MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

"PS Altamirano "

JULIO, 2026

Green World
Environmental and Social Discovery

RHO solar

El presente documento ha sido redactado por el equipo MULTIDISCIPLINARIO de la consultoría GREEN WORLD.

[redacted]

RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

ÍNDICE GENERAL

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

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

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

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

CAPÍTULO V. ANEXOS

CAPITULO I

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

Contenido

CONTENIDO **I-1**
I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. **I-1**
I.1 Nombre del proyecto **I-1**
I.2 Datos generales del Promovente **I-1**
I.2.1 Nombre o razón social I-2
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental **I-3**
I.3.1 Nombre o razón social I-3
I.3.2 Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental I-3
I.3.3 Correos electrónicos I-4
I.4 Ubicación del proyecto **I-6**
I.5 Descripción especifica de las obras y actividades incluyendo obras complementarias **I-11**
I.5.1 Componentes del proyecto I-13
I.5.2 Desarrollo de diseño PV I-23
I.5.3 Trabajos civiles PV I-32
I.5.4 Vías de Acceso I-33
I.5.5 Viales de Acceso I-34
I.5.6 Banco de Materiales I-38
I.5.7 Obras de Drenaje I-38
I.5.8 Movimiento de tierras PV I-41
I.5.9 Áreas de Exclusión I-44
I.5.10 Cimentaciones y estructuras del PV I-45
I.5.11 Cimentaciones y estructuras de zona de almacenamiento I-48
I.5.12 Red de tierras PV: I-52

I.5.13 Subestación Altamirano I-56
I.5.14 Trabajos Civiles Subestación I-58
I.5.15 Áreas de instalaciones I-68
I.5.16 Línea de transmisión y ampliación de Bahía I-68
I.5.17 Subestación Manlio Fabio Altamirano I-76
I.5.18 Obras temporales y permanentes previstas I-79
I.5.19 Tipos de obras o actividades del proyecto I-80
I.5.20 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones I-100
I.5.21 Inversión requerida I-102
I.5.22 Duración estimada del proyecto (cronograma de trabajo) I-105
I.5.23 Insumos requeridos para el proyecto I-108
I.5.24 Superficies generales del proyecto I-132

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM del predio del proyecto. I-8
Tabla 2. Coordenadas UTM del DV de la LT del proyecto. I-9
Tabla 3. Coordenadas UTM de las Torres de la LT del proyecto. I-9
Tabla 4. Coordenadas UTM de la Subestación Eléctrica Elevadora del proyecto. I-10
Tabla 5. Características generales del módulo fotovoltaico. I-14
Tabla 6. Criterios para el diseño del tracker I-17
Tabla 7. Características generales del inversor. I-20
Tabla 8 Características generales del transformador. I-22
Tabla 9. Distribución de centros de transformación por circuitos I-25
Tabla 10. Área (m2) de las zanjas MT dentro del parque. I-30
Tabla 11. Área (m2) de las zanjas BT dentro del parque. I-32
Tabla 12. Bancos de Préstamo I-38
Tabla 13. Características de las estructuras. I-72
Tabla 14. Ubicación de Estructuras I-74

Tabla 15. Componentes de ocupación temporal y permanente del proyecto. I-79
Tabla 16. Maquinaria utilizada durante la etapa de preparación de sitio. I-89
Tabla 17 Maquinaria utilizada durante los movimientos de tierra. I-90
Tabla 18 Maquinaria a utilizar para la construcción de la subestación elevadora. I-92
Tabla 19. Evaluación Económica de las medidas de mitigación propuestas I-104
Tabla 20 Etapas de desmantelamiento y abandono Subestación, LT y PV I-107
Tabla 21. Calculo para consumo de agua potable I-108
Tabla 22. Cálculo de consumo de agua para servicios I-109
Tabla 23. Cálculo de consumo de agua maquinaria y herramienta I-109
Tabla 24. Relación de agua y superficie para compactación y control de polvo. I-110
Tabla 25. Pipas necesarias para Caminos y Plataformas. I-110
Tabla 26. Cantidad generada de agua residual al mes por uso personal. I-114
Tabla 27. Cantidad generada de agua residual al mes por maquinaria y herramientas I-114
Tabla 28. Emisiones de CO2 de diésel. I-115
Tabla 29. Consumo de combustible y emisiones de CO2utilizando diésel I-116
Tabla 30. Consumo de combustible y emisiones de CO2 utilizando gasolina. I-117
Tabla 31. Consumo de agua en la limpieza de los módulos fotovoltaicos. I-118
Tabla 32. No. De pipas necesarias para limpieza de los módulos fotovoltaicos. I-118
Tabla 33. Cálculo de consumo de agua para servicios I-119
Tabla 34. Calculo para consumo de agua potable I-119
Tabla 35. Cantidad generada de agua residual por uso y consumo. I-122
Tabla 36. Cantidad generada de agua residual por la limpieza de paneles. I-122
Tabla 37 Calculo para consumo de agua potable I-124
Tabla 38. Tabla Cálculo de consumo de agua para servicios I-125
Tabla 39. Tabla. Cálculo de consumo de agua para limpieza de la maquinaría I-125
Tabla 40. Cantidad generada de agua residual por uso y consumo de personas al mes. I-127
Tabla 41. Cantidad generada de agua residual por limpieza de maquinaría al mes. I-127
Tabla 42. Tabla de diferentes tipos de emisiones. I-128
Tabla 43. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante la preparación del sitio y construcción. I-129
Tabla 44. Superficie de ocupación de los componentes del proyecto. I-132
Tabla 45. Uso de suelo y vegetación por componente del proyecto PS Altamirano. I-133
Tabla 46. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto PS Altamirano. I-134

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto, ... I-7
Figura 2. Componentes del proyecto PS Altamirano. I-11
Figura 3. Layout general del proyecto PS Altamirano. I-12
Figura 4. Módulo fotovoltaico I-13
Figura 5. Conexión en serie módulos fotovoltaicos. I-15
Figura 6. Estructura metálica portante. I-16
Figura 7. Inversor FS4200M. I-21
Figura 8 Transformador FS4200M. I-23
Figura 9. Red colectora de media tensión de parque solar Altamirano. I-24
Figura 10. Layout con tendido BT para los dos bloques tipo. I-27
Figura 11. Red colectora de media tensión. I-27
Figura 12. Detalle de Zanja tipo MT directamente enterradas y bajo camino. I-29
Figura 13 Bloques tipo de zanjas de baja tensión. I-31
Figura 14. Detalle de Zanja tipo BT directamente enterradas y bajo camino. I-32
Figura 15. Acceso desde la carretera Palmira I-33
Figura 16. Acceso desde la Carretera Peñuela Santa Rita I-34
Figura 17. Vial de Acceso I-34
Figura 18. Diagrama de Intersección con Camino de terracería. I-36
Figura 19. Sección tipo en balcón I-37
Figura 20. Descarga de cuneta trapezoidal. I-40
Figura 21. Sección ODT de vado de concreto. I-40
Figura 22. Sección de cuneta trapezoidal I-41
Figura 23. Tabla de pendientes planta Solar. I-43
Figura 24. Áreas de exclusión. I-45
Figura 25. Ubicación de la Subestación Elevadora del proyecto PS Altamirano. I-57
Figura 26. Torre Celosía 2W2 ..... I-73
Figura 27. Torre Celosía 2S2. ..... I-73
Figura 28. Ubicación de Estructuras. I-74
Figura 29. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas. I-76
Figura 30. Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 kV, Punto de interconexión. I-76
Figura 31. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo. I-78

Figura 32. Cimentación tipo zapata aislada para suelo firme (roca firme) y poco profundo.....I-78
Figura 33. Cronograma de trabajo del proyecto PS Altamirano.....I-106
Figura 34. Diagrama de funcionamiento de trampa de grasas e hidrocarburos.....I-113
Figura 35. Uso de suelo y Vegetación dentro del Área del proyecto PS Altamirano de acuerdo con INEGI.....I-134
Figura 36. Uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto respecto al trabajo de campo realizado.....I-136

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

I.1 Nombre del proyecto

El proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) se denomina "PS Altamirano", mismo que en el presente documento podrá ser referido indistintamente como "Proyecto Solar Altamirano", "Parque Solar Altamirano" o simplemente "El Proyecto".

El Proyecto contempla la construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de una central fotovoltaica destinada a la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso solar, localizada en el municipio de Altamirano, estado de Veracruz.

La energía generada será destinada al suministro eléctrico conforme al esquema de interconexión y operación que defina el promovente, contribuyendo al fortalecimiento de la generación de energía a partir de fuentes renovables y a la diversificación de la matriz energética nacional.

Para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, todas las obras, actividades e infraestructura asociadas se considerarán integradas bajo la denominación general de "PS Altamirano".

I.2 Datos generales del Promovente

En el presente apartado se presenta la información general del promovente responsable del desarrollo del proyecto denominado "PS Altamirano", así como los datos de representación legal y contacto para efectos administrativos y de notificación durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

I.2.1 Nombre o razón social

Nombre: RHO SOLAR, S. de R.L. de C.V.

[redacted]

I.2.1.1 Nombre del Representante Legal

Representante Legal: Andreu Saladie Prats*

*La representación legal y facultades correspondientes se acreditan mediante la documentación legal integrada en el Anexo del Capítulo I.

I.2.1.2 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

[redacted]

La documentación Legal del Promovente se integra como **ANEXO Capítulo 1 (Documentación del Promovente).**

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Nombre: GWESD.SC.

[redacted]

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

Nombre: Javier Tonatiuh Martínez Arango

[redacted]

Cédula Professional: 14874414 (Se anexa documentación)

ANEXO Capítulo 1 (Responsable Técnico).

ANEXO Carta responsiva

I.3.3 Correos electrónicos

[redacted]

I.3.3.1 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

[redacted]

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional sin actividad altamente riesgosa del Proyecto "PS Altamirano"** se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental) que el proyecto pudiera ocasionar sobre el medio.



Javier Tonatiuh Martínez Arango
Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.4 Ubicación del proyecto

El PS Altamirano se ubica en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el estado de Veracruz, México, con la latitud 19°6´10.05" y longitud 96°16´38.27", potencia pico instalada (DC) de 188.05 MWp, así como potencia nominal instalada (AC) de 163.80 MWac; PSFV Altamirano contará con 39 transformadores MVS4200MVA, también contará con 39 inversores de POWER ELECTRONICS FS4200M, con trackers 1V56/1V84 (+-60)°, y con 308,280 módulos ASTRO ENERGY CHSM72RNDGF-BH, que inyectarán a la red una potencia (en el punto de interconexión) de 139.00 MWac a través de una línea de transmisión en 230 kV, misma que se conectará a la Subestación Eléctrica CFE Manlio Fabio Altamirano (Existente).

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

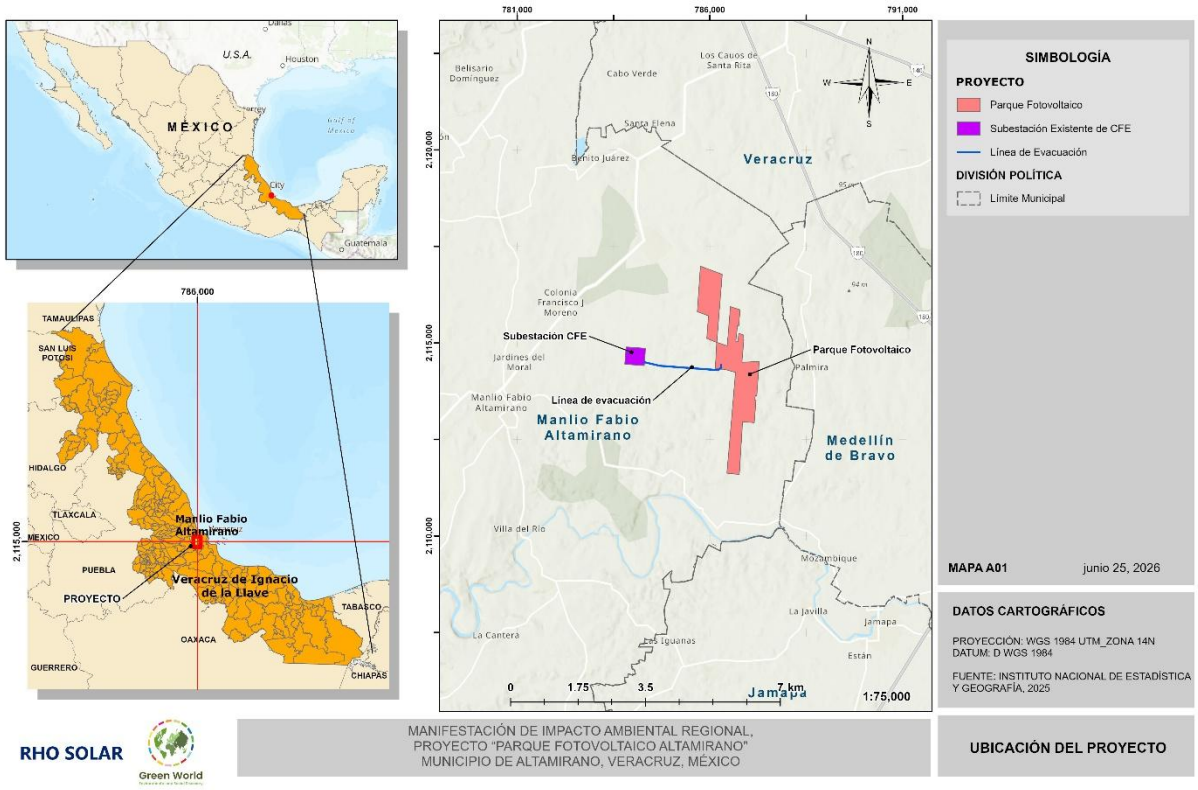


Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto,

El proyecto PS Altamirano se integra de los siguientes componentes:

- Derecho de vía LT
- BESS
- Caminos
- Vallado
- Restricción LT
- Restricción hidrológica
- Paneles
- Retranqueo
- Inversores
- Subestación Eléctrica
- Circuito
- Instalaciones Provisionales

A continuación se presentan las coordenadas de los componentes principales del proyecto PS Altamirano.

Tabla 1. Coordenadas UTM del predio del proyecto.

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		X	Y
Predio	1	786321.047269	2116777.838300
Predio	2	786180.905133	2115015.573720
Predio	3	786449.790948	2114926.360820
Predio	4	786530.353307	2115943.431580
Predio	5	786634.230299	2115908.162930
Predio	6	786782.862056	2115860.870130
Predio	7	786753.504046	2115448.007530
Predio	8	786716.073312	2115451.627500
Predio	9	786673.270383	2115043.781180
Predio	10	786731.107569	2115041.516490
Predio	11	786774.035232	2115654.191980
Predio	12	786902.181924	2115649.958070
Predio	13	786857.869259	2115089.180840
Predio	14	786880.965056	2115089.587660
Predio	15	786832.478127	2114499.665830
Predio	16	787281.483061	2114520.054530
Predio	17	787216.630548	2113630.734840
Predio	18	787177.991804	2113626.557500
Predio	19	787168.099704	2113524.210290
Predio	20	787196.428272	2113514.752520
Predio	21	787153.051338	2112932.221730
Predio	22	786848.511766	2112954.663860
Predio	23	786765.533494	2111590.838270
Predio	24	786440.774527	2111624.440070
Predio	25	786663.183990	2114237.544500
Predio	26	786404.804319	2114307.615490
Predio	27	786139.855165	2114337.395280
Predio	28	786173.207241	2115012.666920
Predio	29	785918.222596	2115114.820250

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		X	Y
Predio	30	785961.920241	2115700.777500
Predio	31	785671.277934	2115809.689650
Predio	32	785754.358316	2116988.044450
Predio	33	786321.047269	2116777.838300

Tabla 2. Coordenadas UTM del DV de la LT del proyecto.

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		X	Y
Derecho de Vía	1	784,710.23593	2,114,422.72091
Derecho de Vía	2	786,207.65776	2,114,311.35050
Derecho de Vía	3	786,272.60778	2,114,361.35783
Derecho de Vía	4	786,272.60786	2,114,433.48371
Derecho de Vía	5	786,288.60782	2,114,433.48372
Derecho de Vía	6	786,304.60777	2,114,433.48371
Derecho de Vía	7	786,304.60782	2,114,345.60966
Derecho de Vía	8	786,217.48544	2,114,278.53128
Derecho de Vía	9	784,705.43558	2,114,390.98957
Derecho de Vía	10	784,297.44970	2,114,484.81898
Derecho de Vía	11	784,301.03578	2,114,500.41191
Derecho de Vía	12	784,304.62189	2,114,516.00487
Derecho de Vía	13	784,710.23593	2,114,422.72091

Tabla 3. Coordenadas UTM de las Torres de la LT del proyecto.

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		X	Y
Torres LT	PLT-01	786,288.49922	2,114,353.51778
Torres LT	PLT-02	786,212.48120	2,114,294.79437
Torres LT	PLT-03	785,963.26303	2,114,313.38372
Torres LT	PLT-04	785,714.04595	2,114,331.97638
Torres LT	PLT-05	785,464.53730	2,114,350.56781
Torres LT	PLT-06	785,215.32210	2,114,369.16697
Torres LT	PLT-07	784,966.10789	2,114,387.76954

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		X	Y
Torres LT	PLT-08	784,707.81956	2,114,406.85050
Torres LT	PLT-09	784,464.17336	2,114,462.77774

Tabla 4. Coordenadas UTM de la Subestación Eléctrica Elevadora del proyecto.

Componente	Vértices	Coordenadas UTM	
		Y	Y
Subestación Eléctrica	1	786,312.61117	2,114,427.49599
Subestación Eléctrica	2	786,256.63378	2,114,427.46669
Subestación Eléctrica	3	786,256.58450	2,114,517.46727
Subestación Eléctrica	4	786,312.56193	2,114,517.49661
Subestación Eléctrica	5	786,312.61117	2,114,427.49599

Cabe señalar que las coordenadas puntuales de los componentes que conforman el PS Altamirano se encuentran anexas de manera digital al presente estudio, se incluyen en su totalidad en formato CSV y Excel para facilitar su consulta.

VER ANEXOS/Capítulo I/ 2. Proyecto/ Coordenadas componentes

En el siguiente mapa se presenta la ubicación de los componentes que conforman el proyecto PS Altamirano.

