidencia fotográfica.

Informes de cumplimiento

Los resultados serán incorporados en los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Superficies intervenidas y restauradas.
- Volumen estimado de suelo superficial recuperado, almacenado y reincorporado.
- Ubicación y estado de los acopios.
- Medidas de control de erosión instaladas y mantenidas.
- Incidencias de erosión identificadas.
- Acciones correctivas implementadas y estado de atención.
- Resultados de los indicadores.
- Evidencia documental, cartográfica y fotográfica georreferenciada.

PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.3 Medidas ambientales para el componente aire

IV.2.2.3.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, caminos internos, áreas de circulación vehicular, zonas de maniobra y superficies donde operen maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna asociados al proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento, abandono y restauración, la operación de maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna generará emisiones atmosféricas asociadas con el consumo de combustibles fósiles. La magnitud de estas emisiones dependerá del número de equipos en funcionamiento, sus condiciones mecánicas, el tiempo de operación y las prácticas de conducción utilizadas. En la etapa de operación y mantenimiento, las emisiones serán menores debido a la reducción en la cantidad y frecuencia de maquinaria y vehículos requeridos; no obstante, podrán presentarse durante los recorridos de inspección, mantenimiento preventivo o correctivo y atención de contingencias. Las emisiones tendrán un carácter principalmente temporal y localizado en los frentes activos y caminos internos. Sin embargo, el funcionamiento de equipos en condiciones mecánicas deficientes, la operación innecesaria de motores o los periodos prolongados en ralentí pueden incrementar la liberación de gases contaminantes y afectar temporalmente la calidad del aire.	
Objetivo de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
Prevenir y reducir la generación de gases contaminantes mediante la verificación de las condiciones mecánicas de la maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna, la aplicación de mantenimiento preventivo y correctivo y la adopción de prácticas de operación eficiente durante las etapas del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Verificar que la maquinaria, vehículos y equipos que ingresen al proyecto se encuentren en condiciones adecuadas de operación. • Solicitar a contratistas el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de sus equipos y vehículos. **Durante construcción y mantenimiento.** • Mantener maquinaria, vehículos y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento conforme a las especificaciones del fabricante. • Evitar la operación innecesaria de equipos cuando no estén siendo utilizados. • Evitar tiempos prolongados de operación en ralentí para disminuir consumo de combustible y emisiones asociadas. • Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos cuando sea requerido. • Promover prácticas adecuadas de conducción y operación eficiente de equipos **Durante operación y mantenimiento** Durante la preparación del sitio, construcción y desmantelamiento se aplicarán las siguientes prácticas: • Mantener apagados los motores cuando los equipos no se encuentren en operación. • Evitar periodos prolongados de funcionamiento en ralentí. • Programar los movimientos de vehículos y maquinaria para reducir recorridos innecesarios. • Evitar sobrecargas y condiciones de operación que incrementen el consumo de combustible. • Aplicar prácticas de conducción y operación eficiente. • Restringir la circulación a los caminos y rutas autorizados. • Evitar la concentración innecesaria de maquinaria en un mismo frente de trabajo. • Utilizar combustibles adecuados para cada equipo y evitar el uso de sustancias que puedan incrementar las emisiones. **Atención de emisiones visibles anormales**

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

La supervisión ambiental verificará visualmente la operación de maquinaria, vehículos y equipos. Cuando se detecten emisiones de humo con características anormales o persistentes, se deberá:

1. Registrar la unidad o equipo involucrado.
2. Informar al responsable de la maquinaria o al contratista.
3. Suspender su operación cuando la condición pueda representar una emisión superior a la esperada.
4. Solicitar la revisión o mantenimiento correspondiente.
5. Verificar la corrección de la falla antes de autorizar nuevamente su operación.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Maquinaria y vehículos con evidencia de mantenimiento o condiciones adecuadas de operación	Mantener equipos utilizados en condiciones operativas adecuadas	Registros de mantenimiento disponibles, inspecciones y/o listas de verificación
Cumplimiento del mantenimiento preventivo	(Número de unidades con soporte de mantenimiento disponible / número de unidades sujetas a verificación documental) × 100	Programas, constancias, órdenes o registros de mantenimiento
Eventos identificados de emisiones visibles anormales en maquinaria o vehículos	Atención de eventos identificados durante la supervisión	Bitácora ambiental y registro fotográfico cuando aplique

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable de la supervisión ambiental verificará las condiciones generales de operación de la maquinaria, los vehículos y los equipos de combustión interna. La supervisión comprenderá la revisión de los registros disponibles de mantenimiento, recorridos en los frentes de trabajo y observación de los equipos durante su funcionamiento.

Se verificará que los motores permanezcan apagados cuando los equipos no estén en uso, que no se presenten periodos prolongados de funcionamiento en ralentí y que las unidades no generen emisiones visibles anormales o persistentes.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
Las desviaciones identificadas se registrarán en la bitácora ambiental y se comunicarán al responsable de la unidad o empresa contratista. Cuando corresponda, se solicitará la suspensión temporal del equipo hasta que se acredite la atención de la condición detectada.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Inventario de maquinaria, vehículos y equipos verificados. • Condiciones generales observadas durante su operación. • Registros de mantenimiento disponibles. • Unidades identificadas con emisiones visibles anormales. • Acciones preventivas y correctivas implementadas. • Resultados de los indicadores. • Bitácoras, listas de verificación y evidencia fotográfica PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.3.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento, abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, frentes de trabajo, áreas de despalme, excavación y movimiento de tierras, zonas de almacenamiento y transporte de materiales, superficies expuestas y áreas de circulación vehicular del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Media

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante la preparación del sitio y la construcción, las actividades de despalme, excavación, nivelación, movimiento y almacenamiento de materiales, así como el tránsito de maquinaria y vehículos sobre superficies sin pavimentar, pueden ocasionar el levantamiento y dispersión temporal de partículas.

La magnitud de este impacto dependerá de la extensión de las superficies expuestas, la humedad del suelo, la velocidad del viento, la intensidad del tránsito y el tipo de material manejado. En periodos secos o con presencia de vientos, las partículas pueden dispersarse hacia áreas contiguas, modificando temporalmente la calidad del aire y depositándose sobre el suelo o la vegetación.

Durante la operación y mantenimiento, la generación de polvo será menor y se relacionará principalmente con la circulación ocasional de vehículos por los caminos internos y con actividades puntuales de mantenimiento. En el desmantelamiento, abandono y restauración del sitio podrá presentarse nuevamente por el retiro de infraestructura, movimiento de materiales, reconformación del terreno y tránsito de maquinaria.

Objetivo de la medida

Prevenir y reducir la generación y dispersión de partículas mediante el control de las superficies expuestas, la regulación del tránsito, la humectación cuando resulte necesaria y el manejo adecuado de materiales susceptibles de dispersión.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Definir las áreas autorizadas para circulación de maquinaria y vehículos, evitando tránsito innecesario sobre superficies no intervenidas.
- Establecer rutas internas de circulación para reducir la dispersión de partículas por tránsito vehicular.

Durante construcción y mantenimiento.

- Aplicar medidas de control de polvo en caminos internos, frentes de trabajo o superficies expuestas cuando las condiciones ambientales lo requieran.
- Realizar humectación de superficies susceptibles a generación de polvo, principalmente durante periodos secos o actividades con alta generación de partículas.
- Controlar la velocidad de circulación de vehículos dentro del área del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

- Evitar movimientos innecesarios de suelo y manipulación excesiva de materiales.
- Cuando se transporten materiales susceptibles de dispersión, implementar medidas para evitar pérdida de material durante el traslado.
- Mantener orden y limpieza en las áreas de trabajo para reducir fuentes de material particulado.

Durante operación y mantenimiento

- Mantener las áreas de circulación en condiciones adecuadas para reducir la generación de partículas durante las actividades de mantenimiento.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Aplicación de medidas de control de polvo en áreas susceptibles cuando sea requerido	Implementar controles durante condiciones generadoras de polvo	Registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica
Caminos internos y áreas de circulación mantenidos en condiciones adecuadas	Reducir generación de partículas por tránsito vehicular	Inspecciones ambientales y registros fotográficos
Eventos de generación excesiva de polvo identificados durante actividades del proyecto	Atención de eventos observados durante supervisión	Bitácora ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones de generación de polvo en caminos internos, frentes de trabajo, áreas de movimiento de suelo y zonas de tránsito vehicular.

La supervisión incluirá la identificación visual de emisiones de partículas, condiciones de superficies expuestas, aplicación de controles de polvo cuando sean necesarios y cumplimiento de las áreas establecidas para circulación.

Las observaciones identificadas serán comunicadas al responsable correspondiente para su atención.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
• Condiciones observadas en caminos y áreas generadoras de polvo; • Medidas de control aplicadas; • Resultados de indicadores establecidos; • Evidencia fotográfica y registros disponibles. PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.3.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, frentes de trabajo, áreas de circulación vehicular y zonas de operación de maquinaria, vehículos y equipos. Durante la operación, incluye las áreas donde se localicen inversores, transformadores, subestación elevadora, sistema BESS y demás equipos que puedan constituir fuentes de ruido	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento, abandono y restauración, la operación de maquinaria, vehículos de transporte y equipos puede ocasionar un incremento temporal en los niveles de ruido dentro del área de influencia directa del proyecto. La generación de ruido estará asociada principalmente con el funcionamiento de motores, desplazamiento de vehículos, operación de equipos y ejecución de actividades constructivas. Durante la operación y mantenimiento, podrán presentarse emisiones sonoras relacionadas con el funcionamiento de inversores, transformadores, subestación elevadora, sistema BESS y equipos auxiliares, así como con las actividades periódicas de mantenimiento.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
El impacto será localizado y estará relacionado con el tiempo de funcionamiento y las condiciones operativas de las fuentes generadoras.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar el incremento de los niveles de ruido mediante el manejo adecuado de la maquinaria, los vehículos y los equipos utilizados durante las diferentes etapas del proyecto **Fresnillo (PV Atocha)**.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Verificar que la maquinaria, vehículos y equipos utilizados se encuentren en condiciones adecuadas de operación. • Informar al personal operativo sobre buenas prácticas orientadas a minimizar la generación innecesaria de ruido. **Durante construcción y mantenimiento.** • Mantener maquinaria, vehículos y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento. • Verificar el adecuado funcionamiento de sistemas asociados al control de ruido, como silenciadores o componentes equivalentes. • Evitar la operación innecesaria de maquinaria o equipos cuando no estén siendo utilizados. • Reducir tiempos prolongados de funcionamiento en vacío. • Priorizar la ejecución de actividades con mayor generación de ruido dentro de los horarios establecidos para la obra. • Evitar el uso innecesario de bocinas, alarmas u otros elementos sonoros no asociados a condiciones de seguridad. **Durante operación y mantenimiento** • Mantener los equipos asociados al funcionamiento y mantenimiento del parque solar en condiciones adecuadas.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Maquinaria y equipos en condiciones adecuadas de operación	(Número de unidades sin condiciones anormales de ruido / número total de unidades verificadas) × 100	Inspecciones ambientales, registros de mantenimiento disponibles

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE		
	Mantener equipos operativos con sistemas funcionales	
Eventos asociados a generación de ruido anormal identificados durante supervisión	Atención de eventos identificados	Bitácora ambiental y registro de seguimiento
Personal informado sobre prácticas de reducción de ruido	Personal operativo informado según actividades asignadas	Registros de capacitación o inducción ambiental
*NOM-080-SEMARNAT-1994 (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). *NOM-081-SEMARNAT-1994 (Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición).		