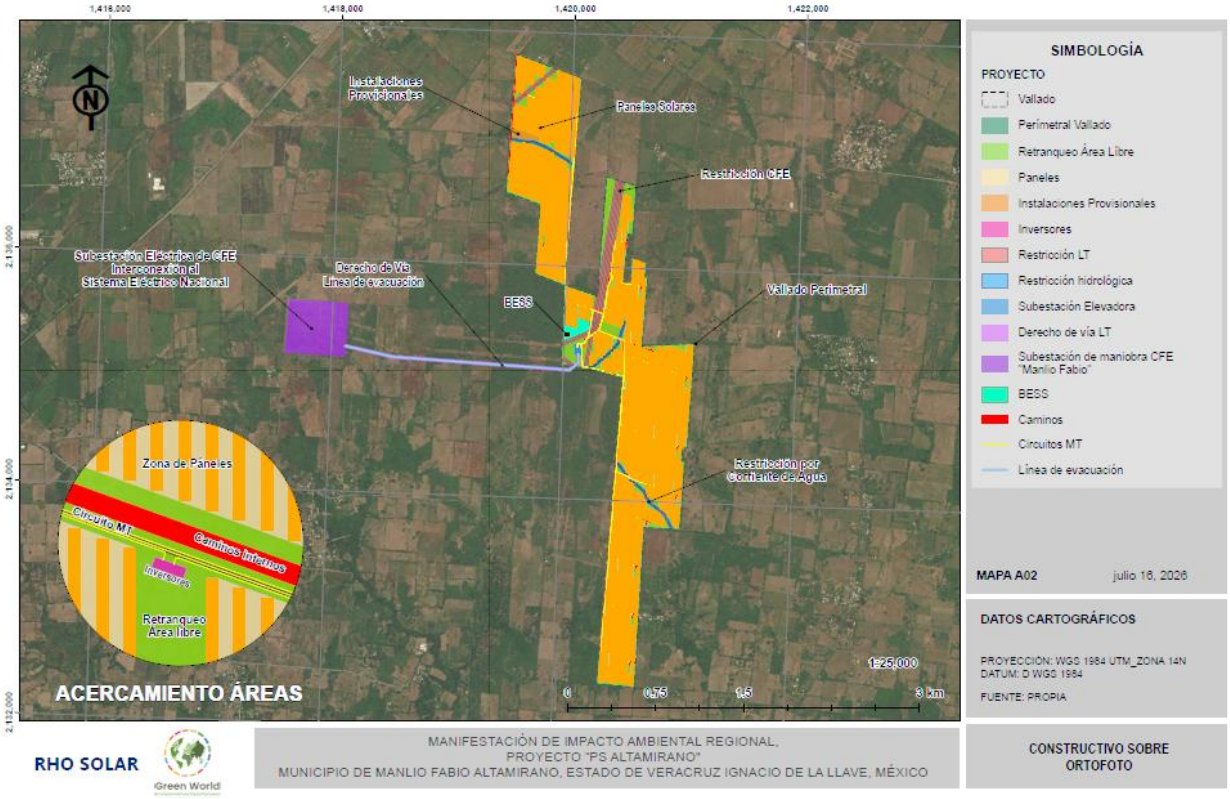


Figura 2. Componentes del proyecto PS Altamirano.

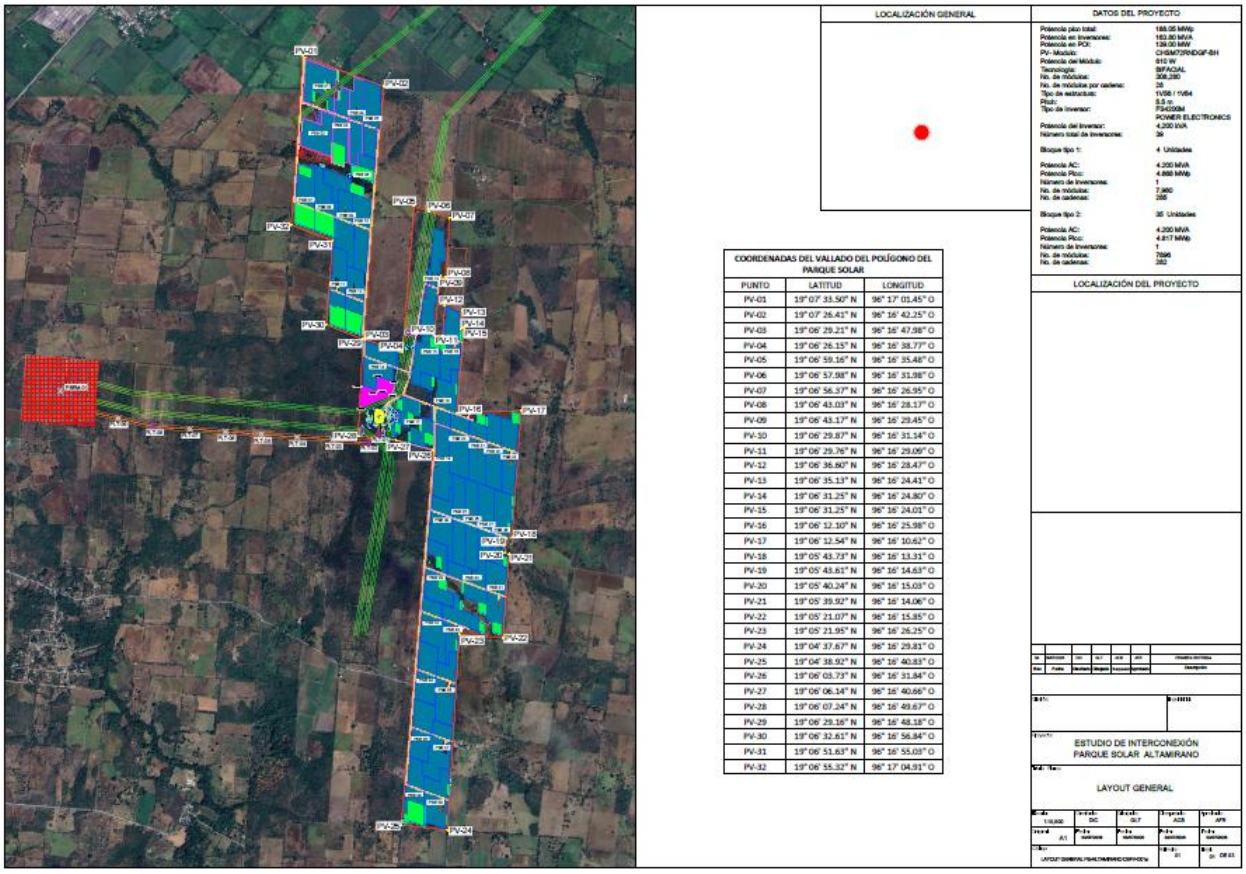
Como anexo se incluye la ubicación del proyecto mediante un archivo tipo KMZ, donde se concentran todos los componentes del proyecto.

VER ANEXOS/Capítulo I/2.Proyecto/kmz_Altamirano

I.5 Descripción especifica de las obras y actividades incluyendo obras complementarias

El Parque Solar Altamirano se ubica en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el estado de Veracruz, México, con la latitud 19°6´10.05" y longitud 96°16´38.27", potencia pico instalada (DC) de 188.05 MWp, así como potencia nominal instalada (AC) de 163.80 MWac; PSFV Altamirano contará con 39 transformadores MVS4200MVA, también contará con 39 inversores de POWER ELECTRONICS FS4200M, con trackers 1V56/1V84 (+-60)°, y con 308,280 módulos

ASTRO ENERGY CHSM72RNDGF-BH, que inyectarán a la red una potencia (en el punto de interconexión) de 139.00 MWac a través de una línea de transmisión en 230 kV, misma que se conectará a la Subestación Eléctrica CFE Manlio Fabio Altamirano (Existente).



COORDENADAS DEL VALLADO DEL POLÍGONO DEL PARQUE SOLAR

PUNTO	LATITUD	LONGITUD
PV-01	19° 07' 33.50" N	96° 17' 01.45" O
PV-02	19° 07' 26.41" N	96° 16' 42.25" O
PV-03	19° 06' 29.21" N	96° 16' 47.98" O
PV-04	19° 06' 26.15" N	96° 16' 38.77" O
PV-05	19° 06' 59.16" N	96° 16' 35.48" O
PV-06	19° 06' 57.98" N	96° 16' 31.98" O
PV-07	19° 06' 56.37" N	96° 16' 26.95" O
PV-08	19° 06' 43.03" N	96° 16' 28.17" O
PV-09	19° 06' 43.17" N	96° 16' 29.45" O
PV-10	19° 06' 29.87" N	96° 16' 31.14" O
PV-11	19° 06' 29.76" N	96° 16' 29.06" O
PV-12	19° 06' 36.80" N	96° 16' 28.47" O
PV-13	19° 06' 35.13" N	96° 16' 24.41" O
PV-14	19° 06' 31.25" N	96° 16' 24.80" O
PV-15	19° 06' 31.25" N	96° 16' 24.01" O
PV-16	19° 06' 12.10" N	96° 16' 25.98" O
PV-17	19° 06' 12.54" N	96° 16' 10.62" O
PV-18	19° 05' 43.73" N	96° 16' 13.31" O
PV-19	19° 05' 43.61" N	96° 16' 14.63" O
PV-20	19° 05' 40.24" N	96° 16' 15.03" O
PV-21	19° 05' 39.92" N	96° 16' 14.06" O
PV-22	19° 05' 21.07" N	96° 16' 15.35" O
PV-23	19° 05' 21.95" N	96° 16' 26.25" O
PV-24	19° 04' 37.67" N	96° 16' 29.81" O
PV-25	19° 04' 38.92" N	96° 16' 40.83" O
PV-26	19° 06' 03.73" N	96° 16' 31.84" O
PV-27	19° 06' 06.14" N	96° 16' 40.66" O
PV-28	19° 06' 07.24" N	96° 16' 49.67" O
PV-29	19° 06' 29.16" N	96° 16' 48.18" O
PV-30	19° 06' 32.61" N	96° 16' 56.84" O
PV-31	19° 06' 51.63" N	96° 16' 55.03" O
PV-32	19° 06' 55.32" N	96° 17' 04.91" O

Figura 3. Layout general del proyecto PS Altamirano.

En los siguientes párrafos se describe de manera general los componentes que integran el proyecto PS Altamirano.

I.5.1 Componentes del proyecto

I.5.1.1 Módulos fotovoltaicos

Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

Existen multitud de módulos, tanto por su configuración eléctrica como por sus características estructurales y estéticas. En general, la asociación de células es encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.

La estructura de los módulos se muestra en la siguiente figura:

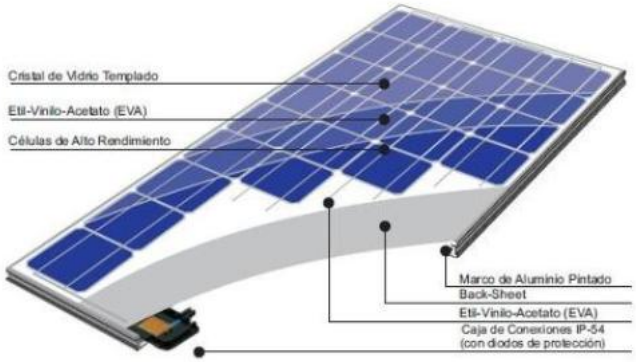


Figura 4. Módulo fotovoltaico

Aparte de las células y los circuitos eléctricos que los unen, los módulos están formados por:

- Marco de aluminio, cuya función es proporcionarle cierta rigidez mecánica
- Junta, protección frente a agentes atmosféricos (humedad, salinidad, etc.)
- Vidrio solar, normalmente templado
- Encapsulado EVA, que le da protección frente a la humedad

- TEDLAR, aislamiento eléctrico y sello contra humedad

El módulo está caracterizado por las curvas de rendimiento, las cuales, en función de la Intensidad y la tensión de estos, se identifica el punto de máxima potencia, según condiciones estándares de funcionamiento, 1000 W/m² de radiación solar y 25ºC de temperatura de célula. Los módulos están preparados para soportar condiciones ambientales extremas.

Las características generales del módulo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Características generales del módulo fotovoltaico.

Concepto	Datos del solicitante
Fabricante	Astro Energy
Modelo	CHSM72RNDGF-BH
Número de paneles en la central	308,280
Potencia nominal (Wp)	610
Voltaje nominal en string (V)	40.98
Voltaje a máxima potencia (Vmp)	43.53
Voltaje de circuito abierto (Voc)	51.80
Corriente de corto circuito (Isc)	14.56
Corriente a máxima potencia (Imp)	14.01
Temperatura máxima y mínima de operación	+85°C / -40°C
Eficiencia (%)	22.6
Dimensiones mm	2384x1134x30

I.5.1.2 String o serie

La conexión en serie de un grupo determinado de módulos, se denomina serie o string. Estas ramas se conectan en una string box o caja de nivel 1. El cableado empleado para dichas conexiones está dimensionado para producir la menor caída de tensión, con secciones típicas de 10 y 8 AWG y son de clase II, quiere decir esto que tiene un doble aislamiento para prevenir los casos en que se produzca un primer defecto. El cálculo del número de módulos que se conectan en serie está determinado por el rango de tensiones de funcionamiento en máxima potencia del inversor, por lo tanto, al conectar en serie los módulos, se irán sumando las tensiones de estos hasta entrar dentro de los rangos adecuados.

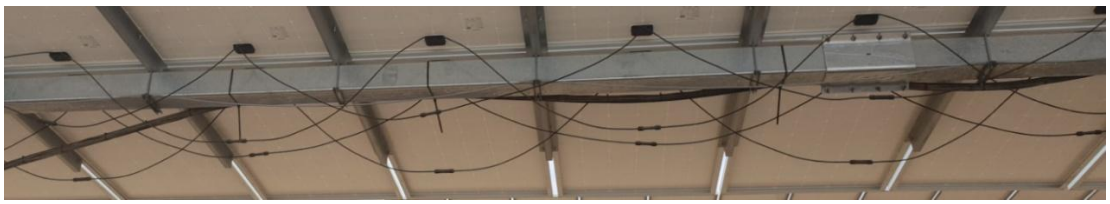


Figura 5. Conexión en serie módulos fotovoltaicos.

I.5.1.3 Caja de conexiones de los módulos fotovoltaicos

Es el circuito de conexión donde se agrupa las llegadas eléctricas que conectan las células solares dentro del módulo fotovoltaico, para dar la salida a la corriente generada y poder conectarlos en serie con otros módulos formando las series. Los circuitos se agrupan en paralelo, dando salida a un circuito en corriente continua.

La caja de conexiones debe ser completamente hermética, grado IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

I.5.1.4 Conectores

Son los elementos que permiten la conexión de unos módulos fotovoltaicos con otros, permitiendo la formación de las series. Los conectores son un elemento muy importante en la planta, ya de que su correcto funcionamiento depende parte de la eficiencia de la planta. Los conectores deben de ser de material de clase II (doble aislamiento). Los conectores deben estar perfectamente cerrados, no dejando resquicios que den lugar a la entrada de polvo y humedad en su interior, para evitar la degradación de estos, arcos eléctricos y que quemen el conector dando lugar a cortocircuitos.

I.5.1.5 Trackers

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre una estructura metálica portante que se apoya en el suelo y que constituye el soporte de estos, denominada tracker. La estructura soporte deberá estar garantizada contra la corrosión por un periodo mínimo de 25 años según normativa ISO 14713 C3 y 30 años según ISO 14713 C2.

La estructura de los módulos fotovoltaicos se posicionará de acuerdo con la orientación e inclinación óptimas y agrupados en strings. El modelo de estructura a instalar en esta planta fotovoltaica es el 1V56/1v84. En la siguiente figura se puede ver la gran diversidad de configuraciones en cuanto a la disposición de módulos que existen tanto para estructuras fijas monoposte como biposte.

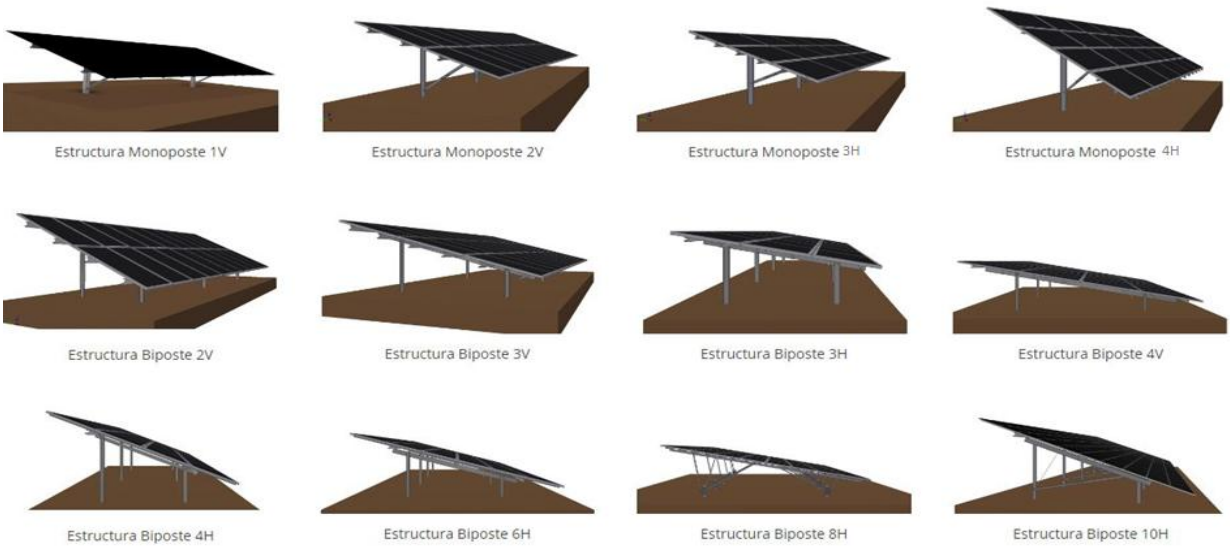


Figura 6. Estructura metálica portante.

El montaje de los módulos fotovoltaicos en los seguidores se realiza mediante elementos de unión atornillados. Las estructuras fotovoltaicas (tanto fijas como seguidores) pueden usar distintos tipos de cimentación para adaptarse a las características del terreno.

Todas las estructuras fijas o seguidores estarán diseñadas para resistir el peso propio de los módulos, las sobrecargas de viento y de nieve. El material utilizado para su construcción será de acero galvanizado en caliente, con lo que la estructura estará protegida contra la corrosión.

Las cimentaciones se deben diseñar de acuerdo con el informe geotécnico del sitio, en donde la clasificación del terreno se definirá si es agresiva o no para el acero, esto de acuerdo con el informe de ensayos de carga (pull-out test), las condiciones ambientales del sitio, los criterios de diseño y los requisitos del fabricante.

Los cálculos de dichas cimentaciones deberán ser acordadas con el proveedor del tracker y estarán sujetos a aprobación y revisión por parte del cliente.

El fabricante del tracker deberá suministrar los datos necesarios para la realización de dichos cálculos:

- Cargas en el empotramiento con los distintos perfiles del proyecto, se deberán suministrar los cálculos en detalle indicando las cargas.
- Estructuras expuestas y a resguardo

A continuación, se muestran algunos criterios para el diseño del tracker que mínimamente se considera:

Tabla 6. Criterios para el diseño del tracker.

Parámetro	Definición
Configuración	Tracker monofila horizontal, fila independiente En función de las limitantes del terreno se considerará la longitud del tracker
Distancia mínima de diseño (m)	0.5m
Distancia mínima transmisión a suelo (m)	A determinar según fabricante
Ángulo de giro mínimo	+/- 60º
Pitch (m)	Pitch óptimo 5.5m. Parámetro en función del terreno.
Sistema de comunicación	----------

I.5.1.6 Inversor

El inversor es un dispositivo eléctrico que convierte corriente continua en corriente alterna a una determinada frecuencia mediante un puente IGBT, el cual produce pulsos secuenciales en la corriente continua, los cuales dan lugar a una onda de tipo senoidal, siendo esta la corriente alterna. El inversor funciona mediante seguimiento del punto de máxima potencia en cada momento, de forma que optimiza los valores de entrada de intensidad y tensión en corriente continua. En su interior la llegada es en corriente continua, conectado a un interruptor, el cual es controlado por el inversor. También lleva asociado un sistema de protección a la salida de alterna el cual abre el circuito en caso de fallos o fluctuaciones en la línea.

Los inversores deberán estar diseñados para:

- Operar a una tensión máxima de corriente continua de 1,500 Vdc
    - Potencia nominal: según el contratista
- Los inversores deberán tener un rendimiento mínimo según IEC 61683 de:
    - La frecuencia de salida será de 50-60Hz.
- Los inversores deberán ser capaces de ser monitorizados, con control remoto y conexiones de PC para la obtención de datos, análisis y control (MODBUS). El sistema de monitorización debe comunicar como mínimo la siguiente información:
    - Entradas: Tensión DC, intensidades, potencia de cada inversor.
    - Salida AC BT (entre el inversor y el transformador): tensiones, intensidades, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y energía reactiva. Medidas internas del inversor.
    - Parámetros de funcionamiento del inversor (temperaturas, estado de la ventilación…)
    - Alarmas y disparos.
- El Inversor debe incorporar unas protecciones mínimas:
    - Sobrecarga
    - Corto circuito
    - Tensión AC baja/alta: Instalación de SPDs (Protector contra sobretensiones) en el lado AC.
    - Pérdida/restauración de tensión AC
    - Frecuencia de red Alta/Baja

- Tensión alta del Bus DC: Instalación de protección contra sobretensiones en el lado DC.
- Fallas Internas
- Protección contra sobre temperatura: Sistema de control automático que permita limitar la potencia de salida si las condiciones son adecuadas para disminuir el calor generado por el propio inversor

- Los armónicos de la corriente de salida deberán estar por debajo del 3% de la distorsión armónica total (THD) de la potencia nominal de salida
- Los inversores deberán trabajar en el algoritmo del seguimiento del punto máximo de potencia (MPPT) para optimizar la eficiencia del inversor en todo el rango de salida del módulo fotovoltaico para las condiciones de diseño del sitio propuesto. Deberá tener igualmente sistemas de protección anti-isla. Estos sistemas deben estar perfectamente adaptados al comportamiento variable con la temperatura de los módulos fotovoltaicos
- Conformidad electromagnética: los inversores deberán cumplir con la conformidad EMC FCC, Parte 15, Clase A.
- Los inversores deberán cumplir con la normativa IEC
- Nivel de protección: IP-20 interiores / IP 65 exteriores
- Sistema de ventilación: aire natural o forzado (se pueden requerir cálculos justificativos)
- Bucles de control:
  - Control de Potencia reactiva (VAR constante, FP constante, regulación de tensión
  - Regulación de frecuencia
  - Punto establecido de reducción de potencia

- Control de Q por la noche

Las características generales del inversor se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Características generales del inversor.

Concepto	Datos del solicitante
Fabricante	Power Electronics
Modelo	FS4200M
Número de inversores en la central	39
Output	
Potencia de salida de CA (kVA/kW) a 40 °C	4200
Tensión de red de funcionamiento (V CA)	34.5kV ±10%
Frecuencia	60 (Hz)
Distorsión armónica de corriente (THDi)	<3% por IEEE519
Factor de Potencia (Coseno phi)	0,5 en adelanto... 0,5 en atraso (ajustable) / Inyección de potencia reactiva durante la noche
Input	
MPPT a plena potencia (VCC)	934V-1500V
Máximo voltaje de entrada V	1500 V
Número de entradas PV	Hasta 40
Máxima corriente de entrada	4590 A
Máxima corriente de corto circuito DC	6940 A
Eficiencia y Alimentación Auxiliar	
Eficiencia (máx.) (η) (preliminar)	97.80% incluye el transformador de media tensión
CEC (η) (preliminar)	97.51% incluye el transformador de media tensión
Potencia AC	320@40°C
Conexión de Fases	3
Consumo de energía máximo (kVA) (preliminar)	20kVA
Gabinete	
Dimensiones mm (preliminar)	1148x779x371
Peso (preliminar)	14000
Tipo de ventilación	Enfriamiento por aire forzado
Ambiente	
Grado de protección	Nema 3R

Concepto	Datos del solicitante
Temperatura ambiente permisible	-30°C a 60°C/ Reducción de potencia activa por encima de 50°C
Humedad relativa	4% al 100% sin condensación
Máxima altitud de operación	2000m
Nivel de ruido	<79 dBA
Interfaz de control	
Protocolo de Comunicación	Modbus TCP
Comunicación de Controlador de planta	Opcional
Interruptor de encendido/apagado con llave	Standard
Protección	
Protección contra fallas a tierra	Dispositivo de monitoreo de GFDI y aislamiento
Protección general de CA	Aparamenta de media tensión (Confugurable).
Protección general de DC	Fusibles
Protección contra sobretensiones	Inversor de CA/DC y alimentación auxiliar tipo 2
Certificaciones	
Seguridad	UL 1741, CSA 22.2 No 107.1-16
Cumplimento	NEC 2017
Interconexión de red eléctrica	IEEE 1547.1-2005/UL 1741 SA-Feb. 2018



Figura 7. Inversor FS4200M.

I.5.1.7 Transformador de los Inversores PV

Los transformadores utilizados 4.200kVA similares o equivalentes están distribuidos por el parque solar y cada subcampo contara con uno, el cual debe de ir en el centro de cada subcampo para minimizar perdidas de los sistemas de cableado, los transformadores deben de tener acceso mediante los caminos internos, deben estar sobre cimentaciones diseñadas acorde a los equipos. Los inversores se encuentran dentro del equipo, ya que es un sistema centralizado. Para posteriormente elevarla de tención y poder inyectarla a la subestación Altamirano.

Tabla 8 Características generales del transformador.

Concepto	Datos del solicitante
Fabricante	Power Electronics
Modelo	FS4200M
Número de transformadores	39
Capacidad nominal por clase de enfriamiento (ONAN, ONAF, ONAFII) (Kva)	4200 kVA @ 40°C
Tensión nominal de cada devanado (kV)	34.5/34.5
Conección de Devanados	Dy11y11
Impedancia	8%(0-±10%) @4200kVA
Máxima potencia del transformador (kVA)	4200
Tipo de enfriamiento de los transformadores	ONAM
Tipo de aceite	Aceite mineral (Libre PCB o aceite degradable bajo pedido
Máxima altitud de operación	2000 m
Comunicación	Modbus TCP, RS485, Ethernet, Fibra óptica



Figura 8 Transformador FS4200M.

I.5.2 Desarrollo de diseño PV

El PS Altamirano cuenta con dos bloques tipo, el bloque tipo I en color rosa es de 285 strings (con 4 inversores), el bloque tipo II en color azul es de 282 strings (con 35 inversores). El parque solar Altamirano cuenta con un total de 39 bloques. Cuenta con una distribución de 8 circuitos para la Red de media tensión. Vallado perimetral, caminos internos, subestación, edificios O&M, campamentos de faena entre otros.

Bloque tipo 1:	4 Unidades
Potencia AC:	4.200 MVA
Potencia Pico:	4.868 MWp
Número de inversores:	1
No. de módulos:	7,980
No. de cadenas:	285
Bloque tipo 2:	35 Unidades
Potencia AC:	4.200 MVA
Potencia Pico:	4.817 MWp
Número de inversores:	1
No. de módulos:	7896
No. de cadenas:	282

I.5.2.1 Red de Media tensión.

Todos los bloques tipo tendrán asociado un centro de transformación de 0.8/34.5 kV. Las celdas de interconexión y protección estarán situadas en la base del transformador. En la siguiente figura se muestra la red de media tensión.

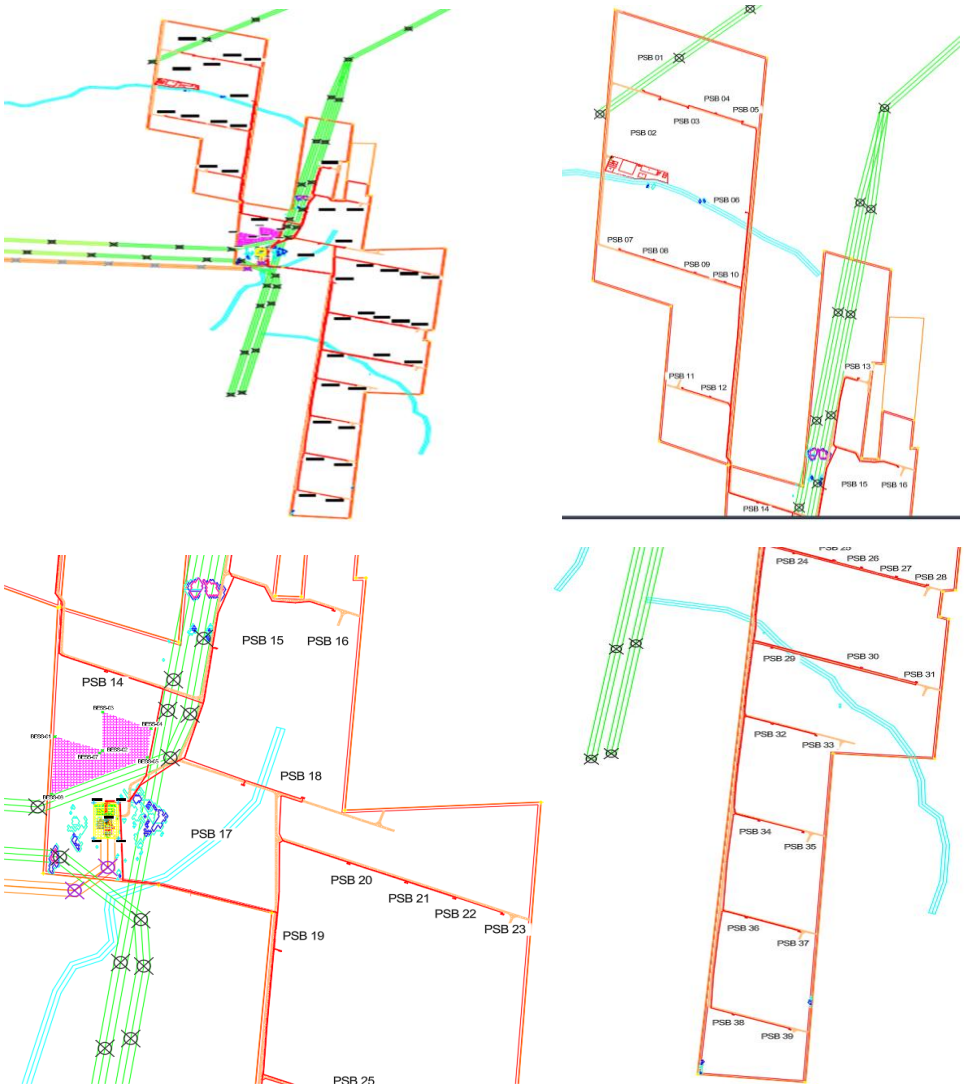


Figura 9. Red colectora de media tensión de parque solar Altamirano.

La red colectora de 34.5 kV comprende desde los terminales interiores de las celdas de entrada de la subestación Altamirano, hasta los terminales interiores de las celdas de entrada de cada centro de transformación.

Se ha previsto la ejecución de una red de 34.5 kV, constituida por 8 circuitos para la evacuación de la energía generada por los centros de transformación conforme a la siguiente distribución:

Tabla 9. Distribución de centros de transformación por circuitos.

NUMERO DE CIRCUITO	SUB-RAMALES		DISTANCIA ENTRE CT	Potencia total
	DE	A	[m]	[KVA]
CIRCUITO-01	SET	PSB-06	1961	20,800
	PSB-06	PSB-10	420	16,600
	PSB-10	PSB-09	132	12,400
	PSB-09	PSB-08	182	8,200
	PSB-08	PSB-07	150	4,200
CIRCUITO-02	SET	PSB-05	2423	20,800
	PSB-05	PSB-04	120	16,600
	PSB-04	PSB-03	130	12,400
	PSB-03	PSB-02	126	8,200
	PSB-02	PSB-01	94	4,200
CIRCUITO-03	SET	PSB-16	1044	20,800
	PSB-16	PSB-13	663	16,600
	PSB-13	PSB-14	983	12,400
	PSB-14	PSB-12	623	8,200
	PSB-12	PSB-11	124	4,200
CIRCUITO-04	SET	PSB-15	579	16,600
	PSB-15	PSB-17	483	12,400
	PSB-17	PSB-18	163	8,200
	PSB-18	PSB-23	756	4,200
CIRCUITO-05	SET	PSB-22	1292	20,800
	PSB-22	PSB-21	132	16,600
	PSB-21	PSB-20	155	12,400
	PSB-20	PSB-19	479	8,200
	PSB-19	PSB-25	583	4,200
CIRCUITO-06	SET	PSB-26	1415	20,800
	PSB-26	PSB-27	129	16,600

NUMERO DE CIRCUITO	SUB-RAMALES		DISTANCIA ENTRE CT	Potencia total
	DE	A	[m]	[KVA]
	PSB-27	PSB-28	116	12,400
	PSB-28	PSB-24	459	8,200
	PSB-24	PSB-30	878	4,200
CIRCUITO-07	SET	PSB-31	2057	20,800
	PSB-31	PSB-29	500	16,600
	PSB-29	PSB-33	627	12,400
	PSB-33	PSB-32	158	8,200
	PSB-32	PSB-35	751	4,200
CIRCUITO-08	SET	PSB-34	2350	20,800
	PSB-34	PSB-37	773	16,600
	PSB-37	PSB-36	188	12,400
	PSB-36	PSB-38	587	8,200
	PSB-38	PSB-39	197	4,200

I.5.2.2 Red de Baja Tensión

En la siguiente figura se muestran los bloques tipo I y II con el tendido de BT, el bloque tipo1 corresponde a cableado del CT-03 y bloque tipo II para el CT-26, el tendido des mostrado. Los tendidos son los siguientes:

Nivel 1. Es el nivel considerado en color azul y es el que va recolectando todo los strings hasta llegar al inversor.

Nivel 2. Es considerado en color rojo y es el cable de la salida de las cajas combinadoras a la llegada de los centros de transformación que se encuentra en cada CT.

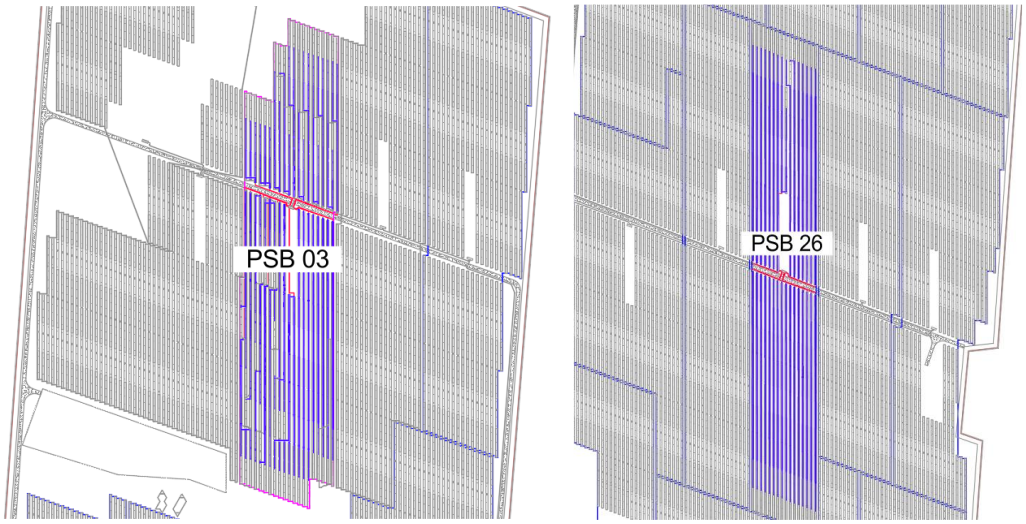


Figura 10. Layout con tendido BT para los dos bloques tipo.

I.5.2.3 Zanjas PV

En la figura tal se muestra el trazado de zanjas MT para la planta Altamirano.

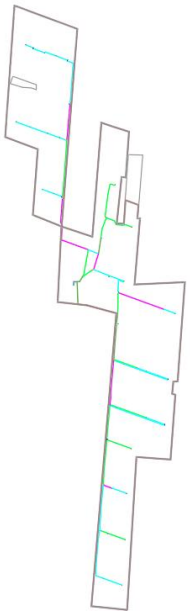


Figura 11. Red colectora de media tensión.

I.5.2.3.1 Zanjas MT

El cableado de MT que interconectará los transformadores entre sí, y estos con la subestación de la planta solar, incluyendo el tendido de la fibra óptica adecuada, se realizará mediante el siguiente tipo de canalizaciones subterráneas en tubos separados de diferentes tamaños según el uso de secciones de cableado:

- Las Zanjas de MT son de 1 m de profundidad y ancho variable, m mínimo. La primera capa se cubrirá con 10 cm de arena sobre la que se apoyarán los cables directamente enterrados sin blindaje ni conductos. Luego se cubre con arena sobre la cual se colocarán láminas de plástico sin halógenos (PE) como protección mecánica. La última capa de 70 cm puede estar con la misma superficie terrestre. El voltaje del cable es de 18/30 kV (36 kV)

En todos los casos, se colocará otra capa encima, con tierra de la excavación de 20 cm de espesor, apisonada de forma manual y libre de escombros. En esa capa, se instalará la cinta de señalización, para indicar la presencia de cables durante un eventual trabajo de excavación.