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones generales de operación de maquinaria, vehículos y equipos, identificando situaciones que puedan generar emisiones sonoras superiores a las esperadas por fallas mecánicas, operación inadecuada o uso innecesario de equipos.

La supervisión incluirá recorridos en los frentes de trabajo y revisión visual de las condiciones operativas de equipos, promoviendo la atención de observaciones identificadas durante las actividades.

Las observaciones identificadas serán comunicadas al responsable correspondiente para su atención.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Condiciones observadas en maquinaria y equipos;
- Cumplimiento de acciones implementadas;
- Resultados de indicadores establecidos;
- Evidencia documental disponible.

. PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.2.4 Medidas ambientales para el componente paisaje

IV.2.2.4.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, ALTERACIÓN, FRAGILIDAD Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos, subestación elevadora, sistema BESS, instalaciones auxiliares, frentes de trabajo, áreas temporales y zonas con visibilidad hacia la infraestructura del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación en los patrones de visibilidad / Presencia de elementos no naturales / Recuperación de la calidad visual
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Media- Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción y operación, la incorporación de infraestructura como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos internos, subestación elevadora, sistema BESS, equipos auxiliares e instalaciones temporales modificará las condiciones visuales existentes del paisaje. Algunas modificaciones permanecerán durante la vida útil del proyecto debido a la presencia de la infraestructura permanente, mientras que otras serán temporales y estarán asociadas con los frentes de obra, maquinaria, materiales e instalaciones provisionales. Durante la etapa de desmantelamiento y abandono, el retiro de los elementos instalados y la ejecución de la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio** favorecerán la recuperación progresiva de la calidad visual de las superficies intervenidas.	
Objetivo de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Prevenir y minimizar la alteración visual del paisaje mediante la delimitación de las áreas de intervención, el manejo ordenado de los frentes de trabajo y elementos temporales, y la recuperación progresiva de las superficies que dejen de ser necesarias para el proyecto.
Descripción técnica de la medida
Para contribuir a la conservación de los elementos naturales que forman parte del paisaje, se implementarán las acciones previstas en el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** y en el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**. La conservación y reubicación de los ejemplares que correspondan permitirá reducir la pérdida de elementos bióticos y favorecer el mantenimiento de superficies que puedan proporcionar refugio y condiciones de hábitat para la fauna. Los procedimientos específicos se desarrollarán en las fichas correspondientes a los componentes Flora y Fauna. **Previo al inicio de actividades** • Definir y delimitar las áreas autorizadas para la instalación de infraestructura, almacenamiento temporal de materiales, equipos y maquinaria. • Establecer sitios específicas para la ubicación temporal de elementos asociados a la construcción, evitando una dispersión visual innecesaria dentro del área del proyecto. • Informar al personal que las actividades deberán realizarse exclusivamente dentro de las áreas autorizadas. **Durante la preparación del sitio y construcción** • Mantener condiciones adecuadas de orden y limpieza en los frentes de trabajo. • Ubicar materiales, equipos y maquinaria únicamente dentro de las áreas destinadas para tal fin. • Evitar la acumulación innecesaria de materiales, residuos o elementos temporales que incrementen la alteración visual del sitio. • Realizar el retiro periódico de residuos y materiales que no sean requeridos para la continuidad de las actividades. • Mantener una adecuada organización de las áreas operativas y accesos internos. **Durante operación y mantenimiento** • Mantener las instalaciones permanentes del proyecto en condiciones adecuadas de orden y funcionamiento. • Conservar las áreas operativas libres de residuos, materiales en desuso o elementos ajenos a la operación.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Mantener las superficies con vegetación que no requieran intervención por razones operativas o de seguridad.

Al finalizar actividades constructivas y durante el desmantelamiento y abandono

- Retirar infraestructura provisional, materiales sobrantes y equipos utilizados únicamente durante construcción.
- Liberar las áreas temporales que no formen parte de la operación permanente del proyecto.
- Durante la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio**, aplicar las acciones previstas para favorecer la recuperación de las superficies intervenidas y de su calidad visual.
- Asimismo, las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para implementar acciones de revegetación, reforestación o reubicación de ejemplares de flora rescatados, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Frentes de trabajo mantenidos bajo condiciones de orden y limpieza	Mantener condiciones adecuadas durante las etapas aplicables	Supervisión ambiental y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas posterior a la etapa constructiva	Retiro de elementos temporales no requeridos para operación	Evidencia fotográfica y registros de seguimiento
Elementos temporales ubicados dentro de áreas definidas	Evitar dispersión innecesaria de elementos asociados a obra	Inspecciones ambientales
Recuperación de superficies liberadas	(Superficie atendida / superficie liberada programada para recuperación) × 100	Registros de superficie y fotografías antes y después

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental verificará que las actividades se ejecuten dentro de las superficies autorizadas y revisará el orden de los frentes de trabajo, la ubicación de maquinaria y materiales, el tránsito por los accesos establecidos y el manejo de los elementos temporales.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
La supervisión también verificará la articulación con las acciones del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, conforme a las fichas ambientales correspondientes. Al finalizar las actividades constructivas y durante el desmantelamiento y abandono, se verificará el retiro de los elementos provisionales y la ejecución de las acciones de restauración y rehabilitación en las superficies liberadas que correspondan.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Cumplimiento de los límites de intervención. • Condiciones generales de las áreas de trabajo. • Manejo y retiro de elementos temporales. • Avance de las acciones de rescate y reubicación relacionadas con la conservación de los elementos naturales del paisaje. • Acciones de restauración y rehabilitación ejecutadas. • Resultados de los indicadores. • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.4.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies autorizadas para la intervención, áreas con cobertura vegetal, zonas libres de infraestructura permanente y superficies destinadas a acciones de recuperación ambiental dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de elementos bióticos del paisaje.
Prioridad de la acción	Media

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
Carácter de la medida	Prevención, mitigación, restauración y compensación.
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante la preparación del sitio y la construcción, las actividades de acondicionamiento del terreno, retiro de vegetación e instalación de infraestructura pueden ocasionar la disminución de elementos bióticos que forman parte del paisaje, principalmente de la cobertura vegetal presente en las superficies autorizadas para intervención.

La reducción de estos elementos puede modificar la composición y calidad visual del paisaje al disminuir componentes que aportan estructura, naturalidad y continuidad al entorno. Durante la operación y mantenimiento, el efecto permanecerá asociado con la ocupación de las superficies por la infraestructura y con el manejo de la vegetación requerido para la adecuada operación del proyecto.

El impacto podrá prevenirse y mitigarse mediante la delimitación de las áreas de intervención, la conservación de los elementos naturales que no interfieran con las obras, la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y la recuperación de superficies ambientalmente aptas.

Objetivo de la medida

Prevenir y reducir la pérdida innecesaria de los elementos bióticos que conforman el paisaje, mediante el control de las superficies autorizadas, la protección de la vegetación que no requiera intervención y la implementación de acciones de rescate, reubicación, revegetación o reforestación, según corresponda.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Delimitar físicamente las superficies autorizadas para la intervención, evitando afectaciones sobre la vegetación y otros elementos naturales localizados fuera de ellas.
- Identificar las áreas y elementos naturales que permanecerán sin intervención.
- Informar al personal sobre la prohibición de afectar vegetación ubicada fuera de las superficies autorizadas.
- Implementar, antes del retiro de vegetación, las acciones que correspondan del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**.

Durante la preparación del sitio y la construcción

- Realizar el retiro de vegetación únicamente dentro de las superficies autorizadas.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Evitar el daño o eliminación de ejemplares vegetales que no interfieran con las obras o actividades del proyecto.
- Mantener supervisión ambiental durante las actividades que impliquen modificación de la cobertura vegetal.
- Evitar la apertura de superficies adicionales que incrementen la pérdida de elementos naturales del paisaje

Durante la operación y mantenimiento

- Conservar la vegetación remanente localizada en las superficies que no requieran intervención por razones operativas o de seguridad.
- Dar seguimiento a las superficies sujetas a acciones de recuperación ambiental.
- Realizar el manejo de la vegetación únicamente en las áreas donde resulte necesario para garantizar la operación segura de la infraestructura.

Recuperación de elementos bióticos

- Implementar las acciones de revegetación, reforestación o compensación que correspondan conforme a los programas ambientales del proyecto y, en su caso, a las disposiciones establecidas por la autoridad.
- Las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para implementar acciones de revegetación, reforestación **o reubicación de** ejemplares de flora rescatados, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental.
- Dar seguimiento al establecimiento de la vegetación conforme a los criterios definidos en las fichas y programas aplicables.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de los límites de intervención	(Superficie intervenida dentro de las áreas autorizadas / superficie total intervenida) × 100	Planos, recorridos, bitácora ambiental y fotografías
Conservación de elementos naturales fuera de las áreas autorizadas	Número de afectaciones identificadas fuera de las superficies autorizadas	Registros de supervisión y evidencia fotográfica

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE		
	Cero afectaciones no autorizadas	
Implementación de acciones de rescate y reubicación de flora	(Acciones ejecutadas / acciones programadas y aplicables) × 100	Informes del programa, bitácoras y registros fotográficos

Forma de supervisión y cumplimiento
El responsable ambiental verificará que las actividades se desarrollen exclusivamente dentro de las superficies autorizadas y revisará la conservación de los elementos naturales ubicados fuera de los frentes de trabajo. También dará seguimiento a la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y a las acciones de revegetación, reforestación, restauración o compensación que resulten aplicables. La supervisión se documentará mediante recorridos de campo, bitácoras y registros fotográficos.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Estado de las áreas intervenidas; • Cumplimiento de los límites de intervención. • Conservación de la vegetación y elementos naturales no intervenidos. • Avance del Programa de Rescate y Reubicación de Flora. • Acciones de recuperación vegetal implementadas. • Resultados de los indicadores. • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.5 Medidas ambientales para el componente flora

IV.2.2.5.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies con cobertura vegetal autorizadas para intervención y sitios ambientalmente aptos seleccionados para la reubicación de ejemplares dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la riqueza específica / Disminución en la abundancia de organismos vegetales
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante la preparación del sitio y construcción, las actividades de retiro de vegetación, despalme, movimiento de tierras y establecimiento de infraestructura pueden ocasionar una reducción localizada de la riqueza y abundancia de especies vegetales presentes en las superficies autorizadas para intervención. Durante la operación y mantenimiento podrán presentarse afectaciones puntuales derivadas del manejo de la vegetación requerido para conservar la accesibilidad y seguridad de la infraestructura. En la etapa de desmantelamiento y abandono, el retiro de instalaciones y la movilización de maquinaria también podrían afectar ejemplares presentes en las áreas de trabajo; sin embargo, la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio** permitirá implementar acciones para favorecer la recuperación vegetal. La caracterización florística registró **56 especies**, de las cuales ninguna se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. No obstante, dentro del Área del Proyecto se identificaron especies endémicas de México y cactáceas incluidas en el Apéndice II de la CITES, las cuales representan elementos de importancia ambiental que deberán considerarse en la selección de ejemplares susceptibles de rescate.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la pérdida de riqueza y abundancia florística mediante la delimitación de las superficies de intervención, la protección de la vegetación que no requiera retiro y el rescate y reubicación de los ejemplares que resulten técnica y ambientalmente viables.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
Como acción preventiva, antes del inicio de la preparación del sitio se delimitarán las superficies autorizadas para intervención y se identificarán las áreas con vegetación que deberán permanecer sin afectación. Asimismo, se realizarán recorridos previos para reconocer los ejemplares vegetales que, por su importancia ecológica, endemismo, inclusión en la CITES, forma de crecimiento, ubicación o viabilidad técnica, requieran acciones específicas de manejo. A partir de los resultados de estos recorridos y antes de las actividades de desmonte y despalme, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Mediante este programa se identificarán, marcarán, rescatarán y reubicarán los ejemplares seleccionados conforme al inventario florístico del Área del Proyecto y al criterio del especialista en flora. Aunque durante la caracterización ambiental no se registraron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el Área del Proyecto se identificaron especies endémicas de México y cactáceas incluidas en el Apéndice II de la CITES. Estos elementos serán considerados para determinar las especies y los individuos susceptibles de rescate, de acuerdo con su ubicación, condición y viabilidad técnica. El **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** deberá contemplar, como mínimo, los siguientes aspectos: **El Programa de Rescate y Reubicación de Flora deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:** Previo a las actividades de retiro de vegetación y despalme, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Un especialista realizará recorridos en las superficies autorizadas para identificar, seleccionar y marcar los ejemplares susceptibles de manejo. El programa establecerá los criterios para la selección de especies e individuos, métodos de extracción, traslado y reubicación, características de los sitios receptores y mecanismos de seguimiento. Se dará prioridad a especies endémicas, cactáceas incluidas en la CITES y otros ejemplares que, por su importancia ecológica, forma de crecimiento o viabilidad técnica, requieran medidas específicas de conservación. **Previo al inicio de las actividades** • Delimitar las superficies autorizadas para evitar afectaciones adicionales sobre la vegetación. • Identificar y señalizar los ejemplares seleccionados para rescate y las áreas que deberán permanecer sin intervención.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

- Realizar el rescate antes del retiro de la cobertura vegetal.
- Informar al personal sobre la protección de la flora y las restricciones aplicables.

Durante la preparación del sitio y construcción

- Ejecutar el retiro de vegetación únicamente dentro de las superficies autorizadas.
- Evitar daños a ejemplares ubicados fuera de los límites establecidos.
- Prohibir la extracción, colecta o aprovechamiento no autorizado de flora y las quemas de vegetación.
- Mantener supervisión ambiental durante las actividades que impliquen intervención de la cobertura vegetal.

Reubicación y seguimiento

- Reubicar los ejemplares rescatados en sitios que presenten condiciones ambientales compatibles con sus requerimientos.
- Las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para la reubicación de ejemplares, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental.
- Registrar los ejemplares rescatados y reubicados y dar seguimiento a su establecimiento.
- Integrar las acciones de recuperación vegetal con el Programa de Reforestación y con la actividad de restauración y rehabilitación del sitio.

Si durante los recorridos previos se identifica alguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que no haya sido registrada durante la caracterización, deberá incorporarse al programa y aplicarse el manejo que corresponda conforme a sus características y categoría de riesgo.

Tabla 32. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP)

Condición	Especies registradas
Endémicas de México	*Yucca filifera*, *Tagetes lunulata*, *Trixis angustifolia*, *Zaluzania triloba*, *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria wagneriana*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia streptacantha* y *Loeselia coerulea*.
Incluidas en el Apéndice II de la CITES	*Cylindropuntia imbricata*, *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria wagneriana*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia rastrera* y *Opuntia streptacantha*.
NOM-059-SEMARNAT-2010	No se registraron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo durante los trabajos de campo.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

Nota: ***La selección definitiva de las especies y los ejemplares susceptibles de rescate será realizada por el especialista en flora, considerando su ubicación dentro de las superficies autorizadas para intervención, importancia ecológica, condición y viabilidad técnica de manejo, conforme a los criterios establecidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.***

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de las áreas autorizadas para intervención	(Superficie intervenida dentro de las áreas autorizadas / superficie total intervenida) × 100	100 % de la intervención dentro de las áreas autorizadas	Cartografía, supervisión ambiental y registro fotográfico
Afectación de vegetación fuera del área autorizada	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental
Cumplimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora	(Acciones ejecutadas / acciones programadas) x100	Conforme Programa de Reforestación	Informes de seguimiento

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental y el especialista en flora verificarán que las actividades de intervención se desarrollen dentro de las superficies autorizadas y que el rescate y reubicación se efectúen antes del retiro de vegetación.

La supervisión incluirá la revisión del marcaje, extracción, traslado, reubicación y seguimiento de los ejemplares manejados, así como la conservación de la vegetación ubicada fuera de los frentes de trabajo. Las observaciones se registrarán en la bitácora ambiental para su atención.

El seguimiento posterior estará asociado al avance y cumplimiento de las acciones contempladas dentro del **Programa de Reforestación** del proyecto.

Informes de cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Superficies intervenidas; • Evidencia de delimitación de áreas; • Actividades de protección de vegetación; • Avance del Programa de Reforestación; • Cumplimiento de indicadores; • Evidencia fotográfica y documental PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.5.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: REGENERACIÓN Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies autorizadas para intervención, áreas temporales liberadas, superficies sujetas a restauración y áreas libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en el banco de semillas / Recuperación de la cobertura vegetal
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y restauración.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
El banco de semillas constituye una reserva natural de propágulos presente principalmente en las capas superficiales del suelo, la cual contribuye a la regeneración y mantenimiento de las comunidades vegetales después de procesos de perturbación. Durante la preparación del sitio y construcción, las actividades de retiro de vegetación, despalme, excavación y movimiento de tierras pueden alterar esta reserva natural, ocasionando una disminución en la disponibilidad de semillas viables y reduciendo temporalmente la capacidad de regeneración de la vegetación. Durante la operación y mantenimiento, el manejo de la vegetación requerido para conservar la accesibilidad, seguridad y funcionamiento de la infraestructura puede limitar los procesos de regeneración natural en áreas específicas. En la etapa de desmantelamiento y abandono, la ejecución de la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio** permitirá implementar acciones destinadas a favorecer la recuperación progresiva de la cobertura vegetal. Como medida de manejo, el proyecto contempla la implementación de un **Programa de Reforestación**, orientado al establecimiento, mantenimiento y seguimiento de vegetación en las	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
superficies que presenten condiciones adecuadas, contribuyendo a la recuperación de elementos vegetales y al fortalecimiento de la capacidad de regeneración del sitio.
Objetivo de la medida
Implementar acciones orientadas a conservar el suelo superficial y su banco de semillas, así como favorecer la recuperación de la cobertura vegetal mediante el establecimiento, mantenimiento y seguimiento de vegetación conforme al Programa de Reforestación del proyecto **Fresnillo (PV Atocha)**.
Descripción técnica de la medida
Programa de Reforestación Se implementará un **Programa de Reforestación**, el cual establecerá las áreas seleccionadas, especies por utilizar, número de ejemplares, métodos de establecimiento, actividades de mantenimiento e indicadores de seguimiento. Las especies deberán ser nativas o compatibles con las condiciones ambientales del sitio, dando preferencia a aquellas características de la vegetación identificada en el Área del Proyecto y la Región Ecológica. **Manejo del suelo superficial** • En las superficies donde resulte necesario realizar despalme se conservará el suelo superficial técnicamente aprovechable, conforme al Programa de Manejo y Restauración de Suelos. • El suelo recuperado se mantendrá separado del subsuelo, residuos y materiales de construcción. • Cuando sea técnicamente viable, el suelo superficial será reincorporado en las áreas temporales o superficies seleccionadas para recuperación vegetal. **Planeación de las acciones de recuperación** • Identificar las superficies que presenten condiciones adecuadas para implementar las acciones de reforestación. • Seleccionar las especies conforme a las características ambientales del sitio y los criterios establecidos en el programa. • Definir las actividades requeridas para favorecer el establecimiento de los ejemplares. **Implementación y mantenimiento** • Preparar las superficies seleccionadas evitando afectaciones sobre áreas adicionales. • Establecer los ejemplares conforme a los criterios técnicos del Programa de Reforestación. • Realizar las actividades de mantenimiento necesarias para favorecer su establecimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

- Efectuar la reposición de ejemplares cuando resulte procedente, de acuerdo con los resultados del seguimiento.

Superficies potenciales para la implementación del programa

Las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para implementar acciones de revegetación, reforestación o reubicación de ejemplares de flora rescatados, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental.

La selección definitiva de estas superficies deberá considerar el diseño final del proyecto, las condiciones del suelo, la infraestructura existente, los requerimientos de seguridad y la viabilidad ambiental de las acciones.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de actividades del Programa de Reforestación	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) x 100	100 % dentro de áreas autorizadas	Informes de seguimiento del programa
Supervivencia de individuos establecidos	(Número de individuos vivos / Número de individuos establecidos) x 100	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	Monitoreos de supervivencia, registros de campo
Avance de recuperación vegetal	Superficie con acciones de recuperación vegetal (ha o m²)	Conforme áreas definidas dentro del programa	Registro fotográfico, reportes ambientales
Atención de necesidades de mantenimiento	Acciones ejecutadas frente a necesidades identificadas	Atención de requerimientos detectados	Bitácoras ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental y el especialista en flora verificarán la conservación y reincorporación del suelo superficial, la selección de las áreas destinadas a recuperación y la implementación del Programa de Reforestación.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
La supervisión incluirá recorridos de campo para revisar el establecimiento y condición general de la vegetación, así como las necesidades de mantenimiento o reposición. Los resultados serán documentados mediante formatos de seguimiento, bitácoras y registros fotográficos.
Informes de cumplimiento
El seguimiento de la medida será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Avance en la implementación del Programa de Reforestación. • Superficies seleccionadas y atendidas. • Manejo y reincorporación del suelo superficial. • Especies y número de ejemplares establecidos. • Actividades de mantenimiento y reposición realizadas. • Resultados del seguimiento. • Cumplimiento de los indicadores. • Evidencia documental, geográfica y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

NOTA: Se presenta de manera anexa al estudio de impacto ambiental el Programa de Reforestación desarrollado para el proyecto, donde se incluyen de manera puntual las acciones a desarrollar, así como las áreas propuestas para su implementación .

VER: Anexos/Capítulo IV/ Programa de Reforestación.