Cuando el tendido de cables se lleve a cabo en conductos, se instalarán cámaras de inspección en los cambios de dirección o cada 100 m en el tendido en línea recta. Las cámaras de inspección serán prefabricadas de hormigón o plástico, sin fondo, para favorecer la filtración del agua. Una vez tendidos los cables, la cámara se llenará de arena, cubriendo su borde superior en 10 cm para amortiguar las vibraciones que puedan transmitirse desde la calzada. Por encima de esa capa de arena, se rellenará con tierra tamizada compactada hasta la altura requerida según el acabado superficial correspondiente.

Las tuberías se sellarán con material de espuma expansible para que el cable quede ubicado en la parte superior del tubo. La ubicación de los tubos en la cámara debe ser la que permita el radio máximo de curvatura.

El tendido de cables de MT se realizará directamente enterrado.

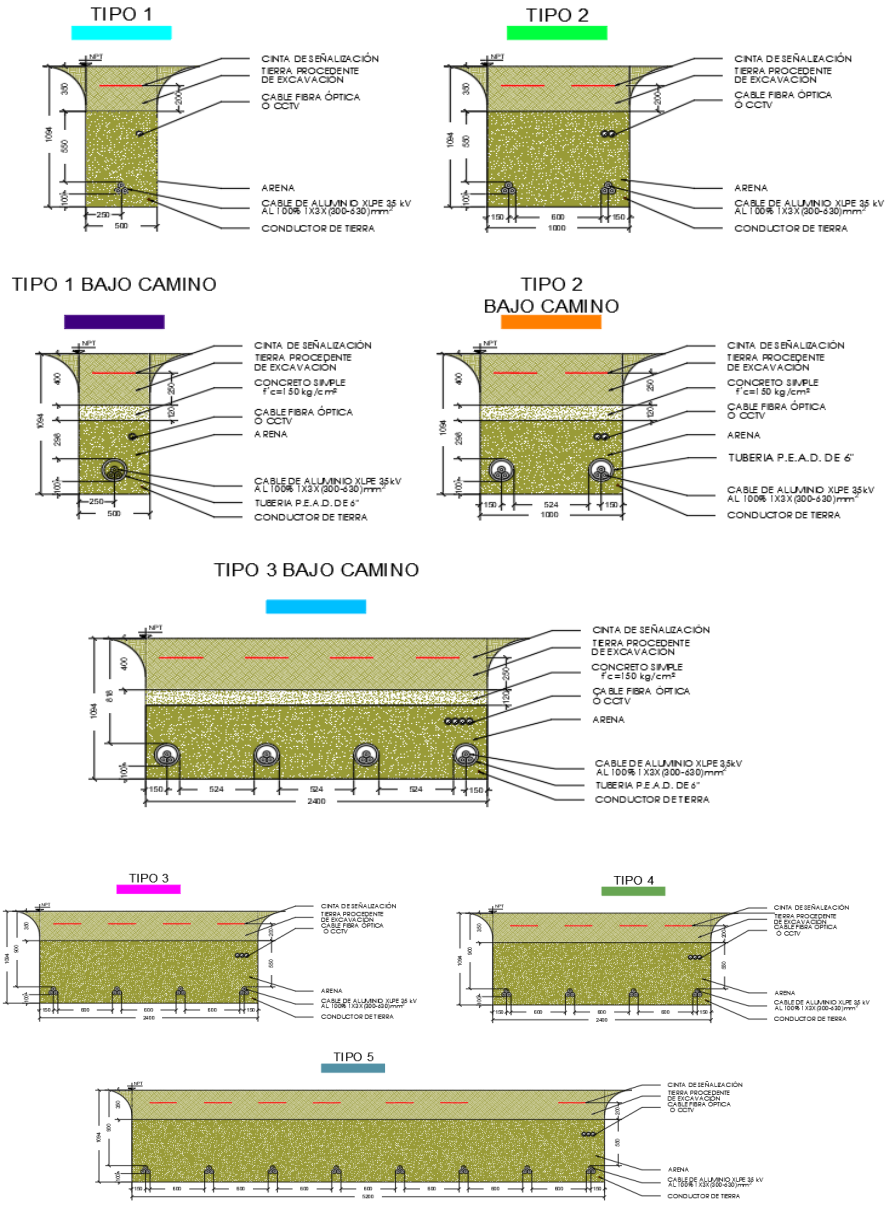


Figura 12. Detalle de Zanja tipo MT directamente enterradas y bajo camino.

Todas las zanjas necesarias para la instalación de cableado de corriente continua y alterna, así como las necesarias para la seguridad y los sistemas de puesta a tierra están instaladas de acuerdo con las regulaciones apropiadas.

Los cables de alimentación deberán estar separados tanto como sea posible de los cables de comunicación para eliminar cualquier posibilidad de interferencia eléctrica con circuitos de control / comunicación.

El fondo de la zanja deberá estar nivelado y libre de piedras o cualquier objeto extraño o residuo de construcción. La excavación deberá hacerse a través de medios adecuados, ya sean manuales o mecánicos. El material procedente de la excavación se apilará al lado de la zanja de manera que no pueda caer de nuevo a la misma.

Las zanjas serán rellenadas en una primera fase con arena y luego en una segunda fase con el material compacto procedente de la excavación de dicha zanja, tendiendo una cinta de señalización de polietileno a lo largo de toda la longitud de los cables. En la tabla 7 se deja el resumen de área que se debe utilizar en las zanjas MT.

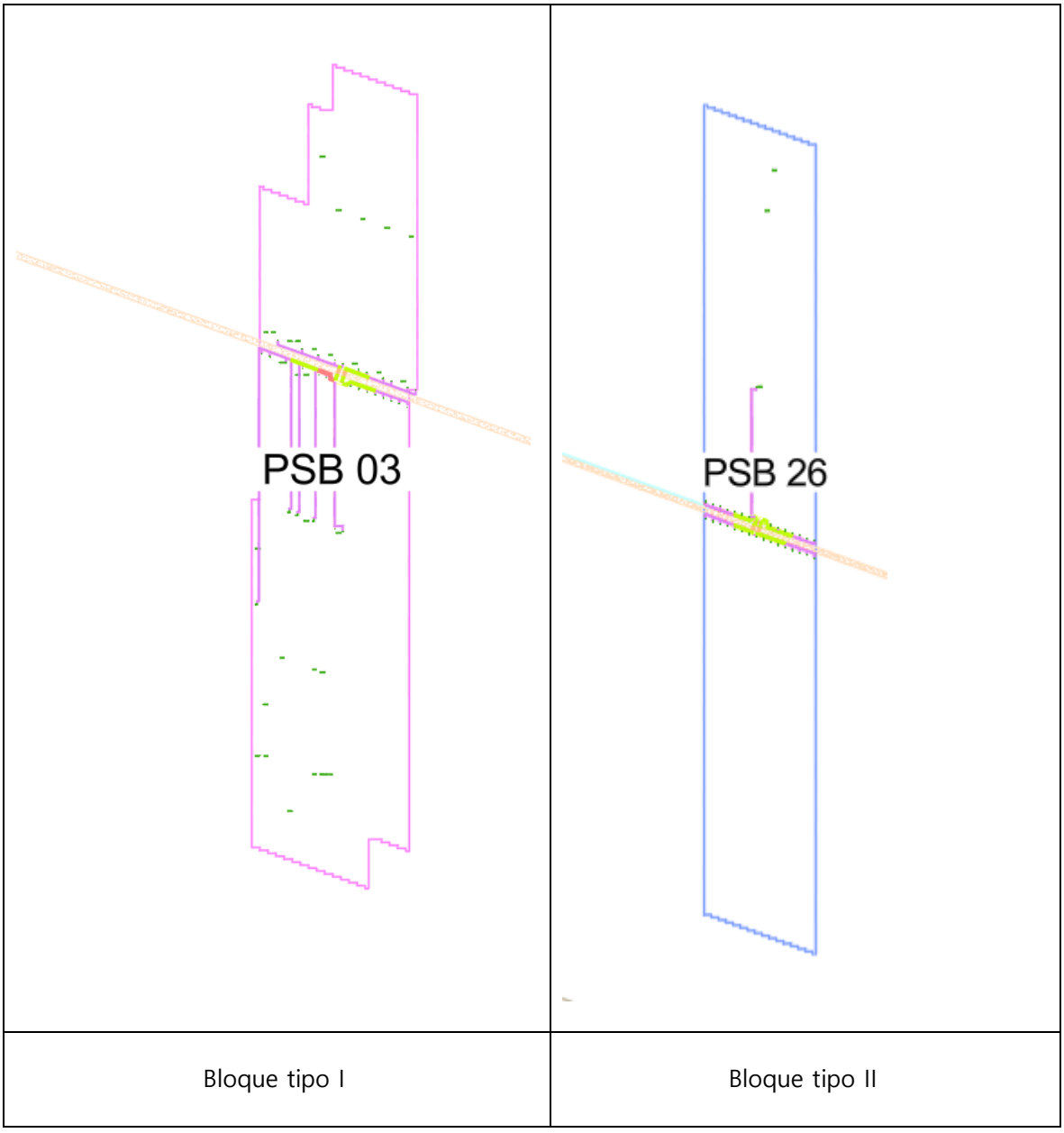
Tabla 10. Área (m2) de las zanjas MT dentro del parque.

Tipo de Zanja	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)
Zanja MT Tipo 1	4901.66	0.50	2450.83
Zanja MT Tipo 2	3621.13	1.00	3621.13
Zanja MT Tipo 3	1982.91	1.70	3370.95
Zanja MT Tipo 4	1180.15	2.40	2832.35
Zanja MT Tipo 5	58.98	5.20	306.69
Zanja MT BC Tipo 1	94.08	0.50	47.04
Zanja MT BC Tipo 2	77.66	1.00	77.66
Zanja MT BC Tipo 3	8.16	2.40	19.59

I.5.2.3.2 Zanjas BT

En la siguiente figura se muestra la implantación de zanjas BT para los CT-01 y CT-29, en el Nivel 1 existirán cruces de tracker a trackers de acuerdo al tipo de configuración que se tenga para cada inversor, también se deben utilizar las zanjas en nivel 1 en el tramo de la salida de los trackers a la llegada de los inversores, es recomendable que estos cables de nivel 1 vayan en tubo para su protección, ya que si son de cobre son propensos al robo de

cable y también al ser cables son más delgados son más propensos a dañarse con algún elemento del terreno natural. Las zanjas para el cable de nivel 2 son para la transición de la salida de los inversores a cada transformador.



Bloque tipo I	Bloque tipo II

Figura 13 Bloques tipo de zanjas de baja tensión.

En la siguiente figura se muestran los detalles de las zanjas implantadas en los CT-01 y CT-29, para nivel 1 y nivel 2. Las zanjas BT deben cumplir con los requerimientos que se han mencionado en la sección de zanjas MT, y bajo las normas mexicanas más actuales.

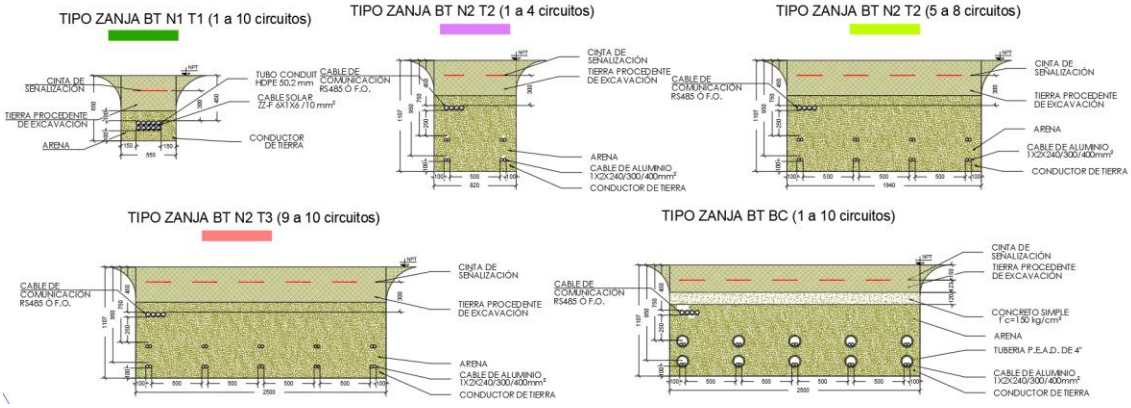


Figura 14. Detalle de Zanja tipo BT directamente enterradas y bajo camino.

A continuación, se muestra el área utilizada de las zanjas BT en el parque solar Altamirano.

Nota: Estas cantidades contemplan el bloque tipo 1 el cual consta de 4 subcampos, y el bloque tipo 2 de 35 subcampos.

Tabla 11. Área (m2) de las zanjas BT dentro del parque.

Tipo de Zanja	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)
Zanja BT N1 T1	1357.21	0.55	746.47
Zanja BT N2 T2	11493.77	0.82	9424.89
Zanja BT N2 T3	3559.54	1.94	6905.50
Zanja BT N2 T4	54.65	2.50	136.62
Zanja BT BC N2 T6	308.10	1.94	597.71

I.5.3 Trabajos civiles PV

I.5.3.1 Caminos

Comprende la ejecución de todas las superficies de rodamiento destinadas al tránsito dentro del proyecto, incluyendo los caminos de acceso y los viales internos tanto del Parque

Fotovoltaico como del Centro de Interconexión. Asimismo, considera la realización de las obras de drenaje pluvial, así como las obras de protección y obras de arte necesarias para asegurar la estabilidad, funcionalidad y conservación de dichas vialidades.

I.5.4 Vías de Acceso

Para ingresar al Parque Solar Altamirano se utilizará como vía de acceso el camino de terracería desde el entronque con la carretera Palmira, cerca de la comunidad de Cedral en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. La vía de acceso tiene un ancho de corona de 4 m y una velocidad de diseño de 30 km/h; El recorrido hasta la planta es de aproximadamente 2.9 km.



Figura 15. Acceso desde la carretera Palmira

Como alternativa de acceso, se puede considerar la ruta desde la carretera Peñuela-Santa Rita, en la localidad de Loma Mata en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Esta ruta de acceso alterno tiene una longitud aproximada de 1.9 km desde donde entronca con la carretera Peñuela -Santa Rita hasta el acceso al parque solar.



Figura 16. Acceso desde la Carretera Peñuela Santa Rita

I.5.5 Viales de Acceso

Se proyecta un vial de acceso para el ingreso al parque solar con las siguientes características preliminares (sujetas a cambios o modificaciones técnicas):

- Longitud aproximada: 1,587.99 m
- Ancho de corona: 4 m
- Estructura: Conformada por capas de base y subbase.



Figura 17. Vial de Acceso

Se deberá realizar un estudio geotécnico del camino de acceso y de la intersección para conocer el estado actual (sondeos, calicatas y ensayos de laboratorio). Con base en los resultados se definirá el tratamiento de rehabilitación correspondiente. Como medidas de mejoramiento común podrán considerarse:

- Escarificado, conformación y compactación del material existente
- La reposición o sustitución de materiales no aptos
- La incorporación de material granular seleccionado
- La instalación de geo sintéticos para refuerzo
- Estabilización química
- Sustitución de material blando o saturado
- Mejoramiento del drenaje superficial y trasversal existente

Los materiales y procedimientos constructivos deberán cumplir con las normas N-CTM aplicables de la SICT para materiales de terracerías y pavimentos.

Asimismo, se deberá considerar la adecuación de la intersección con el camino de terracerías conforme a los lineamientos aplicables de la SICT y los permisos ante la institución correspondiente. La intersección deberá contar con sus respectivos carriles de deceleración y aceleración, radios mínimos de curva, carriles con el ancho adecuado para el cambio de velocidad, así como el señalamiento horizontal y vertical correspondiente, solo si aplica.

De acuerdo con la Red Nacional de Caminos, en el camino de terracería con el que entronca el acceso a la planta, la velocidad máxima es de 30 km/h, mientras que en el enlace se proyecta una velocidad de 10 km/h. En consecuencia, el radio mínimo de curva para la intersección será de 45 m. Por lo que no se consideran carriles de aceleración/desaceleración. Esto, de acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras (2018), conforme a la Tabla VIII.2: Longitudes de los carriles de cambio de velocidad.

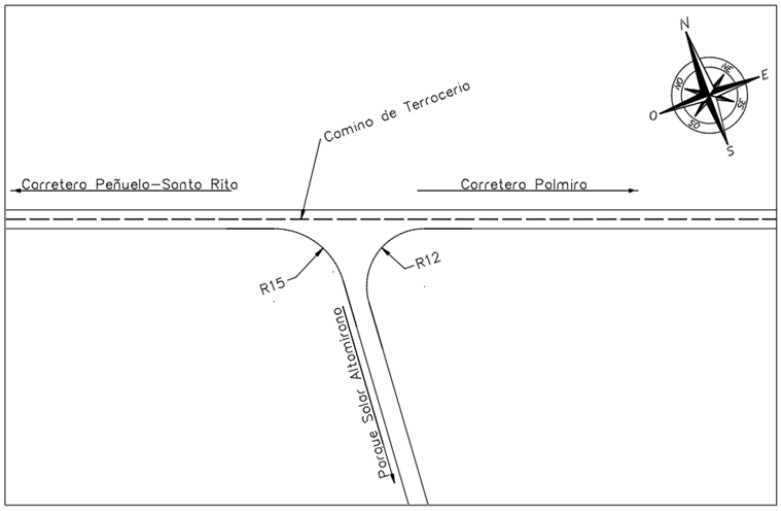


Figura 18. Diagrama de Intersección con Camino de terracería.

I.5.5.1 Viales Internos

Para conectar el Parque Solar Altamirano se diseñarán 13 caminos internos y 11 retornos con un ancho de 4 metros de capa de rodamiento y radios de curvatura de 10 m. A este ancho se deberá sumar el ancho de taludes y cunetas que puedan surgir del diseño, lo cual podría aumentar el derecho de vía hasta 8 metros. Los caminos consideran un sistema de bombeo con una pendiente mínima del 2%, y radios de giro adecuados para las maniobras de vehículos. Además, de ser transitables durante toda la etapa de mantenimiento, evitando la acumulación de agua en su superficie.

Es importante mencionar que el trazado de los viales es condicionado por diferentes factores como son; especificaciones de diseño, ubicación de skid (transformadores e inversores), disposición de los trackers, orografía, escurrimientos e infraestructuras existentes, etc.