IV.2.2.6 Medidas ambientales para el componente fauna

IV.2.2.6.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies autorizadas para intervención, frentes de trabajo, caminos internos, áreas con vegetación, sitios de instalación de infraestructura y zonas donde se registre presencia de fauna silvestre dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono, la presencia de personal, el tránsito de maquinaria y vehículos, el retiro de vegetación, los movimientos de tierra y la instalación o retiro de infraestructura pueden generar interacciones con la fauna silvestre presente en el Área del Proyecto. Las especies con menor capacidad de desplazamiento, hábitos fosoriales, individuos juveniles o ejemplares que utilicen madrigueras, refugios o sitios de descanso pueden presentar mayor vulnerabilidad. Las afectaciones potenciales comprenden perturbación, desplazamiento, alteración de refugios o daño directo cuando no se aplican medidas adecuadas de manejo. Durante los trabajos de caracterización se reportaron en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales deberán recibir especial atención durante la implementación de la medida.	
Fundamentación Técnica del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Las especies de fauna silvestre presentan diferentes capacidades de respuesta ante las modificaciones del ambiente. Mientras algunas pueden desplazarse naturalmente frente a la presencia de actividades humanas, otras pueden requerir acciones específicas de manejo. La realización de recorridos previos y la implementación de acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación permiten reducir la probabilidad de afectación directa sobre los individuos. Estas acciones deberán prestar especial atención a las especies reportadas bajo alguna categoría de riesgo y a los ejemplares que presenten movilidad reducida.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la afectación sobre la fauna silvestre, con especial atención a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante acciones de prospección, ahuyentamiento, rescate, reubicación y seguimiento durante las etapas del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo y durante las actividades con potencial de afectar fauna se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Las acciones estarán dirigidas principalmente a individuos con movilidad reducida o que se encuentren en riesgo directo por el avance de las obras. El programa deberá considerar las especies registradas durante la caracterización, prestando especial atención a *Peromyscus maniculatus* y *Lepus californicus*, así como a cualquier otra especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudiera identificarse durante los recorridos. La selección definitiva de las especies e individuos susceptibles de manejo será realizada por el especialista en fauna, con base en los recorridos previos y los criterios establecidos en el programa. **Previo al inicio de las actividades** • Realizar recorridos de prospección en las superficies programadas para intervención, con atención a madrigueras, refugios, nidos y sitios de descanso. • Identificar la presencia de individuos que requieran manejo por su condición o capacidad de desplazamiento. • Informar al personal sobre la protección de la fauna, las especies de atención y el procedimiento de actuación ante encuentros. **Durante la preparación del sitio y construcción** • Realizar acciones de ahuyentamiento antes del avance de las actividades. • Favorecer el desplazamiento natural de la fauna hacia áreas seguras.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Rescatar y reubicar, mediante personal capacitado, los individuos con movilidad reducida o que se encuentren en riesgo directo.
- Evitar la manipulación de fauna por personal no autorizado.
- Prohibir la captura, caza, extracción, comercialización o daño intencional de fauna silvestre.
- Mantener supervisión ambiental durante las actividades con mayor posibilidad de interacción.

Manejo de individuos encontrados

Cuando se detecte un individuo dentro de un frente de trabajo, se permitirá inicialmente su desplazamiento hacia un sitio seguro. Cuando esto no sea posible, el especialista realizará su rescate y reubicación en un sitio que presente condiciones ambientales compatibles.

Las actividades puntuales podrán detenerse temporalmente cuando exista riesgo directo para el ejemplar y se reanudarán después de que este haya abandonado el sitio o concluya su manejo. Los eventos atendidos deberán registrarse.

Durante la operación y mantenimiento y el desmantelamiento y abandono

- Mantener prácticas de protección de fauna durante los recorridos, actividades de mantenimiento y retiro de infraestructura.
- Atender los encuentros con fauna conforme a los procedimientos establecidos.
- Aplicar acciones de ahuyentamiento o rescate cuando exista riesgo directo para algún ejemplar.
- Registrar los eventos relevantes y las acciones de manejo implementadas.

- Las actividades antes mencionadas se deberán apegar a un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, las actividades de rescate de fauna consistirán en la búsqueda y captura de los organismos que presenten baja o limitada movilidad debido principalmente a sus hábitos hogareños y/o locomoción natural.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Peromyscus maniculatus	Ratón venado	Amenazada (A)
Lepus californicus	Liebre cola negra	Sujeta a Protección Especial (Pr)

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Nota: La selección definitiva de las especies susceptibles de ahuyentamiento, rescate o reubicación será realizada por el especialista en fauna con base en los resultados de la caracterización biológica, los recorridos previos al desmonte y los criterios técnicos establecidos en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.			
Indicadores de realización y seguimiento			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Cumplimiento del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	(Actividades ejecutadas del programa / Actividades programadas) × 100	100 % de cumplimiento de las actividades programadas	Informes de seguimiento del programa, bitácoras y listas de verificación
Cumplimiento de recorridos de fauna programados	(Recorridos realizados / recorridos programados) x100	100 %	Formatos de campo, evidencia fotográfica
Manejo de individuos de fauna identificados|	(Individuos manejados conforme al programa / individuos identificados que requirieron manejo) × 100	100 % de los individuos que requieran manejo	Formatos de rescate y reubicación, registros de campo, coordenadas y evidencia fotográfica
Capacitación ambiental al personal	Personal capacitado / personal programado x100	100 %	Listados de asistencia
Eventos de daño intencional a fauna silvestre	Número de eventos registrados	0 eventos	Bitácoras ambientales
Forma de supervisión y cumplimiento			

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
El Responsable Ambiental verificará la implementación de las acciones de protección de fauna mediante recorridos de campo, acompañamiento a actividades de intervención y revisión de reportes generados durante el desarrollo del proyecto. La supervisión incluirá la identificación de especies observadas, registro de individuos bajo alguna categoría de protección, aplicación de medidas de manejo y cumplimiento de restricciones establecidas para el personal.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Superficies recorridas. • Especies e individuos observados. • Registros de *Peromyscus maniculatus* y *Lepus californicus*. • Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación. • Sitios de liberación utilizados. • Incidentes registrados y atención proporcionada. • Cumplimiento de los indicadores. • Evidencia documental, geográfica y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.6.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies autorizadas para intervención, frentes de trabajo, caminos internos, áreas con vegetación y zonas utilizadas por la fauna para desplazamiento, refugio, alimentación o descanso dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, empresas contratistas, especialista en fauna y responsable de la supervisión ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la riqueza específica

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante la preparación del sitio y construcción, las actividades relacionadas con el retiro de vegetación, movimiento de maquinaria, adecuación del terreno, presencia de personal, generación de ruido y establecimiento de infraestructura pueden ocasionar cambios en la distribución y presencia de la fauna silvestre.

Estos cambios pueden reflejarse en una disminución temporal de la riqueza específica dentro de las superficies intervenidas, principalmente por el desplazamiento de individuos hacia áreas cercanas que conserven condiciones adecuadas de refugio, alimentación y reproducción.

Durante la operación y mantenimiento, la presencia permanente de infraestructura, el tránsito ocasional y las actividades de mantenimiento pueden mantener cierto grado de perturbación. En la etapa de desmantelamiento y abandono, el retiro de instalaciones puede generar nuevas interacciones temporales; posteriormente, la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio** permitirá favorecer la recuperación progresiva de las condiciones utilizadas por la fauna.

La caracterización registró 53 especies de fauna silvestre entre el Área del Proyecto y la Región Ecológica, de las cuales 35 se identificaron en el Área del Proyecto. Entre los elementos de importancia se encuentran *Peromyscus maniculatus* y *Lepus californicus*, reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Peromyscus melanophrys*, de carácter endémico; *Caracara plancus* y *Cathartes aura*, incluidas en el Apéndice II de la CITES; y *Lanius ludovicianus*, clasificada como Casi Amenazada por la UICN.

Fundamentación Técnica del Impacto

Las comunidades faunísticas responden de manera diferente ante las modificaciones del ambiente dependiendo de sus características ecológicas y comportamiento.

Las especies con mayor capacidad de movilidad, como aves y algunos mamíferos, pueden desplazarse hacia áreas próximas ante la presencia de perturbaciones; sin embargo, organismos con menor movilidad, como reptiles, anfibios, pequeños mamíferos o individuos juveniles, pueden presentar mayor vulnerabilidad ante actividades constructivas.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Por lo anterior, la implementación de medidas de manejo de fauna permite reducir afectaciones directas sobre individuos y favorecer su permanencia o desplazamiento seguro dentro del entorno disponible.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la disminución de la riqueza específica de fauna mediante la protección de las áreas no autorizadas para intervención, la reducción de perturbaciones innecesarias y la aplicación de acciones de manejo que favorezcan el desplazamiento seguro y la conservación de los individuos.
Descripción técnica de la medida
Las acciones de esta medida se articularán con el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. **Previo a la intervención** • Realizar recorridos de reconocimiento en las superficies donde se desarrollarán las actividades. • Identificar la presencia de fauna, refugios, madrigueras, nidos o sitios utilizados por los individuos. • Implementar acciones de ahuyentamiento antes de las actividades de mayor intervención. • Informar al personal sobre la protección de la fauna y las restricciones aplicables. **Durante la preparación del sitio y construcción** • Mantener supervisión ambiental durante las actividades que impliquen retiro de vegetación o modificación del terreno. • Permitir el desplazamiento natural de los individuos detectados en los frentes de trabajo. • Realizar el manejo de organismos con movilidad reducida mediante personal capacitado. • Evitar afectaciones sobre superficies adicionales no autorizadas. • Prohibir la caza, captura, extracción, alimentación o manipulación no autorizada de fauna. **Durante la operación y mantenimiento** • Mantener las prácticas de protección de fauna durante los recorridos y actividades de mantenimiento. • Registrar los eventos relevantes de presencia o interacción con fauna. • Conservar las superficies no ocupadas por infraestructura que no requieran intervención por razones operativas o de seguridad.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

Durante el desmantelamiento y abandono

- Aplicar recorridos y acciones de protección antes del retiro de infraestructura cuando exista posibilidad de interacción con fauna.
- Atender los individuos encontrados conforme al Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
- Articular la medida con la actividad de restauración y rehabilitación del sitio para favorecer la recuperación progresiva de las condiciones de hábitat.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de recorridos de supervisión de fauna	(Recorridos ejecutados / recorridos programados) x100	100 %	Formatos de campo, evidencia fotográfica
Atención de individuos de fauna identificados durante actividades	(Eventos atendidos / eventos reportados) x100	100 % de los eventos que requieran atención, conforme al Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	Registros de manejo de fauna
Personal capacitado en medidas de protección de fauna	(Personal capacitado / personal programado) x100	100 %	Listados de asistencia
Eventos de afectación directa por actividades no autorizadas	Número de eventos registrados	0 eventos	Reportes ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará seguimiento mediante recorridos en campo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, verificando la presencia de fauna silvestre y la correcta implementación de las medidas establecidas.

La supervisión incluirá:

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• revisión previa de frentes de trabajo; • registro de especies observadas; • seguimiento a eventos de manejo de fauna; • verificación del cumplimiento de restricciones por parte del personal. Cuando se identifiquen individuos que requieran manejo específico, las acciones serán realizadas por personal capacitado y documentadas mediante formatos ambientales
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Recorridos realizados; • Especies registradas; • Acciones de manejo implementadas; • Eventos de fauna atendidos; • Capacitaciones realizadas; • Resultados de indicadores; • Evidencia fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.6.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Superficies con presencia de elementos utilizados por la fauna como refugio, alimentación, descanso, reproducción o desplazamiento; áreas autorizadas para intervención; zonas no ocupadas por infraestructura; y superficies destinadas a recuperación ambiental dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción y refugio de especies / Recuperación progresiva del hábitat

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva, mitigación y restauración.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante la preparación del sitio y construcción, las actividades de retiro de vegetación, adecuación del terreno e instalación de infraestructura pueden modificar o reducir las superficies utilizadas por la fauna silvestre para refugio, alimentación, descanso, reproducción y desplazamiento. Durante la operación y mantenimiento, la presencia de la infraestructura y el manejo de la vegetación pueden mantener modificaciones sobre la disponibilidad y distribución de estos espacios. La magnitud del impacto dependerá de las características del hábitat intervenido, la movilidad de las especies y la disponibilidad de áreas cercanas con condiciones ambientales adecuadas. En la etapa de desmantelamiento y abandono, la ejecución de la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio**, junto con las acciones de recuperación vegetal, permitirá favorecer progresivamente la restitución de elementos que puedan ser utilizados nuevamente por la fauna.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
El hábitat corresponde al conjunto de condiciones físicas y biológicas necesarias para que las especies desarrollen sus procesos ecológicos. La modificación o pérdida de sus elementos puede afectar la disponibilidad de refugios, alimento, sitios de reproducción y rutas de desplazamiento. La delimitación de las áreas de intervención, la conservación de superficies no ocupadas y la recuperación progresiva de la vegetación permiten mantener elementos funcionales del hábitat y favorecer la permanencia o recolonización de las especies	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la pérdida de áreas utilizadas por la fauna silvestre mediante el control de las superficies intervenidas, la protección de los elementos del hábitat ubicados fuera de ellas y la recuperación progresiva de las condiciones ambientales en las áreas que resulten aptas.	
Descripción técnica de la medida	
Las acciones se articularán con el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Reforestación. **Previo al inicio de actividades**	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Identificar áreas con presencia de elementos importantes para fauna, tales como refugios naturales, madrigueras, sitios de anidación o áreas con mayor actividad faunística. • Delimitar las áreas autorizadas de intervención para evitar afectaciones adicionales sobre hábitats cercanos. • Informar al personal sobre la importancia de conservar elementos naturales utilizados por fauna silvestre. **Durante preparación del sitio y construcción** • Restringir las actividades únicamente a las superficies autorizadas del proyecto. • Evitar afectaciones innecesarias sobre vegetación o elementos naturales que puedan servir como refugio para fauna fuera de las áreas de intervención. • Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación de hábitats. • Evitar la alteración de sitios activos de reproducción cuando sean identificados durante las actividades. • Permitir el desplazamiento natural de especies hacia áreas disponibles. • Mantener el manejo adecuado de residuos para evitar atracción o modificación artificial de hábitos alimenticios de fauna. **Durante la operación y mantenimiento** • Conservar las superficies no ocupadas por infraestructura que no requieran intervención por razones operativas o de seguridad. • Mantener las áreas recuperadas como espacios disponibles para el desplazamiento y permanencia de fauna. • Registrar observaciones relevantes relacionadas con el uso de estas superficies por las especies. **Recuperación progresiva del hábitat** • Implementar las acciones de recuperación vegetal establecidas en el Programa de Reforestación para favorecer la restitución de elementos estructurales del hábitat. • Las superficies libres de infraestructura permanente que presenten aptitud ambiental podrán considerarse para implementar acciones de revegetación, reforestación o reubicación de ejemplares de flora rescatados, previa evaluación de sus condiciones y compatibilidad ambiental. • Durante la actividad de **restauración y rehabilitación del sitio**, integrar las acciones de recuperación del suelo y la vegetación para favorecer la disponibilidad progresiva de refugio, alimentación y espacios de desplazamiento para la fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
• Realizar seguimiento a las superficies sujetas a recuperación ambiental.			
Indicadores de realización y seguimiento			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Conservación de áreas no autorizadas para intervención	(Superficie conservada sin afectación / superficie definida para permanecer sin intervención) × 100	100 %	Supervisión ambiental, cartografía, evidencia fotográfica
Recuperación progresiva de hábitat	Superficie donde se implementaron acciones de recuperación vegetal, expresada en hectáreas o metros cuadrados	Conforme Programa de Reforestación	Informes de seguimiento
Atención de sitios sensibles de fauna identificados	(Sitios atendidos / sitios identificados)x100	100 %	Formatos ambientales
Seguimiento a recuperación ambiental	(Seguimientos realizados / seguimientos programados)x100	100 %	Reportes del PVA
Forma de supervisión y cumplimiento			
El Responsable Ambiental verificará durante las etapas del proyecto que las actividades se mantengan dentro de las superficies autorizadas, reduciendo afectaciones adicionales sobre hábitats disponibles para fauna silvestre. La supervisión incluirá recorridos para identificar condiciones del hábitat, presencia de sitios sensibles para especies y avance de las acciones de recuperación ambiental implementadas.			

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Durante la etapa posterior a la construcción se dará seguimiento a la recuperación progresiva de áreas conforme a los programas ambientales aplicables.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • áreas intervenidas y conservadas; • registros de sitios sensibles identificados; • acciones implementadas para protección de hábitat; • avance del Programa de Reforestación relacionado con recuperación de hábitat; • resultados de indicadores; • evidencia fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.6.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; y desmantelamiento y abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, caminos internos, áreas de circulación vehicular, zonas de operación y mantenimiento, y superficies donde se desarrollen actividades que puedan generar perturbaciones sobre la fauna silvestre dentro del proyecto Fresnillo (PV Atocha).	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Durante las actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono, la presencia de personal, tránsito vehicular, operación de maquinaria, generación de ruido e incorporación o retiro de infraestructura pueden ocasionar cambios en los patrones de comportamiento de algunas especies de fauna silvestre. Estos cambios pueden manifestarse mediante desplazamientos temporales, evasión de áreas con mayor actividad, modificación de rutas de movimiento, cambios en los horarios de actividad o reducción temporal en el uso de determinados espacios. La respuesta dependerá de la sensibilidad de cada especie, su movilidad, capacidad de adaptación, intensidad de las perturbaciones y disponibilidad de áreas cercanas con condiciones adecuadas.
Fundamentación Técnica del Impacto
Las especies de fauna presentan diferentes niveles de tolerancia frente a las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas. Entre las respuestas que pueden presentarse se encuentran: • Desplazamiento hacia zonas con menor perturbación. • Cambios temporales en los horarios de alimentación, refugio o desplazamiento. • Modificación en las rutas de movimiento. • Adaptación progresiva ante estímulos constantes que no representen un riesgo directo. Durante la construcción y el desmantelamiento se espera una mayor presencia de personal y maquinaria. En la operación, las perturbaciones serán menores, aunque podrán mantenerse por el funcionamiento de la infraestructura, recorridos de inspección y actividades de mantenimiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar las modificaciones en los patrones de comportamiento de la fauna silvestre mediante el control de las fuentes de perturbación y la aplicación de prácticas que favorezcan el desplazamiento y permanencia segura de las especies.
Descripción técnica de la medida
Las acciones se articularán con el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** y con las medidas establecidas para el control del ruido y el tránsito vehicular. **Previo al inicio de actividades** • Realizar inducciones ambientales al personal involucrado en el proyecto, incluyendo buenas prácticas para reducir perturbaciones sobre fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Identificar áreas con presencia frecuente de fauna para considerar medidas preventivas durante la ejecución de actividades.
- Establecer procedimientos de actuación ante encuentros con fauna durante las labores del proyecto.

Durante preparación del sitio y construcción

- Ejecutar las actividades únicamente dentro de las áreas autorizadas del proyecto.
- Mantener los frentes de trabajo organizados, evitando la ocupación innecesaria de áreas adicionales.
- Evitar generación de ruido innecesario mediante:
  - uso adecuado de maquinaria;
  - mantenimiento de equipos;
  - evitar operación de maquinaria sin actividad.
- Controlar la velocidad de circulación vehicular dentro del área del proyecto.
- Evitar persecución, manipulación, alimentación o interacción innecesaria con fauna silvestre.
- Permitir el desplazamiento natural de individuos que ingresen a las áreas de trabajo.
- Mantener supervisión ambiental durante actividades con mayor interacción potencial con fauna.

Durante operación y mantenimiento

- Reducir perturbaciones innecesarias durante recorridos y actividades de mantenimiento.
- Mantener prácticas adecuadas de convivencia con fauna silvestre.
- Registrar eventos relevantes asociados con cambios observados en presencia o comportamiento de especies.

Durante el desmantelamiento y abandono

- Aplicar las mismas medidas de control establecidas para las actividades constructivas.
- Evitar la operación innecesaria de maquinaria y la ocupación de superficies adicionales.
- Permitir el desplazamiento de los individuos y atender los encuentros conforme al Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Personal capacitado en medidas de protección de fauna	(Personal capacitado / personal programado) x100	100 %	Listas de asistencia y registros de inducción
Atención de eventos relacionados con interacción fauna-proyecto	(Eventos atendidos / eventos reportados que requirieron atención)x100	100 %	Bitácoras ambientales y reportes de seguimiento
Cumplimiento de recorridos de supervisión ambiental	(Recorridos ejecutados / recorridos programados)x100	100 %	Formatos de inspección ambiental
Eventos por manejo inadecuado de fauna por parte del personal	Número de eventos registrados	0 eventos	Reportes ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará recorridos periódicos en las áreas del proyecto para verificar la implementación de acciones orientadas a minimizar perturbaciones sobre fauna silvestre.

La supervisión incluirá la revisión de:

- comportamiento del personal frente a encuentros con fauna;
- cumplimiento de restricciones ambientales;
- condiciones de operación de maquinaria y vehículos;
- registros de observaciones de fauna durante las actividades.

Cuando se identifiquen situaciones que puedan incrementar la perturbación sobre especies, se establecerán acciones correctivas de manera oportuna.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Actividades de capacitación ejecutadas;
- Registros de fauna observada durante actividades;
- Eventos de interacción fauna-proyecto;
- Medidas aplicadas para reducción de perturbaciones;
- Resultados de indicadores;

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.6.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Vallado perimetral, caminos internos, accesos, frentes de trabajo y demás superficies donde la infraestructura pueda interferir con el desplazamiento de fauna	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Efecto barrera
Prioridad de la acción	Media – Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
La instalación del vallado perimetral, la habilitación de caminos, la presencia de infraestructura y el desarrollo de actividades dentro del Área del Proyecto pueden modificar las rutas locales de desplazamiento de la fauna y limitar temporal o permanentemente su movilidad. La magnitud del efecto dependerá de las características del cerramiento, la distribución de la infraestructura y la disponibilidad de espacios que permitan el tránsito de los organismos.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La conservación de condiciones de permeabilidad dentro del Área del Proyecto permitirá disminuir la fragmentación funcional del hábitat y facilitar el desplazamiento de la fauna terrestre. Las acciones propuestas deberán ser compatibles con los requerimientos de seguridad y operación del proyecto y considerar las especies registradas durante la caracterización ambiental.	
Objetivo de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Prevenir y reducir el efecto barrera ocasionado por el vallado, los caminos y la infraestructura del proyecto, favoreciendo, cuando sea técnica y ambientalmente viable, el desplazamiento de la fauna silvestre.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades Previo a la instalación definitiva del vallado y de la infraestructura susceptible de limitar el desplazamiento de fauna, el responsable ambiental verificará la posible presencia de sitios de tránsito, refugio o concentración de organismos, tomando como referencia los resultados de la caracterización ambiental y las condiciones observadas en campo. **Durante la preparación del sitio y construcción se aplicarán las siguientes acciones:** • Limitar las actividades a las superficies autorizadas. • Evitar la colocación innecesaria de materiales, residuos, excavaciones abiertas u otros obstáculos en áreas ajenas a los frentes activos de trabajo. • Mantener libres los cauces, escurrimientos y espacios no destinados a infraestructura, siempre que ello sea compatible con la seguridad del proyecto. • Retirar oportunamente cercos, materiales y estructuras temporales que hayan dejado de ser necesarios. • Permitir el desplazamiento espontáneo de la fauna y evitar su persecución, captura o manipulación por personal no autorizado. • Atender los ejemplares que pudieran quedar atrapados o imposibilitados para desplazarse conforme al Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. En relación con el vallado perimetral, se evaluará la incorporación de soluciones que favorezcan la permeabilidad para fauna terrestre en los sitios donde se identifique su necesidad. Su ubicación, cantidad y características serán determinadas considerando las especies registradas, las condiciones topográficas, la funcionalidad ambiental y los requerimientos de seguridad e ingeniería del proyecto. Cuando técnicamente resulte viable, podrán aprovecharse elementos como escurrimientos, obras de drenaje u otros puntos compatibles con el diseño para favorecer el desplazamiento de fauna, procurando que permanezcan libres de residuos y obstrucciones.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

Durante la operación y mantenimiento

Se inspeccionará el vallado para identificar posibles sitios de atrapamiento, daños o interferencias con el desplazamiento de fauna. Las soluciones de permeabilidad que, en su caso, sean implementadas deberán conservarse funcionales durante la vida útil del proyecto.