Los parámetros empleados en el diseño de los caminos permiten la correcta circulación de los vehículos de instalación y mantenimiento, considerando que las rasantes de los viales internos se diseñan, en la medida de lo posible, lo más cercanas al Terreno Natural (TN), con el objetivo de minimizar el movimiento de tierras, respetando siempre las pendientes longitudinales admisibles y sin comprometer la seguridad ni el correcto funcionamiento de los vehículos que transitan por ellos.

Parámetros de diseño:

- Radio de curvatura mínimo 9 m
- Pendiente longitudinal máx. 10%
- Pendiente longitudinal mín. 0.5%
- Ancho de camino 4 m
- Talud de terraplén 1.5 H: 1.0 V
- Talud de corte 1.0 H: 1.0 V

I.5.5.1.1 Sección Tipo

La siguiente sección tipo representa un corte en balcón, donde se tiene corte y terraplén



Figura 19. Sección tipo en balcón.

Los materiales empleados en la conformación de los caminos deberán cumplir con las especificaciones técnicas vigentes aplicables y con la normativa correspondiente. En aquellos tramos donde las condiciones topográficas o geotécnicas lo requieran, se evaluará la aplicación de técnicas de estabilización del suelo con el fin de garantizar la estabilidad y el desempeño estructural de los viales. La composición granulométrica y el espesor de las capas que conforman los caminos se definirán en función de las características de los vehículos que transitarán por ellos y de las condiciones geológicas del terreno. Para los caminos asociados a la planta solar, se contempla de manera típica una estructura a nivel de terracería, compuesta

por capas de base y subbase, con espesores aproximados de 15 cm y 20 cm respectivamente, compactadas hasta alcanzar al menos el 95 % de la densidad Proctor.

I.5.6 Banco de Materiales

Para definir el diseño y dimensionamiento estructural de las capas de terraplén, subbase y base para el proyecto. Los materiales requeridos para la conformación de estas secciones se pueden extraer de bancos de préstamo seleccionados, garantizando estrictamente que sus propiedades físicas y mecánicas cumplan con los estándares de calidad, coeficientes de variación y especificaciones técnicas estipuladas en el estudio geotécnico que se desarrollara en etapas posteriores.

Los posibles bancos de préstamo seleccionados para las distintas etapas de construcción, junto con sus distancias de acarreo al parque solar, se detallan a continuación:

Tabla 12. Bancos de Préstamo.

Banco de Préstamo	Distancia al acceso (km)	Material Apto	Ubicación
Rio Seco	105.0	Base, Subbase y Terraplén	KM. 104+000 D/I 6000 M., DE LA CARR.: CÓRDOBA-VERACRUZ
Alsa	17.2	Subbase y Terraplén	KM. 84+000 D/D 3300 M. DE LA CARR.: XALAPA - VERACRUZ
El Moralito	65.2	Base	KM. 56+000 D/I 500M, CARR.: CORDOBA - VERACRUZ

Fuente: Inventario Nacional de Bancos de Materiales (Listado Bancos Material)

I.5.7 Obras de Drenaje

Para la construcción de la planta solar, se desarrolla un estudio hidrológico de la zona de influencia con el objetivo de determinar el caudal de diseño e identificar los escurrimientos naturales o artificiales que inciden sobre la plataforma del proyecto. Con base en los resultados obtenidos, se define la ingeniería de detalle del sistema de drenaje pluvial,

considerando el diseño de obras de captación, conducción, desvío y protección perimetral del predio, con el fin de salvaguardar las instalaciones.

El análisis preliminar de la zona del proyecto identifica microcuencas de extensión reducida con escurrimientos asociados a pendientes moderadas, situadas en un rango de entre 2.00% y 5.00%. Debido a estas condiciones topográficas, el flujo pluvial tiende a concentrarse de forma progresiva, requiriendo un sistema de captación y conducción eficiente mediante cunetas, canales y vados para evitar afectaciones por erosión o encharcamientos. Cabe destacar que, a fin de determinar con certeza matemática y técnica los valores definitivos de gasto (caudales de diseño), coeficientes de escorrentía y tiempos de concentración, se requerirá la elaboración de un estudio hidrológico e hidráulico de detalle. Este estudio especializado permitirá optimizar las secciones transversales y las pendientes longitudinales de las estructuras de drenaje, garantizando su correcto funcionamiento bajo el régimen hidráulico proyectado.

Por otra parte, las plataformas correspondientes a las subestaciones eléctricas y al sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) contarán con un sistema de drenaje independiente y especializado. Dicha infraestructura se diseñará principalmente mediante el uso de drenes franceses, complementados con cunetas, con el objetivo de captar y evacuar de manera eficiente las aguas pluviales infiltradas y de escorrentía superficial, protegiendo así la integridad estructural y la seguridad operativa de los equipos electromecánicos.

El sistema de drenaje se basa en canales de captación y conducción que operan por gravedad, principalmente cunetas, las cuales se revisten con concreto hidráulico con resistencia f'c = 150 kg/cm² (14.71 MPa) cuando las velocidades de escurrimiento así lo requieren. Las pendientes se establecen en función de la topografía del terreno, cumpliendo con criterios hidráulicos que consideran una velocidad mínima de 0.6 m/s y una velocidad máxima de 2.4 m/s en canales revestidos. Dentro del área del proyecto, se diseñan las obras hidráulicas necesarias para captar el agua pluvial y conducirla hacia el terreno natural en el punto más bajo del polígono, evitando procesos de erosión, socavación o afectaciones a las áreas existentes y a las de nueva construcción.

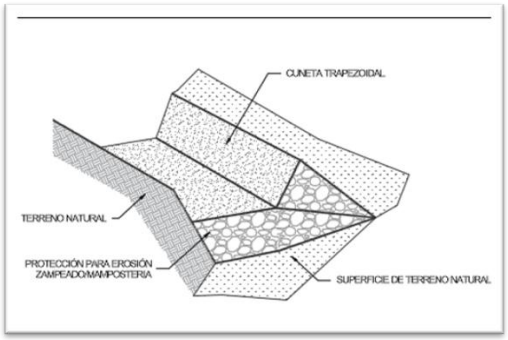


Figura 20. Descarga de cuneta trapezoidal.

El diseño hidráulico prioriza el drenaje superficial en la mayor parte del sitio, sin comprometer pavimentos ni estructuras de tierra.

Cuando resulta necesario, se proyecta la construcción de vados en cruces de cauces, los cuales se ubican en las secciones más amplias y se alinean con el trazo de los caminos, manteniendo una rasante horizontal conforme a lo definido en el proyecto. En estos casos, se consideran desvíos temporales del flujo durante la etapa constructiva y, de ser requerido, se incorporan dentellones para prevenir la socavación aguas arriba y aguas abajo de los cruces. En las zonas donde los vados se localizan sobre terraplenes conformados con material erosionable, se implementa el revestimiento de taludes mediante zampeado u otros sistemas de protección.

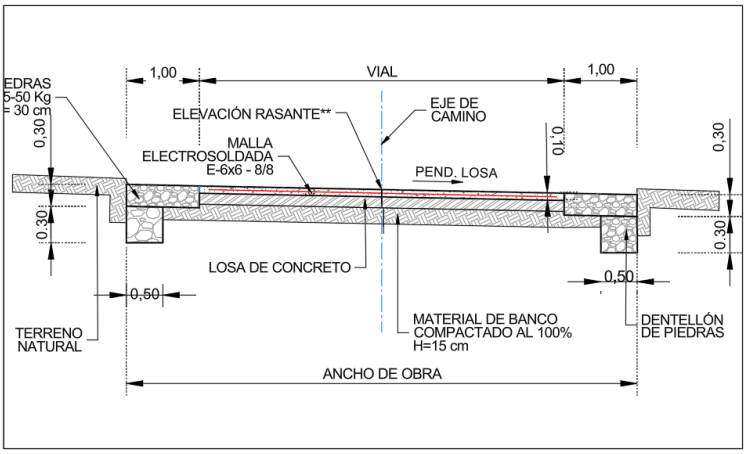


Figura 21. Sección ODT de vado de concreto.

El ancho y la geometría de las cunetas se definen conforme a los requerimientos de capacidad hidráulica establecidos en el estudio hidrológico, implementándose comúnmente cunetas trapezoidales de dimensiones aproximadas de 0.50*0.30 mts.

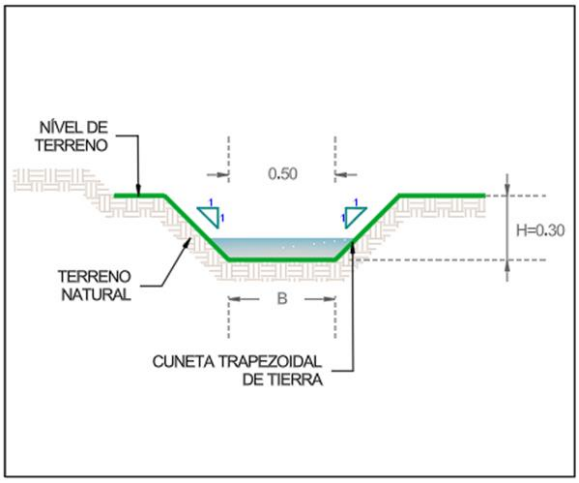


Figura 22. Sección de cuneta trapezoidal

I.5.8 Movimiento de tierras PV

I.5.8.1 Desmonte

Esta actividad comprenderá la remoción de la vegetación arbustiva, árboles aislados y tallos gruesos en las áreas del proyecto donde su altura, volumen o densidad impidan el libre tránsito de la maquinaria, proyecten sombras sobre los módulos fotovoltaicos o representen un riesgo estructural para los seguidores (trackers). Este concepto aplica para el polígono general de la planta y es independiente de las zonas de caminos o plataformas.

Se ejecutará mediante el uso de maquinaria ligera a mediana (tractores agrícolas con trituradoras forestales o cortadoras de disco), complementado con cuadrillas manuales en zonas de difícil acceso o restricciones ambientales. Toda la vegetación de tallo grueso será cortada, triturada e idealmente procesada in situ en áreas permitidas, o bien, trasladada a zonas de acopio autorizadas para evitar que se convierta en un combustible potencial de incendios

En zonas con materia orgánica importante y con capacidad de rebrote, se programarán ciclos de desbroce físico durante la fase de construcción.

I.5.8.2 Desbroce

El desbroce consistirá en el corte mecánico o manual de la maleza, pastizales y vegetación menor en los pasillos de la planta y bajo el área de influencia de los seguidores (trackers) donde no se requiera nivelación ni despalme. La vegetación no será removida de raíz.

El corte se ejecutará a una altura controlada de entre 5 y 10 cm con respecto al nivel del suelo natural. El objetivo exclusivo es despejar la superficie de obstáculos verticales para garantizar el libre tránsito, la operación segura de las piloteadoras de hincado y las actividades de las cuadrillas de montaje mecánico y eléctrico.

I.5.8.3 Despalme

Esta actividad consistirá en el retiro de la capa superficial del terreno (suelo topsoil o tierra vegetal) que contenga en materia orgánica. Esta actividad se limitará estrictamente a los caminos internos y a las áreas de plataformas principales (subestación, sistemas BESS y edificio de O&M). Se excluyen del despalme las zonas destinadas a los seguidores (trackers), donde se conservará la raíz de la vegetación menor desbrozada como barrera viva para mitigar la erosión hídrica/eólica y controlar la generación de polvo durante las etapas de construcción y de Operación y Mantenimiento (O&M).

El material producto de este despalme se deberá colocar lateralmente para su posterior aprovechamiento en los trabajos de rehabilitación de las zonas que resulten afectadas. El material sobrante deberá ser manejado conforme a las disposiciones que determinen las autoridades municipales. Todas las áreas dentro y fuera del predio de la planta solar serán restauradas.

I.5.8.4 Nivelación de terreno en zona de Trackers

La nivelación del terreno en el proyecto se define con el objetivo de garantizar la correcta implantación y operación de las estructuras de seguimiento solar (trackers), respetando las

limitaciones geométricas y funcionales del sistema. Se considera que las zonas destinadas a la instalación de los trackers no deben presentar pendientes superiores al 15 %, ya que valores mayores representan una restricción para el adecuado desempeño mecánico y operativo de las estructuras y representan un mayor movimiento de tierras, generando grandes volumetrías.

Para el presente proyecto, se espera volumetrías bajas de corte y relleno, debido a que el terreno presenta su mayor área con pendientes de 0 a 5%.

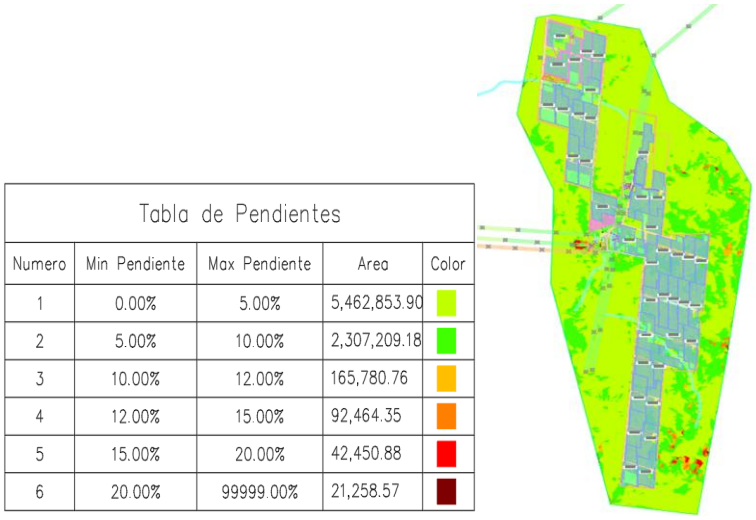


Tabla de Pendientes

Numero	Min Pendiente	Max Pendiente	Area	Color
1	0.00%	5.00%	5,462,853.90	
2	5.00%	10.00%	2,307,209.18	
3	10.00%	12.00%	165,780.76	
4	12.00%	15.00%	92,464.35	
5	15.00%	20.00%	42,450.88	
6	20.00%	99999.00%	21,258.57	

Figura 23. Tabla de pendientes planta Solar.

Los cortes que se lleguen a generar podrán ser reutilizados como material de relleno, siempre y cuando el informe geotécnico lo confirme. La estimación y definición de los movimientos de tierra se obtiene mediante el uso de un programa de diseño especializado para plantas fotovoltaicas, el cual integra parámetros geométricos y estructurales del tracker, tales como la inclinación máxima permitida de la estructura en los sentidos norte–sur y este–oeste, la distancia entre el inicio y el final de cada estructura, las alturas máxima y mínima de las hincas, así como el clearence mínimo requerido. Este último corresponde a la distancia mínima entre la estructura, en su posición de máxima inclinación, y la superficie del terreno, condición indispensable para asegurar la operación segura del sistema.

El modelado del terreno en este programa permite garantizar que los trackers no generen sombras entre sí. Como criterio constructivo, se establece que los primeros 10 a 15 cm de

corte o relleno que pudieran resultar del modelado del terreno se consideran despreciables desde el punto de vista constructivo, por lo que no se contempla su ejecución, manteniendo el terreno natural en dichas condiciones.

I.5.9 Áreas de Exclusión

El proyecto contempla la delimitación de áreas de exclusión y áreas libres, las cuales se definen con el objetivo de garantizar la protección ambiental del sitio, la seguridad operativa de las instalaciones y el cumplimiento de los criterios técnicos y regulatorios aplicables al desarrollo de parques solares.

En materia ambiental, se consideran áreas de exclusión aquellas zonas asociadas a cauces naturales, escurrimientos superficiales, cuerpos de agua temporales o permanentes y zonas identificadas como inundables, las cuales se mantienen libres de infraestructura para permitir el flujo natural del agua, evitar procesos de erosión y proteger la vegetación asociada. Asimismo, se excluyen áreas con presencia de vegetación de valor ambiental, especies protegidas, zonas de conservación, restauración o compensación ambiental, así como humedales o áreas con función de recarga hídrica, conforme a los resultados de los estudios ambientales del sitio.

Con la infraestructura eléctrica, se respetan áreas de exclusión asociadas a derechos de vía de líneas eléctricas existentes o proyectadas. Adicionalmente, se identifican áreas de exclusión condicionadas por la topografía y las características geotécnicas del terreno. En estas zonas se limita la construcción de infraestructura cuando existen pendientes excesivas, taludes inestables o suelos con baja capacidad de carga, con el fin de preservar la estabilidad del terreno y reducir riesgos durante la operación del parque solar.

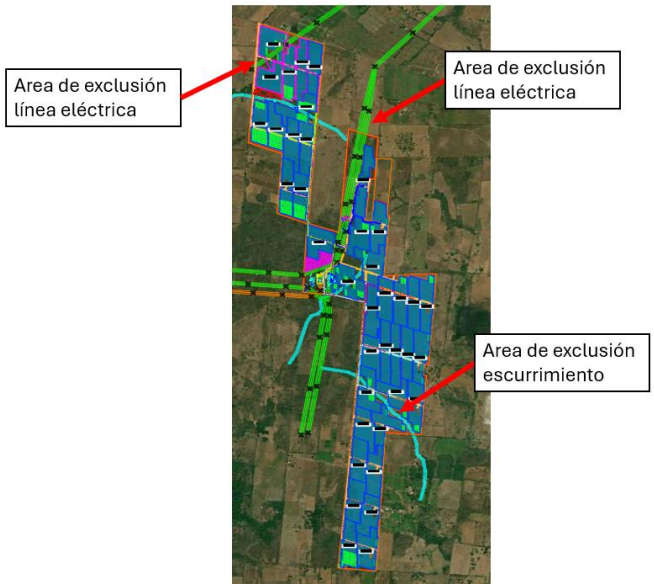


Figura 24. Áreas de exclusión.

Finalmente, se consideran áreas de exclusión derivadas de restricciones de uso de suelo, servidumbres legales, infraestructura existente y posibles elementos de valor social, cultural o patrimonial identificados en el sitio. Todas las áreas de exclusión y áreas libres se integran al diseño general del parque solar desde la etapa de ingeniería básica y se consolidan en la ingeniería de detalle, con base en los estudios topográfico, hidrológico, geotécnico y ambiental del proyecto.

I.5.10 Cimentaciones y estructuras del PV

I.5.10.1 Centros de transformación (CT)

Cada centro de transformación dispondrá de una cimentación conformada por una losa, vigas o zapata de concreto armado con muros y pedestales de concreto reforzado de acuerdo con las características del equipo eléctrico, diseñada para garantizar estabilidad, durabilidad y resistencia frente a las cargas del equipo. Se evaluará la adición de cimentaciones profundas (pilas) en caso de requerirse por el estudio de geotecnia final.