En la etapa de desmantelamiento y abandono se retirarán los elementos que hayan dejado de ser necesarios y se evitará la permanencia de barreras físicas adicionales.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Evaluación de sitios con posible efecto barrera	(Sitios evaluados / sitios identificados) × 100	100 %	Formatos de inspección, cartografía y evidencia fotográfica
Implementación de soluciones de permeabilidad definidas	(Soluciones implementadas / soluciones técnicamente definidas) × 100	100 %	Informes de supervisión y registros fotográficos
Funcionalidad de las soluciones implementadas	(Soluciones funcionales / soluciones inspeccionadas) × 100	100%	Formatos de inspección y bitácora ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental efectuará recorridos durante la instalación del vallado y la infraestructura, así como inspecciones periódicas durante la operación y mantenimiento. Se verificará que no existan obstáculos innecesarios, sitios de atrapamiento o afectaciones derivadas del efecto barrera.

Cuando se detecte alguna condición que dificulte el desplazamiento de fauna, se evaluará la aplicación de acciones correctivas compatibles con la seguridad y operación del proyecto. Los eventos que involucren ejemplares de fauna deberán registrarse y atenderse conforme al Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

Informes de cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Los resultados se integrarán en los informes de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental e incluirán, cuando corresponda: • Resultados de las inspecciones realizadas. • Sitios con posible efecto barrera identificados. • Soluciones de permeabilidad implementadas. • Evidencia fotográfica. • Eventos registrados y acciones de atención. • Acciones correctivas ejecutadas. PVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.6.6 Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos de acceso, caminos internos, frentes de trabajo y áreas de circulación de vehículos y maquinaria dentro del Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por atropellamiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
El tránsito de vehículos, maquinaria y equipos durante las distintas etapas del proyecto puede representar un riesgo de atropellamiento para la fauna silvestre que se desplace dentro o cerca de los caminos y frentes de trabajo.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Este impacto puede afectar principalmente a reptiles, pequeños mamíferos y otros organismos terrestres con movilidad reducida o respuesta lenta ante la aproximación de vehículos. Su ocurrencia dependerá de la frecuencia del tránsito, la velocidad de circulación, los horarios de actividad de las especies y la presencia de fauna en las vías internas.
Fundamentación Técnica del Impacto
Los caminos de acceso e internos pueden coincidir con rutas utilizadas por la fauna para su desplazamiento, alimentación, refugio o dispersión. Algunas especies pueden permanecer temporalmente sobre la superficie de los caminos o atravesarlos durante sus actividades habituales, aumentando su exposición al tránsito vehicular. El control de la velocidad, la circulación por rutas autorizadas, la capacitación del personal y la atención oportuna de los encuentros con fauna permiten disminuir la probabilidad de atropellamiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la mortalidad de fauna silvestre asociada al tránsito de vehículos, maquinaria y equipos durante las diferentes etapas del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de las actividades: • Informar al personal y a los operadores de vehículos y maquinaria sobre las medidas de protección de fauna silvestre. • Establecer una velocidad máxima de circulación de **30 km/h** dentro del Área del Proyecto. • Colocar señalización preventiva de velocidad y presencia potencial de fauna en los accesos, caminos internos y sitios donde se considere necesario. **Durante las actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono:** • Mantener la circulación exclusivamente por los accesos y caminos autorizados. • Respetar el límite de velocidad establecido. • Evitar desplazamientos vehiculares innecesarios fuera de las rutas definidas. • Reducir la velocidad y detener temporalmente la circulación cuando se observe fauna sobre el camino, permitiendo su desplazamiento natural. • Evitar el uso del claxon, la persecución o cualquier acción dirigida a forzar el desplazamiento de los ejemplares.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Reportar al responsable ambiental la presencia de fauna lesionada o cualquier evento de atropellamiento.
- Aplicar, cuando corresponda, los procedimientos definidos en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
- Mantener la señalización en condiciones visibles y sustituirla cuando presente deterioro.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Instalación de señalización preventiva	(Señales instaladas / señales programadas) × 100	100 %	Registro fotográfico y formatos de inspección
Personal capacitado en protección de fauna	(Personal capacitado / personal programado) × 100	100 %	Listas de asistencia y registros de inducción
Listas de asistencia y registros de inducción	(Recorridos ejecutados / recorridos programados) × 100	100 %	Formatos de supervisión ambiental
Eventos de mortalidad por atropellamiento	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental y reportes de incidentes
Atención de eventos reportados	(Eventos atendidos / eventos reportados) × 100	100 %	Registros de atención y evidencia documental

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará seguimiento al cumplimiento de las medidas establecidas para reducir el riesgo de atropellamiento de fauna durante las actividades del proyecto.

- La presencia y estado de la señalización.
- El cumplimiento del límite de velocidad.
- La circulación por caminos y accesos autorizados.
- La aplicación de las medidas de protección de fauna por parte del personal.
- Los reportes de avistamientos, incidentes o atropellamientos.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
En caso de presentarse un evento de atropellamiento, se registrará la fecha, ubicación, tipo de vehículo involucrado, identificación del ejemplar cuando sea posible y las acciones adoptadas. Si se identifica recurrencia en un sitio determinado, se reforzarán la señalización, la supervisión o los controles de circulación.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Capacitaciones realizadas; • Registros de fauna observada en caminos; • Eventos de atropellamiento (en caso de presentarse); • Acciones correctivas implementadas; • Resultados de indicadores; • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

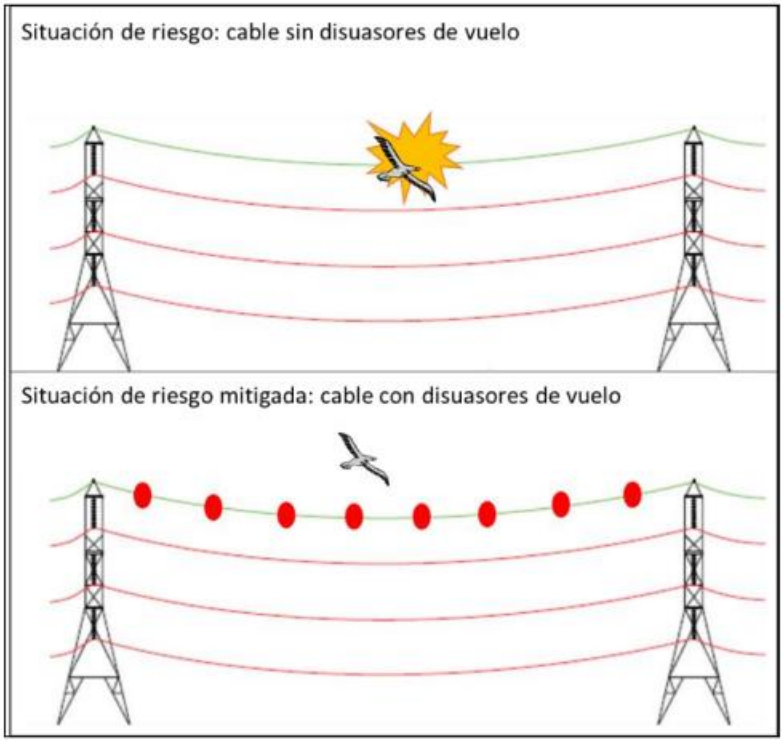
IV.2.2.6.7 Medida 7

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de módulos fotovoltaicos, subestación elevadora, línea de transmisión asociada, BESS y demás infraestructura del proyecto susceptible de generar riesgo de colisión	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por colisión
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
La presencia de módulos fotovoltaicos, conductores, estructuras eléctricas y demás infraestructura puede representar un riesgo de colisión para la fauna, principalmente para las aves que se desplacen dentro o en las inmediaciones del Área del Proyecto. Aunque durante las primeras etapas la infraestructura permanente todavía no se encuentra completamente instalada y el impacto fue valorado como irrelevante, durante la operación y mantenimiento adquiere una categoría moderada debido a la permanencia de los elementos que potencialmente pueden interferir con las trayectorias de vuelo.
Fundamentación Técnica del Impacto
La probabilidad de colisión depende de las características de la infraestructura, su visibilidad, la ubicación de las rutas de desplazamiento de las aves, las condiciones meteorológicas y los hábitos de las especies presentes. La revisión preventiva del diseño, la inspección periódica de la infraestructura y el registro de los eventos permiten identificar oportunamente puntos de riesgo y aplicar medidas correctivas proporcionales a las condiciones observadas.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la mortalidad de fauna, principalmente avifauna, por colisión con los módulos fotovoltaicos, conductores y demás elementos de la infraestructura del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Durante las actividades previas a la construcción y construcción: • Considerar, durante la revisión del diseño definitivo, la visibilidad de los elementos de la infraestructura susceptibles de representar un riesgo de colisión. • Evitar la instalación de cables, tensores u otros elementos temporales fuera de las superficies previstas. • Retirar oportunamente cables, materiales o estructuras temporales que hayan dejado de utilizarse. • Informar al personal sobre el procedimiento de reporte ante el hallazgo de fauna lesionada o muerta. Previo al inicio de la operación se efectuará una inspección general de los módulos, conductores e infraestructura eléctrica para identificar elementos sueltos, poco visibles o instalados de manera diferente al diseño autorizado que pudieran incrementar el riesgo de colisión. Durante la operación y mantenimiento: • Realizar recorridos de inspección en las áreas de módulos fotovoltaicos, subestación elevadora y línea de transmisión asociada.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Registrar los ejemplares lesionados o muertos que pudieran estar relacionados con una colisión, señalando fecha, ubicación y especie, cuando sea posible su identificación. • Analizar la distribución de los eventos para determinar si existe recurrencia en algún punto de la infraestructura. • Evaluar la implementación de dispositivos de señalización o marcadores avifaunísticos en los tramos donde las inspecciones o el seguimiento ambiental identifiquen un riesgo relevante de colisión. • Verificar el estado y funcionalidad de los dispositivos que, en su caso, sean instalados. • Aplicar acciones correctivas cuando se identifiquen condiciones que incrementen el riesgo para la fauna. Durante el desmantelamiento y abandono se retirarán los cables, conductores y demás elementos conforme avance el desmantelamiento, evitando mantener componentes sueltos o suspendidos que puedan constituir obstáculos para la fauna. En caso de que la evaluación del diseño definitivo o los resultados del seguimiento ambiental identifiquen tramos de la línea de transmisión con mayor probabilidad de interacción con la avifauna, se evaluará la instalación de dispositivos de señalización o disuasores de vuelo. Estos elementos permiten incrementar la visibilidad de los conductores y disminuir el riesgo de colisión, particularmente en sitios de tránsito frecuente de aves. La ubicación, cantidad, separación y características de los dispositivos se definirán con base en las condiciones del sitio, las especies presentes y las especificaciones técnicas de la infraestructura. En la siguiente figura se presenta, de manera ilustrativa, el funcionamiento de este tipo de dispositivos.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA



Colocación de disuasores de vuelo

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de recorridos de inspección	(Recorridos ejecutados / recorridos programados) × 100	100 %	Formatos de inspección y evidencia fotográfica
Eventos de mortalidad por colisión	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental y reportes de seguimiento
Atención de eventos identificados	(Eventos atendidos / eventos reportados) × 100	100 %	Registros de atención y reportes ambientales

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Corrección de condiciones de riesgo	(Condiciones corregidas / condiciones identificadas que requieran atención) × 100	100 %	Formatos de mantenimiento y evidencia fotográfica
Implementación de dispositivos definidos	(Dispositivos instalados / dispositivos técnicamente definidos) × 100	100 % de los que resulten aplicables	Registro de instalación e informes de seguimiento

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental realizará recorridos de inspección en las áreas de módulos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica y línea de transmisión asociada. Durante estos recorridos verificará la presencia de ejemplares lesionados o muertos, las condiciones de la infraestructura y el estado de los dispositivos preventivos que, en su caso, sean instalados.

Cuando se identifique un evento se documentará su ubicación, fecha, especie —cuando resulte posible—, condición del ejemplar y probable causa. La recurrencia de eventos en un mismo sitio dará lugar a una evaluación específica y a la implementación de las acciones correctivas técnicamente procedentes.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Recorridos e inspecciones realizados.
- Eventos de colisión registrados.
- Ubicación de los sitios evaluados.
- Especies involucradas, cuando sea posible identificarlas.
- Condiciones de riesgo detectadas.
- Medidas correctivas o dispositivos implementados.
- Evidencia documental y fotográfica.

IV.2.2.6.8 Medida 8

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Subestación elevadora, línea de transmisión asociada, red de media tensión y demás infraestructura eléctrica del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por electrocución
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
La presencia y operación de infraestructura eléctrica puede representar un riesgo de electrocución para la fauna, principalmente para aves que utilicen postes, estructuras, conductores u otros elementos como sitios de descanso o perchado. Durante las actividades previas, preparación del sitio y construcción, el impacto fue valorado como irrelevante debido a que la infraestructura todavía no se encuentra energizada o en funcionamiento permanente. En la etapa de operación y mantenimiento adquiere una categoría moderada por la permanencia y energización de los componentes eléctricos. Durante el desmantelamiento y abandono vuelve a ser irrelevante debido a la desconexión y retiro progresivo de la infraestructura.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La electrocución puede ocurrir cuando un individuo entra simultáneamente en contacto con elementos energizados que presentan diferente potencial eléctrico o con un conductor energizado y una estructura conectada a tierra. La probabilidad de ocurrencia depende de la configuración y separación de los componentes eléctricos, las condiciones de aislamiento, el estado de mantenimiento de la infraestructura y el comportamiento de las especies presentes. La aplicación de criterios preventivos de diseño, construcción y mantenimiento reduce el riesgo de contacto de la fauna con elementos energizados.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la mortalidad de fauna silvestre por electrocución mediante la revisión de la infraestructura eléctrica, el mantenimiento preventivo y la atención de los puntos de riesgo que pudieran identificarse durante la vida útil del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Durante el diseño y la construcción: • Verificar que la configuración de la infraestructura eléctrica cumpla con las especificaciones técnicas y de seguridad aplicables. • Mantener las distancias de seguridad y los elementos de aislamiento previstos en el diseño. • Evitar que queden cables, conexiones o componentes energizables expuestos por deficiencias durante la instalación. • Revisar la infraestructura antes de su energización para comprobar la correcta colocación de aisladores, protecciones y conexiones. • Corregir cualquier condición constructiva que pueda representar un riesgo para la fauna. **Durante la operación y mantenimiento:** • Realizar inspecciones periódicas de la subestación elevadora, línea de transmisión asociada, red de media tensión y demás componentes eléctricos. • Verificar el estado de aisladores, conductores, conexiones, protecciones y estructuras. • Reparar o sustituir oportunamente los elementos deteriorados que puedan incrementar el riesgo de electrocución. • Registrar los ejemplares de fauna lesionados o muertos encontrados en las inmediaciones de la infraestructura eléctrica. • Identificar y evaluar los puntos donde se presenten eventos o evidencias recurrentes de interacción de fauna con elementos energizados. • Implementar medidas adicionales de aislamiento, protección o manejo únicamente en los puntos donde la evaluación técnica determine su necesidad. • Evitar la manipulación de fauna lesionada por personal no autorizado y notificar al responsable ambiental para su atención. **Durante el desmantelamiento y abandono:** • Desenergizar la infraestructura antes de iniciar su desmontaje. • Verificar la ausencia de energía residual antes de retirar conductores, equipos y conexiones.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
• Retirar progresivamente los elementos eléctricos y evitar la permanencia de cables o componentes en condiciones inseguras.			
Indicadores de realización y seguimiento			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Inspección de infraestructura eléctrica	(Inspecciones realizadas / inspecciones programadas) × 100	100 %	Formatos de inspección y registros de mantenimiento
Atención de condiciones de riesgo	(Condiciones atendidas / condiciones identificadas que requieran atención) × 100	100 %	Órdenes de mantenimiento y evidencia fotográfica
Eventos de mortalidad por electrocución	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental y reportes de seguimiento
Atención de eventos reportados	(Eventos atendidos / eventos reportados) × 100	100%	Registros de atención e informes ambientales
Implementación de protecciones definidas	(Protecciones instaladas / protecciones técnicamente definidas) × 100	100 % de las que resulten aplicables	Registros de instalación y evidencia fotográfica
Forma de supervisión y cumplimiento			
El responsable ambiental, en coordinación con el personal técnico de mantenimiento, verificará periódicamente las condiciones de la infraestructura eléctrica y revisará los registros de mantenimiento e incidentes.			

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Cuando se encuentre un ejemplar lesionado o muerto cerca de la infraestructura eléctrica, se registrará la fecha, ubicación, especie —cuando sea posible identificarla—, condición del ejemplar y probable causa. Si se identifica un punto recurrente de riesgo, se realizará una revisión técnica para definir e implementar las medidas correctivas correspondientes.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Evidencia documental y fotográfica. • Protecciones o acciones correctivas implementadas. • Inspecciones realizadas. • Condiciones de riesgo identificadas. • Actividades de mantenimiento ejecutadas. • Eventos de electrocución registrados, en caso de presentarse. • Especies involucradas, cuando sea posible identificarlas.

IV.2.2.7 Medidas ambientales para el componente socioeconómico

IV.2.2.7.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
FACTOR AMBIENTAL: ACTIVIDADES COMERCIALES; GENERACIÓN DE EMPLEOS; DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto y localidades cercanas vinculadas con la contratación de personal y el suministro de bienes y servicios	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Derrama económica por bienes o servicios Generación de empleos directos e indirectos; Incremento de la demanda sobre servicios Infraestructura local
Prioridad de la acción	Media

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

El desarrollo del proyecto requerirá personal para actividades administrativas, preparación del sitio, construcción, montaje de infraestructura, operación, mantenimiento y desmantelamiento. Esta demanda favorecerá la generación temporal de empleos directos e indirectos y la adquisición de bienes y servicios relacionados con transporte, alimentación, alojamiento, suministro de materiales y otras actividades complementarias.

La contratación de personal y proveedores podrá contribuir a la economía local cuando existan perfiles, bienes y servicios compatibles con las necesidades del proyecto. No obstante, la incorporación temporal de trabajadores también puede incrementar la demanda sobre el alojamiento, transporte, saneamiento y demás servicios disponibles, principalmente durante la construcción.

Fundamentación Técnica del Impacto

La generación de empleos y la adquisición de bienes y servicios representan impactos positivos asociados con la inversión y ejecución del proyecto. Su alcance dependerá de la disponibilidad de personal, proveedores y establecimientos que puedan atender los requerimientos técnicos y comerciales.

Por otra parte, una planeación inadecuada de los servicios requeridos por el personal podría generar presión temporal sobre la infraestructura local. La programación anticipada de las necesidades del proyecto y la disposición de instalaciones temporales suficientes permiten reducir esta posible afectación.

Objetivo de la medida

Favorecer, cuando resulte técnica y administrativamente viable, la contratación de personal y proveedores locales, así como prevenir la generación de presión adicional sobre los servicios y la infraestructura de las localidades cercanas.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de las actividades:

- Estimar los requerimientos de personal, bienes y servicios de acuerdo con el programa de trabajo.
- Definir los mecanismos para la divulgación de vacantes y recepción de información de aspirantes.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO

- Informar a las empresas contratistas sobre la posibilidad de considerar personal y proveedores locales que cumplan con los perfiles y requisitos establecidos.
- Programar las instalaciones y servicios temporales requeridos para atender al personal**.**

Durante las diferentes etapas del proyecto:

- Promover la contratación de personal local cuando existan perfiles disponibles que cumplan con los requisitos técnicos y administrativos.
- Considerar la adquisición de bienes y servicios locales cuando exista disponibilidad, calidad y condiciones comerciales adecuadas.
- Mantener registros del personal contratado y de los proveedores vinculados.
- Disponer de instalaciones sanitarias y servicios temporales acordes con la cantidad de trabajadores.
- Contratar proveedores autorizados para el suministro de agua, servicios sanitarios y manejo de residuos.
- Evitar el uso no autorizado de infraestructura o servicios destinados al abastecimiento de las comunidades.
- Atender las observaciones o inconformidades relacionadas con la contratación o con la demanda de servicios atribuible al proyecto.