La cimentación deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² para todos los elementos de concreto estructural, garantizando un peso volumétrico mínimo de 2,400 kg/m³.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 según normas ASTM y NMX aplicables, con una resistencia mínima a la tensión en su punto de fluencia de Fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Para cumplir con los estados límite de servicio en cimentaciones profundas o superficiales, se deberán verificar rigurosamente los asentamientos permisibles y las frecuencias de operación de los equipos.
- Sistemas de contención: Se debe prever el diseño de charolas, muretes perimetrales (sardineles) o fosas de concreto para captar el aceite dieléctrico, conectadas a un depósito colector de aceite integrado o independiente. En las zonas que no requieran fosa se colocará una cama de grava triturada.
- Instalaciones y Estanqueidad: La cimentación deberá integrar las entradas para tuberías de PVC y acero especificadas en los planos, asegurando un sellado adecuado y protección contra filtraciones hacia el interior del módulo.

I.5.10.2 Cimentaciones de báculos, CCTV y estaciones meteorológicas

Las cimentaciones y estructuras de soporte se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional aplicable, evaluando las siguientes alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio:

- Soportes Estructurales: Para la colocación de los equipos y postes se empleará estructura tubular o tipo celosía dependiendo el diseño estructural, con acabado

galvanizado en caliente. Las conexiones serán preferentemente atornilladas; en caso de requerir conexiones soldadas, estas se ejecutarán en fábrica bajo especificaciones AWS.

- Cimentaciones Profundas: En caso de utilizar pilas perforadas y coladas en sitio, la longitud mínima de desplante será de 4 veces el diámetro de la pila. El dimensionamiento depende de las características geotécnicas del suelo y del diseño estructural
- Cimentaciones Superficiales: En caso de optar por zapatas o losas, bajo ninguna circunstancia se desplantarán sobre suelo orgánico, desechos o rellenos no controlados. Se preverá una profundidad mínima de desplante de 1.00 m para zapatas y de 0.20 m para losas, garantizando una revisión por volteo Mr/Mv ≥ 1.5 y el cumplimiento de los asentamientos permisibles.
- Criterios de Diseño: El diseño de las cimentaciones considerará la estructura y combinación que transmita el mayor esfuerzo al suelo (incluyendo los momentos volteo por viento en los postes de blindaje), unificando profundidades y diámetros para optimizar la ejecución. El análisis geotécnico se alineará a las recomendaciones de la IEEE y el diseño estructural al código ACI 318.
- Sistemas de Soporte: Se evaluará el uso de cabezales de concreto para el correcto apoyo del sistema de anclaje, los cuales deberán proyectarse con una elevación mínima de 20 cm sobre el nivel de piso terminado (NPT).

I.5.10.3 Cimentación de estructura TRACKERS

El proveedor de la estructura, con los datos del Estudio Geotécnico y el Pull-Out Test (POT), propondrá una solución para cimentar la estructura. Los resultados del POT serán considerados más fiables que el cálculo teórico (Broms o similar). En general es deseable el hincado directo.

La solución definirá:

- En caso de hincado directo, el tipo de perfil y la profundidad de hincado.

- En caso de predrilling, el diámetro y profundidad de perforación, el tipo de perfil y la profundidad de hincado y el material de relleno del agujero.
- En caso de micropilote, el diámetro y profundidad del pilote, el tipo de hormigón, el perfil y la profundidad de este.

I.5.10.4 Inversores

La cimentación de los inversores dependerá del estudio geotécnico, sin embargo, algunas soluciones podrán ser:

- En caso de hincado directo, con un perfil metálico y una profundidad de hincado.
- Podrán ser estructura de acero con una pequeña cimentación en tipo losa, dado o zapata.

I.5.11 Cimentaciones y estructuras de zona de almacenamiento

I.5.11.1 Edificios

Dentro de las estructuras tipo edificación en la zona de almacenamiento se encuentran:

- Edificio de acopio de residuos y materiales.
- Edificio de maquinaria.
- Área de oficinas.
- Bodega.
- Edificio de vestuarios.
- Caseta de vigilancia.

Para la definición de espacios se empleará la normativa estatal y las normas de disposición de equipos eléctricos necesarias, para la correcta operación de estos, una vez definido el espacio se realizará el proyecto arquitectónico, acabados e instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para el sistema estructural se evaluará las limitaciones ante acciones accidentales y se definirá el sistema estructural adecuado, para disminuir la descarga al terreno y optimizar la cimentación de la edificación. Dentro de la selección de la estructura se deberá considerar lo siguiente:

- Sistemas Estructurales: Estructura de concreto, mampostería y/o metálica.
- Cubiertas: Cubierta a un agua o 2.
- Dimensionamiento: Se podría prever las dimensiones mínimas para la zona de control, bodegas, almacenes y oficinas.
- Cimentación y estructura de elementos de contención: Específicamente para los espacios de residuos, el sistema de cimentación y losa de desplante se diseñará de manera integral para funcionar estructuralmente como una charola de contención monolítica e impermeable.
- Confinamiento de Derrames: Se sugiere prever muretes perimetrales (sardineles) para control de fugas, pisos con pendientes hacia un cárcamo de retención interno y materiales incombustibles conforme a la normativa ambiental aplicable.

I.5.11.2 Almacenamiento de agua para sanitarios

El almacenamiento de agua para sanitarios se realizará mediante un sistema de depósito tipo cajón construido en sitio o modular prefabricado, evaluando la opción de ser una estructura enterrada bajo el suelo o un sistema instalado al exterior. Asimismo, se podrá optar por una construcción hecha en sitio (concreto colado) o un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

El sistema seleccionado deberá cumplir con:

- Resistencia del concreto: Resistencia mínima de f'c=280 kg/cm2 para elementos de concreto o resistencia mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricado.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- Calidad del refuerzo: El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm2, dispuesto para asegurar la continuidad estructural.

- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de empujes y flotación: En caso de optar por un depósito enterrado utilizando sistemas prefabricados ligeros, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Estanqueidad y cubiertas: Para cumplir con la estanqueidad, la estructura final deberá garantizar cero filtraciones y contar con losas de cubierta o tapas diseñadas para soportar las cargas vivas de operación y mantenimiento correspondientes a su ubicación (exterior o bajo suelo).

I.5.11.3 Fosa séptica o estación de tratamiento

Las aguas residuales sanitarias se conducirán a un sistema de tratamiento primario (fosa séptica) diseñado para garantizar la sedimentación y el tratamiento inicial de los efluentes, evitando la contaminación del subsuelo.

La fosa séptica se realizará a base de una estructura tipo cajón hermético, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² empleando cemento resistente a los sulfatos (Clase RS) para concreto en sitio, o resistencia química y mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a la agresividad de los gases internos.

- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la hermeticidad, el sistema final deberá garantizar la nula filtración de aguas residuales al subsuelo y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación.

I.5.11.4 Cimentación de grupo generador y área de combustible

Dentro de este apartado se contemplan las cimentaciones para los siguientes equipos:

- Grupo Generador (Planta de luz)
- Área de Almacenamiento de Combustible

La cimentación de estos elementos se realizará a base de una losa de cimentación maciza de manera superficial con un espesor mínimo de 40 cm, diseñada e independizada estructuralmente según los requerimientos específicos de carga estática, dinámica (vibración) y confinamiento de fluidos de cada equipo.

Deberá cumplir con:

- Resistencia del concreto: Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm2 para todos los elementos de concreto estructural, garantizando un peso volumétrico mínimo de 2,400 kg/m3 para asegurar una masa de amortiguación adecuada contra las vibraciones del generador.

- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- Calidad del refuerzo: El acero de refuerzo será de grado 60 según normas ASTM y NMX aplicables, con una resistencia mínima a la tensión en su punto de fluencia de fy = 4,200 kg/cm2, dispuesto para asegurar la continuidad estructural y resistir esfuerzos por temperatura y flexión.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de vibración y juntas: Para cumplir con los estados límite de servicio en la losa de 40 cm del grupo generador, se deberán verificar rigurosamente los asentamientos permisibles y las frecuencias de operación del equipo, integrando juntas perimetrales elásticas (aislamiento acústico y mecánico) que eviten la transmisión de ondas dinámicas al resto de las estructuras colindantes.
- Sistemas de contención y recolección (Área de Combustible): Para el almacenamiento de combustible se debe prever el diseño de charolas, muretes perimetrales o un dique de contención de concreto armado, calculado para captar de forma estanca el diésel o hidrocarburos en caso de derrame. La losa de 40 cm contará con pendientes hacia un cárcamo de bombeo o depósito colector integrado para permitir la recolección y recuperación segura del combustible, aplicando un acabado o recubrimiento químico resistente a hidrocarburos en toda la superficie interior.

I.5.12 Red de tierras PV:

I.5.12.1 Sistema de puesta a tierra:

El sistema de puesta a tierra protegerá la red eléctrica y asegurará la seguridad de las personas en caso de fallo eléctrico y deberá garantizar la protección de los equipos de la instalación. Las estructuras solares y el resto de las partes metálicas, tanto de la parte de corriente continua

como de la de corriente alterna, se conectarán a un único punto de puesta a tierra, para evitar diferencias de potencia peligrosas.

El diseño se realizará en función de los resultados de las pruebas de resistencia de tierra que se realicen en la fase de estudio geotécnico, y de todas las normas y códigos aplicables.

Sin embargo, de manera aproximada se puede instalar en las zanjas de MT un cable de tierra de sección 50 mm2, y para las zanjas de BT un cable de tierra de sección 35 mm².

Con el conductor desnudo tendido en las zanjas se interconectan todas las puestas a tierra de la planta, obteniendo una puesta a tierra única conjunta para la planta FV.

I.5.12.2 Puesta a tierra de la planta

Cada objeto de la planta fotovoltaica deberá contar con un sistema de puesta a tierra circundante según la norma CEI 64- 8.

Se prepararán normas de instalación del sistema de puesta a tierra/rayos por separado y planos para la planta en consecuencia. Los anillos de puesta a tierra correspondientes a cada bloque o edificio se conectarán a la red principal de puesta a tierra en al menos dos puntos opuestos.

Todos los equipos y estructuras estarán conectados a tierra por al menos 2 puntos: los recintos o carcasas metálicas de los equipos, los cimientos de los edificios, la valla perimetral, la estructura de soporte de los módulos y cualquier otro objeto metálico. Los equipos y la instrumentación se conectarán a tierra según las recomendaciones del fabricante. Las puestas a tierra se realizarán con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV con una sección no inferior a 16 mm².

El sistema de puesta a tierra estará provisto del número necesario de puntos de medición. Un punto de medición es un carril de cobre plano, al que se conectan los conductores de puesta a tierra mediante abrazaderas y tuercas, de forma que puedan desconectarse posteriormente para su medición. El sistema de puesta a tierra se planificará y ejecutará de forma clara, de manera que cada punto de medición esté provisto de un identificador inequívoco.

El contratista deberá realizar un estudio de protección contra el rayo para evaluar la necesidad de instalar un pararrayos en la planta, de acuerdo con la siguiente norma: IEC 62305, y las normas y códigos nacionales y locales.

Todas las partes metálicas del proyecto se conectarán al sistema de puesta a tierra mediante conductores eléctricos para que todas las partes metálicas sean equipotenciales al sistema de puesta a tierra.

Todos los pilares de los seguidores solares de la planta se conectarán al sistema de puesta a tierra mediante un cable trenzado.

Los trackers, CTs, etc. dispondrán de una puesta a tierra individual con seccionamiento que permitirá la desconexión de la red de tierras general del parque FV.

I.5.12.3 Diseño de puesta a tierra

La planta fotovoltaica debe disponer de un sistema de tierras diseñado de forma tal que, en cualquier punto accesible del interior o exterior de la misma, donde las personas puedan acceder y/o estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto a tierra, queden protegidas.

El sistema de puesta a tierra deberá eliminar:

- Cualquier riesgo de potencial transferido desde el emplazamiento a un lugar fuera del emplazamiento por el que se produzca una descarga eléctrica
- Cualquier riesgo de descarga eléctrica para el personal, incluidos los visitantes autorizados y no autorizados del emplazamiento (en concreto, potenciales transferidos, potenciales de "paso" y potenciales de "contacto")
- El sistema de puesta a tierra deberá conducir con seguridad las corrientes máximas de falla a tierra sin riesgo para el personal ni para la instalación
- El sistema de puesta a tierra no deberá perturbar el funcionamiento normal del equipo de protección eléctrica

Así, el sistema debe:

- Mantener las tensiones de paso y contacto debajo de los límites establecidos por la normativa aplicable
- Controlar el 'Ground Potential Rise' (GPR)
- Resistencia de puesta a tierra inferior a 10 Ohmios
- Se considerará un tiempo de despeje de falta de 500ms en los sistemas de alta tensión y de 1000 ms (1 segundo) para los sistemas de MT.

El Contratista deberá diseñar el sistema de tierra para evitar las tensiones de paso y contacto potenciales, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizado, teniendo en cuenta la normativa IEC 62305 y la normativa local.

Se deberá diseñar una única red equipotencial de forma que esté todo conectado entre sí. Para ello se dimensionará una malla de tierras principal de cable de cobre desnudo (sección de 35mm² como mínimo), con alta conductividad y altamente resistente a la corrosión, que unirá cada uno de los elementos metálicos de la planta: estructura fija, seguidores, armarios eléctricos, cámaras, centros de transformación, inversores, torres meteorológicas, anemómetros, módulos (en caso necesario), vallado, bandejas metálicas portacables (en caso necesario), etc., que serán convenientemente unidas por medio de soldaduras aluminotérmicas o uniones mecánicas.

Se instalarán varillas copperweld constituidas por un núcleo de acero y un recubrimiento de cobre aplicado de un espesor suficiente acorde a la norma local vigente junto a cada elemento metálico de la planta cuando sean necesarias para conseguir el valor de resistencia a tierra requerido.

En cada centro de transformación se deberá diseñar un anillo perimetral compuesto por cable de cobre desnudo con una sección apropiada basado en la memoria de cálculo correspondiente y un mínimo de una varilla copperweld en cada una de las esquinas. El cable de cobre se instalará a una profundidad y distancia de la arista exterior de la losa de cimentación mínimas de 0,97 m.

I.5.13 Subestación Altamirano

La obra denominada S.E. Elevadora Altamirano es una subestación de tipo convencional; la subestación está conformada por los siguientes elementos:

- Un trasformador de potencia elevador de 34.5 / 230 kV, conformado por dos devanados (un primario y un secundario), con una potencia máxima de 180 MVA.
- Una salida de línea en 230 kV para realizar la interconexión desde la subestación elevadora hasta la ampliación de bahía de la subestación existente Manlio Fabio Altamirano.
- Edificio de control.
- Un Transformador de Servicios Propios.
- Generador de emergencia.
- Un tanque diésel.
- Un tanque de agua.
- Caseta de vigilancia.
- Fosa captadora de aceite.
- Fosa séptica.
- Almacenes de residuos.
- Zona de compensación reactiva.
- Estacionamiento.
- Viales, accesos (vehicular y peatonal) y vallado de malla ciclónica.

Se deberá considerar como alcance de esta obra los siguientes conceptos:

a. Suministro de equipos (equipos primarios; equipos de servicios propios; equipos de protección, control y medición; equipos de control supervisorio; equipos de comunicación, partes de repuesto y materiales).
b. Entrega de Planos Definitivos (As Built).
c. Impartición de un programa de capacitación y entrenamiento que contemple a detalle los aspectos de desempeño, operación y mantenimiento de los equipos ofertados, con base en los requerimientos especificados.

d. Realización de las Pruebas Preoperativas de los sistemas, equipos y componentes de la instalación incluidos en esta obra.
e. Elaboración, análisis y evaluación de los siguientes estudios del predio donde se debe ubicar la subestación: Estudio Geotécnico, Levantamiento Topográfico, y Estudio de Resistividad del Terreno.
f. En el caso de que el contratista para el desarrollo de la ingeniería de detalle requiera información adicional a la incluida en las Bases de Licitación, esta deberá ser obtenida en campo por personal técnico al servicio de este.

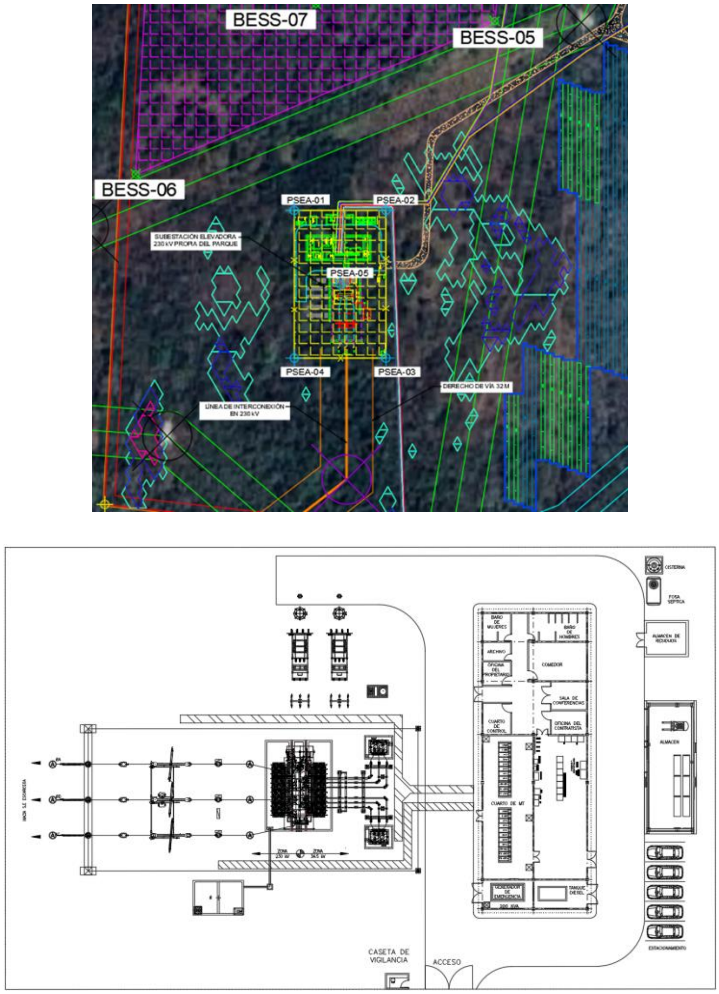


Figura 25. Ubicación de la Subestación Elevadora del proyecto PS Altamirano.

I.5.14 Trabajos Civiles Subestación

I.5.14.1 Movimientos de tierra

Las terracerías se ejecutan mediante la compactación de todo el espesor del terraplén en capas horizontales de 20 cm, alcanzando un grado de compactación del 95% conforme a ensayo Próctor. Los materiales empleados para terraplén, capa subrasante y bases hidráulicas deben cumplir con criterios de calidad definidos en la ingeniería del proyecto. Las capas base y subbase presentarán un espesor mínimo de 30 cm, mientras que la base hidráulica compactada mantendrá un espesor no menor a 15 cm. Se excluye el uso de materiales altamente orgánicos, productos de despalme o cualquier material que no satisfaga los requisitos de calidad establecidos.

Los taludes de los terraplenes se diseñan y confinan con relaciones alto-ancho comprendidas, de forma general, entre 1:1.5 y 1:2, ajustándose estas pendientes cuando las características del terreno así lo requieren. En situaciones particulares, se realiza un análisis de estabilidad que verifica un factor de seguridad mínimo de 1.5 bajo condiciones estáticas. Para la protección contra erosión, los taludes incorporan sistemas de control de erosión interna mediante filtros y subdrenes, así como protección contra erosión superficial a través de recubrimientos de piedra laja con mortero o losas de concreto reforzado, incluyendo juntas de dilatación según corresponda. Finalmente, el nivel terminado de la plataforma se define de forma compatible con las plataformas colindantes, garantizando la continuidad geométrica, hidráulica y funcional del conjunto de instalaciones del proyecto.

I.5.14.2 Caminos

Dentro del parque solar existen construcciones adicionales, como la subestación la cual también contara con caminos internos de ancho de 4 metros, este tipo de caminos se compondrán de base, subbase y un acabado de concreto o asfalto.

I.5.14.3 Pisos terminados

En las áreas donde se ubiquen equipos, estructuras metálicas y componentes principales de la planta, se habilitarán superficies de piso terminado con el objetivo de garantizar condiciones

adecuadas de operación, mantenimiento y seguridad. Estas áreas estarán delimitadas respecto a los caminos interiores y contarán con un acabado superficial que permita el tránsito seguro y la adecuada conservación del sitio. El acabado mínimo requerido para estas zonas consiste en una capa de grava triturada debidamente seleccionada y compactada, con un espesor suficiente para asegurar estabilidad y drenaje superficial. Para evitar el crecimiento de vegetación, se deberá aplicar un tratamiento superficial al terreno, mediante una capa estabilizada o material equivalente que cumpla con dicha función. Asimismo, se considerará señalización horizontal básica para tráfico y delimitación de áreas.

Adicionalmente, cuando el proyecto lo requiera, se deberá contemplar un área de estacionamiento, con una capacidad mínima funcional, construida con piso de concreto armado, diseñada para soportar el tránsito vehicular previsto. Estas superficies deberán contar con pendientes adecuadas hacia los sistemas de drenaje, juntas de control conforme a buenas prácticas de ingeniería, refuerzo estructural y conexión al sistema de puesta a tierra. Como parte del equipamiento mínimo, se incluirán elementos de control vehicular y señalización horizontal.

I.5.14.4 Cimentaciones y estructuras

I.5.14.4.1 Estructuras tipo marco

Dentro de este apartado se contemplan los soportes y cimentaciones para las estructuras tipo pórtico o marcos rígidos de doble columna, los cuales incluyen:

- Cuchillas
- Estructura media tensión

Las cimentaciones y estructuras tipo marco se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional aplicable, evaluando las siguientes alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio:

- Soportes Estructurales: Para la colocación de los equipos se emplearán marcos a base de perfiles de acero o tipo celosía, con acabado galvanizado en caliente y conexiones preferentemente atornilladas.
- Cimentaciones Profundas: En caso de utilizar pilas perforadas y coladas en sitio para cada apoyo, la longitud mínima de desplante será de 4 veces el diámetro de la pila, estimando preliminarmente un empotre adecuado en suelo competente.
- Cimentaciones Superficiales: En caso de optar por zapatas o losas, bajo ninguna circunstancia se desplantarán sobre suelo orgánico, desechos o rellenos no controlados. Se preverá una profundidad mínima de desplante de 1.00 m para zapatas, garantizando una revisión por volteo Mr/Mv ≥ 1.5 y el cumplimiento de los asentamientos permisibles.
- Criterios de Diseño: El diseño de las cimentaciones considerará la combinación que transmita el mayor esfuerzo al suelo, incluyendo los momentos por viento, operación mecánica de los equipos y las tensiones de los conductores. El análisis geotécnico se alineará a las recomendaciones de la IEEE y el diseño estructural al código ACI 318.
- Sistemas de Soporte: Los elementos de concreto estructural preverán una resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² con acero de refuerzo grado 60 (fy = 4,200 kg/cm²). Se evaluará el uso de cabezales de concreto con una elevación mínima de 20 cm sobre el nivel de piso terminado (NPT).

I.5.14.4.2 Estructuras menores

Dentro de este apartado se contemplan los soportes y cimentaciones para los equipos menores y sistemas de protección de la subestación, los cuales incluyen:

- Apartarrayos
- Transformador de potencial
- Transformador de corriente
- Interruptor
- Aislador soporte
- Poste de blindaje

Las cimentaciones y estructuras menores se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional aplicable, evaluando las siguientes alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio:

- Soportes Estructurales: Para la colocación de los equipos y postes se empleará estructura tubular o tipo celosía, con acabado galvanizado en caliente. Las conexiones serán preferentemente atornilladas; en caso de requerir conexiones soldadas, estas se ejecutarán en fábrica bajo especificaciones AWS.
- Cimentaciones Profundas: En caso de utilizar pilas perforadas y coladas en sitio, la longitud mínima de desplante será de 4 veces el diámetro de la pila. De manera preliminar, se considera un diámetro mínimo de 0.50 m con una longitud de empotre mínima en suelo competente de 2.0 m. Todo diseño geotécnico y estructural debe estar respaldado por estudio y proyecto.
- Cimentaciones Superficiales: En caso de optar por zapatas o losas, bajo ninguna circunstancia se desplantarán sobre suelo orgánico, desechos o rellenos no controlados. Se preverá una profundidad mínima de desplante de 1.00 m para zapatas y de 0.20 m para losas, garantizando una revisión por volteo Mr/Mv ≥ 1.5 y el cumplimiento de los asentamientos permisibles.
- Criterios de Diseño: El diseño de las cimentaciones considerará la estructura y combinación que transmita el mayor esfuerzo al suelo (incluyendo los momentos de volteo por viento en los postes de blindaje), unificando profundidades y diámetros para optimizar la ejecución. El análisis geotécnico se alineará a las recomendaciones de la IEEE y el diseño estructural al código ACI 318.
- Sistemas de Soporte: Se evaluará el uso de cabezales de concreto para el correcto apoyo del sistema de anclaje, los cuales deberán proyectarse con una elevación mínima de 20 cm sobre el nivel de piso terminado (NPT).

I.5.14.4.3 Estructura mayor

Las cimentaciones y superestructuras mayores se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional correspondiente, evaluando las alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio y el diseño electromecánico:

- Superestructura de Armadura o Celosía: El sistema estructural principal se proyectará como un marco o pórtico a base de estructuras tipo celosía o armaduras rígidas reticuladas fabricadas con perfiles de acero estructural de alta resistencia (como ángulos y placas de conexión). Todo el conjunto contará con un acabado galvanizado en caliente para garantizar su protección anticorrosiva, empleando conexiones de campo preferentemente atornilladas con tornillería de alta resistencia.
- Cimentaciones profundas: En caso de requerir pilas perforadas y coladas en sitio, se preverá una longitud mínima de desplante de 4 veces el diámetro del elemento. Con base en criterios de ejecución y de manera preliminar, se sugiere considerar un diámetro mínimo de 0.60 m con una longitud de empotre en suelo competente de 2.5 m.
- Cimentaciones superficiales: En caso de optar por zapatas, bajo ninguna circunstancia se desplantarán estructuras sobre suelo orgánico, desechos o rellenos no controlados. Se preverá una profundidad mínima de desplante de 1.50 m, garantizando una revisión por volteo Mr/Mv ≥ 1.5 y el cumplimiento de los asentamientos permisibles.
- Criterios de diseño estructural: El diseño geométrico y de refuerzo considerará el par de fuerzas de la combinación crítica que transmita el mayor esfuerzo al suelo, revisando las condiciones de tensión y compresión. El análisis geotécnico se alineará a las recomendaciones de la IEEE y el diseño estructural al código ACI 318.
- Sistemas de soporte: Se evaluará la inclusión de cabezales de concreto para el correcto apoyo y distribución del sistema de anclaje de la estructura hacia el terreno.

I.5.14.4.4 Cimentación del transformador de potencia y reactancia

Dentro de este apartado se contemplan las cimentaciones principales para los equipos mayores de potencia y servicios del parque, los cuales incluyen:

- Transformador de potencia
- Transformador de SP / Reactancia de puesta a tierra

La cimentación de estos equipos se realizará a base de una losa de cimentación maciza de manera superficial, evaluando la adición de cimentaciones profundas (pilas) en caso de requerirse por el estudio de geotecnia final.

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² para todos los elementos de concreto estructural, garantizando un peso volumétrico mínimo de 2,400 kg/m³.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 según normas ASTM y NMX aplicables, con una resistencia mínima a la tensión en su punto de fluencia de Fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Para cumplir con los estados límite de servicio en cimentaciones profundas o superficiales, se deberán verificar rigurosamente los asentamientos permisibles y las frecuencias de operación de los equipos.
- Sistemas de contención y depósito: Para los transformadores y la reactancia se debe prever el diseño de charolas o muretes perimetrales de concreto para captar el aceite, dependiendo del volumen que maneje cada equipo. De igual forma, se considerará un depósito colector de aceite, evaluando si conviene construirlo integrado en la misma base o de forma independiente a un costado. En las zonas que no requieran fosa se colocará una cama de grava triturada.

I.5.14.4.5 Edificaciones

Dentro de las estructuras tipo edificación en la subestación elevadora se encuentran:

- Almacenes

- Caseta de vigilancia
- Edificio principal
- Almacén de residuos

Para la definición de espacios se empleará la normativa estatal y las normas de disposición de equipos eléctricos necesarias para la correcta operación de estos. Una vez definido el espacio se realizará el proyecto arquitectónico, acabados e instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para el sistema estructural se evaluarán las limitaciones ante acciones accidentales y se definirá el sistema estructural adecuado, para disminuir la descarga al terreno y optimizar la cimentación de la edificación.

Dentro de la selección de la estructura se deberá considerar lo siguiente:

- Sistemas Estructurales: Estructura de concreto, mampostería, estructura metálica o mixta según definición de los proyectos de ingeniería.
- Cubiertas: Cubierta a un agua o 2. El sistema de techo será definido por criterios arquitectónicos y estructurales.
- Dimensionamiento: Se debe prever las dimensiones mínimas para la zona de control, bodegas, almacenes y oficinas, considerando el espacio para el edificio de tableros de media tensión, sala de control y sala de operaciones de la planta.
- Accesos: El acceso a la subestación deberá ser independiente del cuarto de control y O&M. Las puertas de paso de equipos medirán lo necesario para permitir el montaje y mantenimiento de los equipos de media tensión y control.
- Fosa de cable: Diseñada en caso de requerirse con una pendiente del 0.2% en la losa de fondo hacia un cárcamo de bombeo y entrada hombre lateral. Las celdas tendrán entrada inferior por charolas, se anclarán al frente sobre piso de concreto y el resto apoyará sobre estructura metálica nivelada.
- Cimentación de Contención: Específicamente para el Almacén de residuos, el sistema de cimentación y losa de desplante se diseñará de manera integral para funcionar estructuralmente como una charola de contención monolítica e impermeable.
- Confinamiento de Derrames: Se sugiere prever muretes perimetrales (sardineles) para control de fugas, pisos con pendientes hacia un cárcamo de retención interno y materiales incombustibles inconforme a la normativa ambiental aplicable.

I.5.14.4.6 Cisterna

La cisterna de agua se realizará a base de una estructura tipo cajón, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² para elementos de concreto o resistencia mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de Fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la estanqueidad, la estructura final deberá garantizar cero filtraciones y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación

I.5.14.4.7 Fosa séptica

Las aguas residuales sanitarias se conducirán a un sistema de tratamiento primario (fosa séptica) diseñado para garantizar la sedimentación y el tratamiento inicial de los efluentes, evitando la contaminación del subsuelo.

La fosa séptica se realizará a base de una estructura tipo cajón hermético, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² empleando cemento resistente a los sulfatos (Clase RS) para concreto en sitio, o resistencia química y mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a la agresividad de los gases internos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la hermeticidad, el sistema final deberá garantizar la nula filtración de aguas residuales al subsuelo y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación.

I.5.14.4.8 Tanque colector de aceite

El sistema de gestión de fluidos se complementará con un depósito subterráneo de concreto armado, proyectado como un cajón estanco compuesto por una losa de fondo, muros perimetrales y una losa de cubierta, dimensionado para contener el 120% del volumen de aceite del transformador de potencia.

Deberá cumplir con:

- Estructura y Materiales: Se realizará estrictamente como un cajón monolítico hecho en sitio utilizando concreto estructural con una resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm², adicionado con un impermeabilizante integral o recubrimiento epóxico resistente a hidrocarburos y altas temperaturas.
- El acero de refuerzo será de grado 60 (fy = 4,200 kg/cm²) dispuesto en ambos lechos y ambos sentidos, calculado para resistir empujes de suelo, hidrostáticos y las combinaciones de carga críticas para la condición llena y vacía (incluyendo efectos sísmicos).
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Componentes Operativos: El diseño deberá integrar un cárcamo de bombeo rebajado en la losa de fondo, una escalera marina de varilla #6 @ 25 cm para mantenimiento, un tubo respiradero para la liberación de gases y un sello hermético (chaflán perimetral) en el paso de tuberías de la losa superior.
- Para cumplir con la estanqueidad y seguridad ambiental, la estructura final garantizará la nula filtración de aceites al subsuelo y se revisará contra flotación o levantamiento por empuje hidrostático perimetral.

I.5.14.4.9 Vallado de Subestación

Las especificaciones estructurales y de construcción de este vallado son idénticas a las detalladas en el Inciso 5.5.3. Consultar dicha sección para verificar requisitos de f'c, Fy, compactación y factores de seguridad.

I.5.15 Áreas de instalaciones

I.5.15.1 Instalación de Faenas

Las instalaciones de faenas corresponden al acondicionamiento en el terreno de la construcción, equipos y otros elementos indispensables para iniciar los trabajos de construcción, siendo retiradas en su totalidad dichas construcciones, instalaciones y demás elementos al finalizar por completo la ejecución de la obra.

Las instalaciones de faenas son tipo contenedor modular prefabricados que regularmente miden de 12.0 m de largo x 2.50 m de ancho y 2.50 de alto, siendo un contenedor prefabricado y que se retirará en su totalidad como base para apoyar el contenedor en el suelo se consideran adoquines.

I.5.15.2 Edificio O&M

El edificio denominado "Edificio de O&M" consiste en un edificio tipo industrial que resguarda centros de trabajo tipo oficina, salas de tableros eléctricos, celdas de media tensión y generación dentro de la operación de la subestación eléctrica. El edificio consta de 1 nivel en el cual éste cuenta con vestidores, baños, comedor, cuarto de scada, oficinas para propietario, oficinas para contratista, sala de conferencias, cuarto de resguardo de tanque de diésel, sala de celdas de media tensión.

La altura libre de entrepiso mínima en el área de salas de celdas y generador es de 3.50 m, y en el área restante para oficinas es de 2.3 m. La cubierta es de losa inclinada a dos aguas con pendiente del 7.2 % máximo. En la sala de celdas de media tensión el edificio contará con un foso para resguardar el cableado proveniente del parque y la subestación para conectar a las celdas dentro del edificio.

I.5.16 Línea de transmisión y ampliación de Bahía

La presente sección del documento se refiere a la descripción general de la Línea de evacuación que va desde la subestación elevadora, propia del parque solar Altamirano; hasta la ampliación de bahía en la subestación de interconexión CFE Manlio Fabio Altamirano.

Las características principales de la línea se resumen a continuación; características de los materiales de instalación permanente.

I.5.16.1 Cable conductor

Las características del conductor aéreo según norma CFE E1000-12 "Cable de aluminio con cableado concéntrico y núcleo de acero galvanizado (ACSR)" son las siguientes:

Tipo Bluejay
Material Aluminio – Acero
Designación AWG/KCMIL: 1113 KCMIL
Número de alambres Aluminio/Acero: 45/7
Diámetro cable completo (mm): 31.98
Sección total (mm2): 564
Peso (kg/m): 1877
Carga de rotura (kg): 13580
Los empalmes a compresión para cable conductor (ACSR) deben ser de aleación de aluminio para los alambres de aluminio (manguito externo), como lo indica la especificación de CFE 2C301-15 "HERRAJES Y CONJUNTOS DE HERRAJES PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AÉREAS CON TENSIONES DE 69 kV A 400 kV", los empalmes a compresión para el alma de acero del conductor (manguito interno) deben ser de acero inoxidable o de acero galvanizado como lo marca la misma especificación.

Los elementos de los conjuntos de herrajes tendrán una resistencia mínima de 160 kN para arreglos en tensión y de 111 kN para arreglos en suspensión, serán además del tipo "libres de efecto corona" de acuerdo con la normativa vigente mencionada anteriormente.

I.5.16.2 Cable de guarda con fibras ópticas

Considerar la instalación de cable de guarda con fibras ópticas en la línea de evacuación. El CGFO deberá cumplir con lo indicado en la IEC 60794-1-2 "Optical fiber cables – Part. 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures, Edition 3.0, 2013-09".

La norma aplicable al diseño y pruebas del cable de guarda con fibras ópticas es la especificación de CFE E1000-21 "Cable de guarda con fibras ópticas".

Tipo CGFO

Número de fibras: 36*

Diámetro cable completo (mm): 16.2**

Sección total (mm2): 79.00

Peso (kg/km): 575

Carga de rotura (daN): 7 000

Módulo de elasticidad (GPa): 116

Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1/100): 0.0016

Corriente de cortocircuito (kA^2s): en función de estudio de cortocircuito, pero no menor a 85.

Margen de temperatura (ºC): -20 a 60

* El número de fibras deberá ser confirmado por el área de comunicaciones.

** En el caso de que el cable requiera de una resistencia a la descarga atmosférica para clases 2 y 3, se deben revisar estos parámetros y ser acordados entre área usuaria y proveedor y ser especificado. (Cuidando los requerimientos mecánicos de las estructuras donde va a ser empleado este cable).

I.5.16.3 Aisladores

Las características de los aisladores se consideran con base en los siguientes criterios de coordinación de aislamiento:

Tensión nominal (kV): 230

Tensión máxima de operación (kV): 245

Tensión de aguante al impulso por rayo kVf-t: 650

Altitud (m.s.n.m.): <1000

Nivel de contaminación: Alto (31 mm/kV)

Configuración de estructura: Conductor - Cruceta

Material: Vidrio templado

Las características de los aisladores de vidrio templado cumplirán con la norma CFE 52210-02 "AISLADORES TIPO SUSPENSIÓN DE PORCELANA O DE VIDRIO TEMPLADO".

I.5.16.4 Herrajes para cable conductor

Todos los herrajes para el cable conductor deben cumplir con lo indicado en la Especificación CFE 2C301-15 "Herrajes y conjuntos de herrajes para líneas de transmisión aéreas con tensiones DE 69 kV A 400 kV", y con lo siguiente:

- Tener las capacidades mínimas de 111 kN para las cadenas de suspensión.
- Tener las capacidades mínimas de 160 kN para las cadenas de tensión.

I.5.16.5 Herrajes para cable de guarda con fibras ópticas

Los herrajes para CGFO deben cumplir con lo siguiente:

Todos los herrajes, accesorios y herramientas de tendido deben ser las recomendadas por el fabricante del CGFO ofertado. Todos los conjuntos de herrajes de tensión deben ser de aluminio o acero galvanizado por inmersión en caliente, debiendo cumplir con una tensión ultima de ruptura igual o mayor a la especificada para el CGFO de acuerdo con lo indicado en la especificación de CFE E1100-21 "HERRAJES, CONJUNTOS DE HERRAJES Y ACCESORIOS PARA CABLE DE GUARDA CON FIBRAS ÓPTICAS".

Todos los conjuntos de herrajes de suspensión deben tener una tensión mecánica máxima de ruptura mayor o igual a la especificada para el CGFO.

Los conjuntos de herrajes de guía y fijación del CGFO a la estructura, deben estar diseñados de tal forma que durante su instalación no se requiera hacer perforaciones a las estructuras (torres o postes troncocónicos), ni tampoco resulte dañado el cinc o la pintura de recubrimiento en las estructuras.

La hermeticidad de las cajas de empalme debe probarse sumergiéndola bajo 10 cm. De agua y manteniendo en su interior una presión 0.5 kg/cm2 durante 30 minutos. Durante este periodo no deben presentarse burbujas.

I.5.16.6 Estructuras

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por CFE cuyo diseño cumple con los requerimientos del proyecto.

A continuación, se indican las características de las estructuras a utilizar:

Tabla 13. Características de las estructuras.

Estructura	Uso	Características	Ubicación
2S2	SUSPENSIÓN: 3°/450 m/650 m	Doble circuito, disposición de fases vertical, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, auto soportada. Normalizada por CFE.	Interconexión entre la subestación Elevadora y la Subestación de Interconexión Manlio Fabio Altamirano (Cinco).
2W2	DEFLEXIÓN: 90°/450 m/1000 m REMATE: 30°/400 m/600 m	Doble circuito, disposición de fases vertical, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, auto soportada. Normalizada por CFE.	Interconexión entre la subestación Elevadora y la Subestación de Interconexión Manlio Fabio Altamirano (Cuatro).

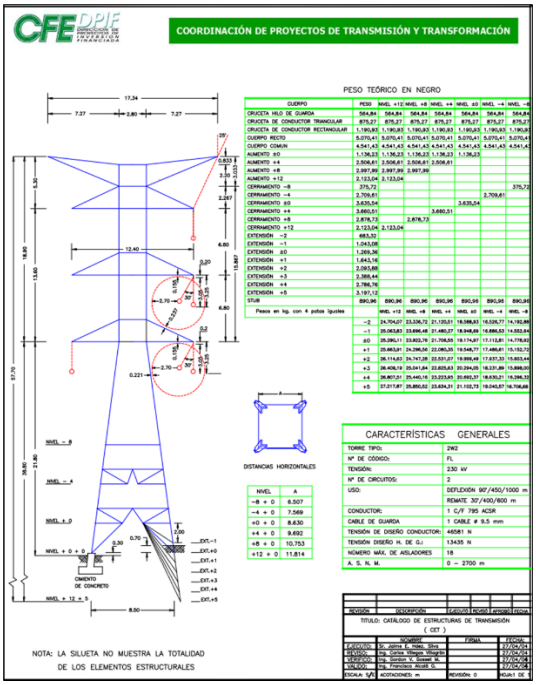


Figura 26. Torre Celosía 2W2

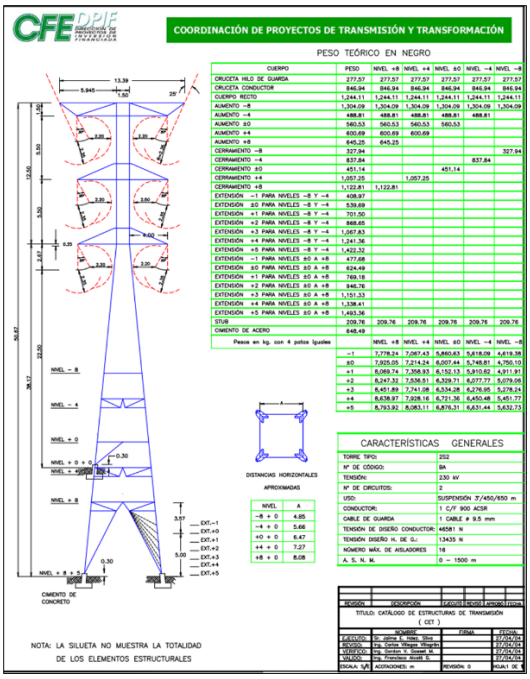


Figura 27. Torre Celosía 2S2.

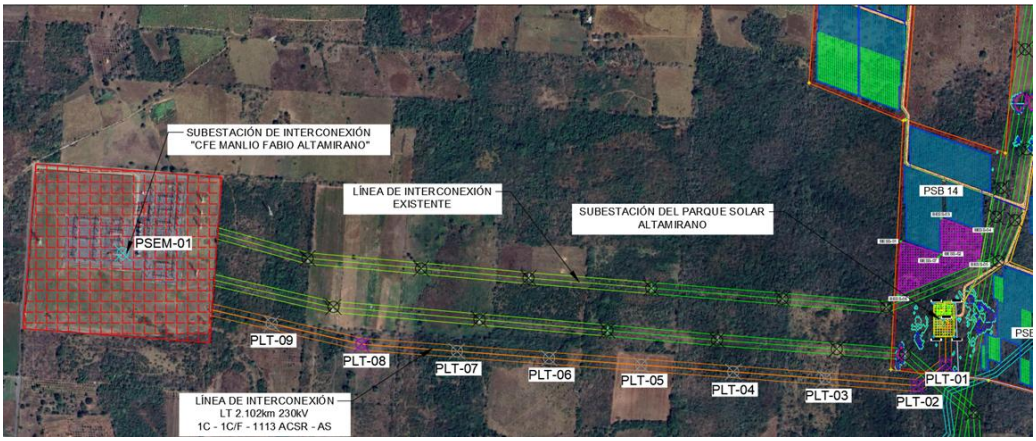


Figura 28. Ubicación de Estructuras.

Tabla 14. Ubicación de Estructuras.

COORDENADAS TORRES DE CELOSÍA			
NUM	**Tipo**	**LATITUD**	**LONGITUD**
LT-1	2W2	19° 06' 07.66" N	96° 16' 44.62" O
LT-2	2W2	19° 06' 05.79" N	96° 16' 47.25" O
LT-3	2S2	19° 06' 06.52" N	96° 16' 55.76" O
LT-4	2S2	19° 06' 07.25" N	96° 17' 04.27" O
LT-5	2S2	19° 06' 07.98" N	96° 17' 12.79" O
LT-6	2S2	19° 06' 08.71" N	96° 17' 21.30" O
LT-7	2S2	19° 06' 09.44" N	96° 17' 29.81" O
LT-8	2W2	19° 06' 10.19" N	96° 17' 38.63" O
LT-9	2W2	19° 06' 12.13" N	96° 17' 46.93" O

I.5.16.7 Sistema de tierras para estructuras de celosía

Las estructuras de la línea del proyecto deberán contar con sistema de conexión a tierra utilizando electrodos horizontales de cable de acero con recubrimiento de cobre soldado de sección transversal de 46.44 mm2, o mayor, y electrodos verticales de varillas de acero recubiertas de cobre electrolítico con 16 mm de diámetro y 3 m de longitud, de acuerdo con

lo indicado en la especificación CFE-00J00-52 "RED DE PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AÉREAS DE 69 A 400 kV EN CONSTRUCCIÓN".

Una vez instalada la red de tierras en estructuras tipo celosía, la resistencia de puesta a tierra del sistema debe ser menor o igual a 10 Ω, se deberán realizar las mediciones con base a la especificación CFE-00J00-52, en caso de que con el arreglo correspondiente no se obtenga un valor menor o igual al especificado, se instalará el arreglo siguiente hasta que se logré disminuir la resistencia de puesta a tierra a un valor aceptable o hasta que se agoten las posibilidades de los arreglos aquí mostrados.

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra son:

- Electrodos verticales de puesta a tierra o varillas.
- Línea de tierra o contra antenas.

I.5.16.8 Derecho de vía

El derecho de vía de una línea de transmisión es la franja de terreno necesaria para garantizar la construcción, operación y mantenimiento seguro de la infraestructura eléctrica, así como para proteger a la población y a las propiedades circundantes. Este espacio asegura que los conductores mantengan las distancias mínimas de seguridad respecto al suelo, edificaciones, vegetación y otras estructuras, considerando factores como el hundimiento máximo del conductor, las condiciones climáticas, el tipo de terreno, y la topografía.

De acuerdo con las normas de CFE aplicables (como la NRF-014-CFE y la L1000 de Derecho de Vía), para una línea de transmisión de 230 kV se establece típicamente un ancho de derecho de vía de 26 m (13 metros a cada lado a partir del eje de la línea), lo cual permite cumplir con las distancias de seguridad, facilitar el acceso para maniobras de mantenimiento y asegurar la estabilidad mecánica y eléctrica de la línea.

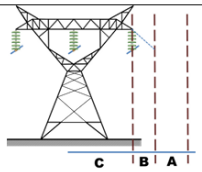
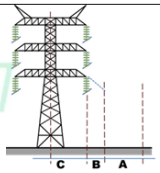
Tensión (kV)	Distancia A+B (m)	Distancia C (m)		Ancho del derecho de vía 2 (A+B+C)	Dibujo esquemático
		Un circuito (horizontal)	1 o 2 circuitos (vertical)		
85, 115, 138	6	4	------	20	
161, 230	8	8	------	32	
400	9	12	------	42	
85, 115,138	6	------	3.25	18.50	
161, 230	8	------	5	26	
400	9	------	9	36	

Figura 29. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas.

I.5.17 Subestación Manlio Fabio Altamirano

La Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 / 400 kV, forma parte de la Red Nacional de Transmisión (RNT) operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) – Transmisión, y se localiza en el estado de Veracruz, dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano. Se considerará una ampliación de bahía en el lado de 230 kV para la conexión de la línea de transmisión proveniente del parque solar Altamirano.



Figura 30. Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 kV, Punto de interconexión.

I.5.17.1 Cimentaciones de la Línea de Transmisión

I.5.17.1.1 Estructuras

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por Comisión Federal de Electricidad (CFE). Las dimensiones y geometría dependen de las necesidades, equipos eléctricos, condiciones de carga y de las alturas eléctricas necesarias para el correcto proceso de transmisión.

I.5.17.1.2 Cimentación

Los materiales de construcción empleados en la cimentación deberán de tener la resistencia mecánica mínima siguiente:

- Resistencia del concreto (f'c) en kg/cm² o MPa (deberá de cumplir con las especificaciones CFE C0000-15 "CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE POTENCIA Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN" y NMX aplicables).
- Peso volumétrico del concreto reforzado 2400 kg/m³.
- Resistencia del acero (fy) kg/cm² o MPa (debe cumplir con las normas NMX aplicables).
- El porcentaje de acero de refuerzo no debe ser menor a 0.01 Ag en pilas, las cuales deben diseñarse como columnas y resistir la compresión, tensión, cortante y momentos flexionantes.
- El afloramiento mínimo no deberá ser menor de 30 cm.
- El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá de ser 10 cm para pilas de cimentación.
- La resistencia mínima del concreto a compresión simple para la cimentación deberá ser mínimo de F'c= 300 kg/cm².
- La resistencia mínima a la tensión del acero de refuerzo en su punto de fluencia debe ser de fy= 4 200 kg/cm².
- Para cumplir con los estados límite de servicio en cimentaciones profundas, se debe verificar que:

a) Los asentamientos totales son menores de 5 cm.

b) Para el caso de torres de transmisión los asentamientos diferenciales son de 2 cm entre patas de torres.

- La profundidad mínima de desplante en el suelo deberá ser de 3.00 m para pilas coladas en sitio.

A continuación, se muestran los esquemas de las cimentaciones.

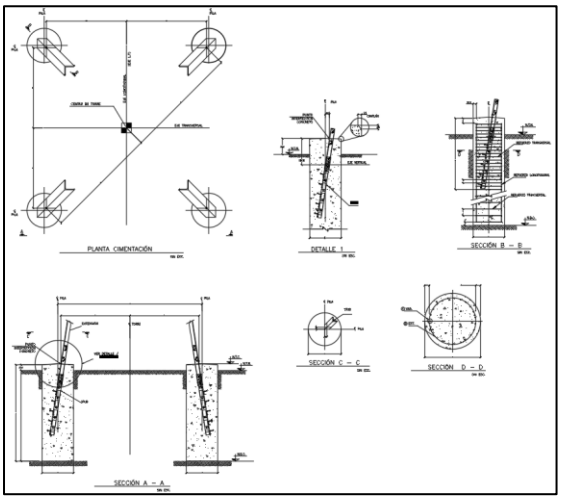


Figura 31. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo.

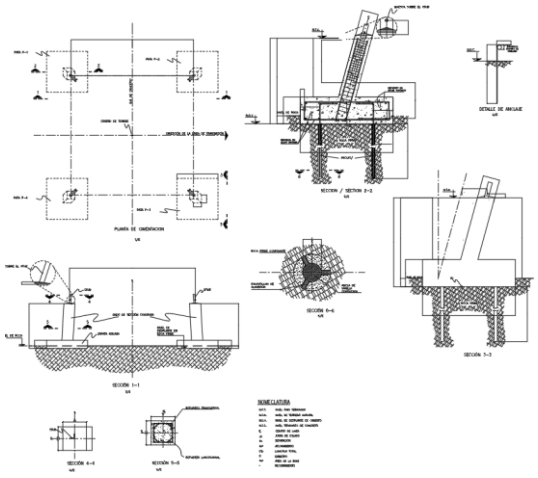


Figura 32. Cimentación tipo zapata aislada para suelo firme (roca firme) y poco profundo.

I.5.18 Obras temporales y permanentes previstas

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto PS Altamirano, será necesaria la implementación de diversas instalaciones y obras de carácter temporal que permitirán el adecuado desarrollo de las actividades constructivas, logísticas y administrativas asociadas al proyecto.

Estas instalaciones serán utilizadas exclusivamente durante la fase de construcción y serán retiradas una vez concluyan las actividades para las cuales fueron habilitadas, dejando las áreas ocupadas en condiciones compatibles con el uso final del proyecto o conforme a las medidas de restauración que resulten aplicables.

Vale la pena señalar que algunas de las instalaciones tendrán superficie de ocupación temporal y permanente de acuerdo a las necesidades constructivas del proyecto. En la siguiente tabla se define el tipo de ocupación de cada infraestructura así como la superficie temporal y permanente considerada.

Tabla 15. Componentes de ocupación temporal y permanente del proyecto.

Componente	TIPO		Superficie (ha)
	Permanente	Temporal	
BESS	2.4107	0.3017	2.7124
Caminos	5.0214	4.8003	9.8217
Circuito	1.7972	0.4770	2.2742
Derecho de vía LT	6.6026	0.0000	6.6026
Instalaciones Provisionales (Oficinas, bodegas, almacenamiento, zona de acopios de residuos, sanitarios)	1.3217	0.4491	1.7708
Inversores	0.0515	0.0624	0.1139
Paneles	88.3409	111.6749	200.0158
Restricción hidrológica	3.7981	0.0000	3.7981
Restricción LT	13.5852	0.0000	13.5852
Retranqueo (libre)	0.0000	42.6209	42.6209
Subestación de Maniobras	22.7300	0.0000	22.7300
Subestación Elevadora	0.5038	0.0490	0.5528
Vallado	4.5133	4.7265	9.2398
Total	150.6763	165.1618	315.8381

De acuerdo con la tabla anterior de las 315.8381 ha de ocupación total para el proyecto PS Altamirano, 150.6367 ha tendrán un uso permanente y 165.1618 ha tendrán una ocupación temporal.

Cabe mencionar que la descripción de las obras se plasma en los párrafos anteriores del presente capítulo.

I.5.19 Tipos de obras o actividades del proyecto

I.5.19.1 Preparación del sitio y construcción

I.5.19.1.1 Delimitación de las zonas de trabajo

Se delimitará el área total autorizada para el desarrollo de la planta solar, así como el trazo e identificación de todas las áreas particulares que la integran, tales como caminos internos, arreglos fotovoltaicos, centros de transformación, centro de interconexión etc. Esta delimitación se realizará mediante la colocación de banderines, estacas y mojoneras, de forma que los puntos sean fácilmente localizables y permanezcan debidamente protegidos. Los trabajos se llevarán a cabo con apoyo de equipo topográfico. Adicionalmente, se colocará señalización adecuada para el tránsito de maquinaria y equipo, y se realizará la limpieza de los sitios donde se desarrollarán las obras.

I.5.19.1.2 Limpieza de Terreno

Previo al inicio de los trabajos de desmonte y desenraice, se ejecutará el programa de rescate y alejamiento de fauna silvestre, así como la reubicación de flora, conforme a lo establecido en normativa. Posteriormente, se procederá al retiro de la vegetación existente —arbórea, arbustiva y herbácea— dentro de las áreas requeridas, con el objetivo de evitar la presencia de material vegetal que obstruya la visibilidad o interfiera con el desarrollo de las actividades constructivas y la correcta instalación y operación de los módulos fotovoltaicos. Para estas actividades se empleará maquinaria adecuada para el retiro del material vegetal.

Se realizarán trabajos de despalme consistentes en la remoción y retiro de la capa superficial del terreno vegetal en aquellas áreas donde, por sus características, no resulte adecuada para

el desplante de las obras. El material producto del despalme será acopiado para su posterior disposición final. Estas actividades se llevarán a cabo con maquinaria y equipo