La contratación de personal y proveedores locales estará sujeta a las necesidades del proyecto, la disponibilidad existente y el cumplimiento de los requisitos aplicables, por lo que no se establece un porcentaje mínimo obligatorio.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Fórmula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Participación de personal local	(Personal local contratado / personal total contratado) × 100	Indicador informativo, sin porcentaje mínimo obligatorio	Registros y contratos de personal
Participación de proveedores locales	(Proveedores locales contratados / proveedores totales contratados) × 100	Indicador informativo, sin porcentaje mínimo obligatorio	Contratos, facturas y registros de proveedores
Disponibilidad de servicios temporales	(Servicios instalados / servicios programados) × 100	100%	Registros de instalación e inspecciones

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO				
	Atención de requerimientos de servicios	(Requerimientos atendidos / requerimientos identificados) × 100	100%	Órdenes de servicio y bitácoras
	Atención de inconformidades	(Inconformidades atendidas / inconformidades recibidas) × 100	100%	Registros de recepción y atención

Forma de supervisión y cumplimiento

El responsable ambiental verificará los registros de contratación de personal y proveedores, así como la disponibilidad de instalaciones y servicios temporales de acuerdo con el número de trabajadores presentes.

La supervisión incluirá la revisión documental de las contrataciones, la inspección de los servicios instalados y el seguimiento de las observaciones o inconformidades recibidas. Cuando se identifique presión sobre algún servicio local atribuible al proyecto, se ajustará el abastecimiento o la capacidad de las instalaciones temporales.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Número de trabajadores contratados.
- Participación de personal local.
- Proveedores de bienes y servicios vinculados.
- Disponibilidad de servicios temporales.
- Resultados de las inspecciones.
- Observaciones o inconformidades recibidas y atendidas.
- Evidencia documental y fotográficaPVA que se presentará de manera anual

IV.2.2.7.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
FACTOR AMBIENTAL: RIESGO OCUPACIONAL
ETAPA DEL PROYECTO: Actividades previas a la construcción; preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento; desmantelamiento y abandono

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto, instalaciones temporales, caminos de acceso, frentes de trabajo, subestación elevadora, BESS, línea de transmisión asociada y demás áreas operativas	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Incremento de riesgos laborales
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y control
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Las actividades del proyecto implican el uso de maquinaria, vehículos, herramientas, equipos eléctricos y manipulación de materiales, además de trabajos de excavación, montaje, mantenimiento y retiro de infraestructura. Estas condiciones pueden incrementar la exposición del personal a riesgos laborales durante las diferentes etapas del proyecto. La naturaleza de los riesgos dependerá de las actividades ejecutadas, las características del sitio, los equipos utilizados y el cumplimiento de los procedimientos de seguridad aplicables.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La capacitación del personal, el uso adecuado de equipo de protección personal, la delimitación y señalización de las áreas de trabajo, así como la inspección periódica de herramientas, vehículos y maquinaria, permiten disminuir la probabilidad de accidentes. La medida se integra con los procedimientos internos de seguridad y salud en el trabajo del promovente y de las empresas contratistas, sin requerir la creación de un programa ambiental adicional.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y controlar los riesgos laborales asociados con las actividades del proyecto, mediante la capacitación del personal, el uso de equipo de protección, la señalización y la supervisión de las condiciones de trabajo.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de actividades • Proporcionar al personal la inducción correspondiente sobre seguridad, protección ambiental y actuación ante emergencias. • Identificar los riesgos asociados con las actividades que realizará cada trabajador. • Entregar el equipo de protección personal requerido según la actividad.	

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO

- Delimitar y señalizar los accesos, frentes de trabajo y áreas con restricciones.
- Verificar las condiciones de vehículos, maquinaria, herramientas y equipos.

Durante la ejecución de las actividades:

- Utilizar el equipo de protección personal correspondiente.
- Mantener señalizadas y delimitadas las áreas de trabajo.
- Restringir el acceso de personal no autorizado.
- Realizar las actividades conforme a los procedimientos de trabajo y seguridad aplicables.
- Mantener orden y limpieza en los frentes de trabajo.
- Reportar y atender las condiciones inseguras identificadas.
- Registrar los incidentes y accidentes laborales que se presenten.
- Implementar las acciones correctivas que resulten necesarias.

Durante la operación y mantenimiento, así como en el desmantelamiento y abandono, se mantendrán estas acciones conforme a los riesgos propios de las actividades programadas.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Fórmula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Personal capacitado	(Personal capacitado / personal programado) × 100	1	Listas de asistencia y registros de inducción
Entrega de equipo de protección personal	(Personal con EPP / personal que lo requiere) × 100	1	Formatos de entrega e inspecciones
Cumplimiento de inspecciones de seguridad	(Inspecciones realizadas / inspecciones programadas) × 100	100%	Listas de verificación y bitácoras
Atención de condiciones inseguras	(Condiciones atendidas / condiciones reportadas) × 100	100%	Registros de atención y evidencia fotográfica
Atención de incidentes y accidentes	(Eventos atendidos / eventos reportados) × 100	100%	Reportes de incidentes y acciones correctivas

Forma de supervisión y cumplimiento

Los responsables de seguridad y supervisión ambiental verificarán periódicamente:

- La capacitación e inducción del personal.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
• El uso adecuado del equipo de protección personal. • La señalización y delimitación de las áreas. • Las condiciones de maquinaria, vehículos, herramientas y equipos. • La atención de condiciones inseguras. • El registro y seguimiento de incidentes y accidentes. Cuando se identifique un incumplimiento o condición insegura, se solicitará su corrección conforme a los procedimientos internos del proyecto.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Capacitaciones e inducciones realizadas. • Registros de entrega de equipo de protección personal. • Inspecciones de seguridad efectuadas. • Condiciones inseguras identificadas y atendidas. • Incidentes y accidentes registrados. • Acciones correctivas implementadas. • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

Con el propósito de prever los recursos necesarios para implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y, cuando corresponda, compensaciones propuestas para el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)", se realizó una estimación económica de las acciones que integran el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). Esta valoración comprende las actividades previstas durante la construcción, la operación y mantenimiento, y el desmantelamiento y abandono del proyecto.

La estimación se desarrolló considerando las acciones establecidas en las fichas ambientales, así como los requerimientos de personal, materiales, equipos, señalización, capacitación, manejo de residuos, controles temporales, supervisión y seguimiento necesarios para atender los impactos identificados sobre los componentes agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico.

Para facilitar la planeación financiera, los costos fueron clasificados de acuerdo con su naturaleza en:

- **CAPEX (Capital Expenditure):** comprende las inversiones iniciales requeridas para adquirir equipos, recipientes, señalización, materiales de delimitación, elementos de control, herramientas y demás insumos necesarios para implementar las medidas ambientales.

- **OPEX (Operational Expenditure):** corresponde a los costos recurrentes asociados con la supervisión ambiental, capacitación, manejo de residuos, mantenimiento de controles, participación de especialistas, seguimiento durante la operación y supervisión de las actividades de desmantelamiento.

La valoración se estructuró en nueve partidas presupuestales vinculadas con las medidas ambientales propuestas en el PVA. Para determinar las cantidades dependientes del tiempo se consideró el cronograma ejecutivo del proyecto, el cual establece un periodo de 20 meses para la construcción, 25 años para la operación y mantenimiento, y 12 meses para el desmantelamiento y abandono.

Como resultado, se obtuvo un presupuesto ambiental estimado de $4,825,800 MXN, expresado a precios de 2026 y antes de IVA. De este valor, $774,000 MXN corresponden a inversiones iniciales —CAPEX— y $4,051,800 MXN a costos recurrentes —OPEX—.

Tabla 33 Evaluación Económica

RESUMEN ECONÓMICO – FRESNILLO (PV ATOCHA)						
Partida	**Descripción**	**CAPEX (MXN)**	**OPEX (MXN)**	**Total (MXN)**	**% del total**	**Estado**
P-01	Coordinación y supervisión ambiental	$50.000	$2.901.000	$2.951.000	61,2%	Valorado
P-02	Capacitación e inducción ambiental	-	$70.400	$70.400	1,5%	Valorado
P-03	Señalización y delimitación ambiental	$138.000	$20.000	$158.000	3,3%	Valorado
P-04	Gestión de RSU y residuos de manejo especial	$89.000	$346.400	$435.400	9,0%	Valorado
P-05	Gestión de residuos peligrosos	$138.000	$156.000	$294.000	6,1%	Valorado
P-06	Manejo, conservación y restauración de suelos	$225.000	$155.000	$380.000	7,9%	Valorado
P-07	Control de emisiones, polvo y ruido	-	$169.000	$169.000	3,5%	Valorado
P-08	Protección y manejo de flora	$60.000	$90.000	$150.000	3,1%	Valorado
P-09	Protección y manejo de fauna	$74.000	$144.000	$218.000	4,5%	Valorado
SUBTOTAL DEL CICLO DE VIDA SIN PROGRAMA DE REFORESTACIÓN		**$774.000**	**$4.051.800**	**$4.825.800**	**100,0%**	**Completo para P-01 a P-09**

IV.2.3 Conclusión

La evaluación integral del proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" permitió analizar sus características técnicas, ubicación, superficie de ocupación y actividades previstas, así como su vinculación con el marco jurídico aplicable, las condiciones ambientales de la Región Ecológica, los impactos potenciales y las medidas propuestas para su prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento.

El proyecto contempla la construcción y operación de una central solar fotovoltaica con una potencia instalada de 120.846 MWp y una capacidad nominal de 100 MWac, complementada con un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías de 30 MW y 112.5 MWh, una subestación elevadora y una línea eléctrica de interconexión de aproximadamente 2.96 km. Su desarrollo ocupará una superficie total de 306.6860 ha en el municipio de Fresnillo, estado de Zacatecas.

La caracterización ambiental permitió establecer que el proyecto se inserta en un territorio previamente transformado por actividades agrícolas, pecuarias, infraestructura y asentamientos humanos, pero que conserva remanentes de matorral crasicaule, vegetación secundaria, mezquital y otros elementos que mantienen funciones de protección del suelo, regulación de escurrimientos, refugio, alimentación y desplazamiento de fauna. En consecuencia, el desarrollo del proyecto deberá considerar especialmente la protección de los cauces, el manejo del suelo, la conservación de la vegetación remanente y la prevención de afectaciones sobre la flora y fauna silvestres.

Los impactos de mayor relevancia se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, y se relacionan con la remoción de vegetación, la compactación y posible erosión del suelo, la modificación del paisaje, la generación temporal de polvo, emisiones y ruido, y la alteración o desplazamiento de fauna. Durante la operación y mantenimiento, los efectos estarán asociados principalmente con la presencia de la infraestructura, el funcionamiento de equipos eléctricos y del sistema de almacenamiento, las actividades de mantenimiento y la transformación visual del entorno. En el componente socioeconómico se prevén efectos favorables por la generación de empleo y la contratación de bienes y servicios.

De acuerdo con la evaluación efectuada, no se identificaron impactos ambientales críticos. Los impactos adversos podrán prevenirse, reducirse, controlarse o compensarse mediante la aplicación oportuna de las medidas ambientales y del Programa de Vigilancia Ambiental. Asimismo, el proyecto deberá obtener y mantener vigentes las autorizaciones aplicables, incluida la correspondiente al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, cuando proceda, y cumplir las condicionantes que establezcan las autoridades competentes.

En este sentido, se considera que el proyecto "Fresnillo (PV Atocha)" puede desarrollarse bajo condiciones de viabilidad ambiental, siempre que se respete la superficie autorizada, se implementen íntegramente las medidas propuestas, se asignen los recursos económicos necesarios, se realice el seguimiento de los componentes ambientales y se atiendan oportunamente las desviaciones identificadas durante su construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono.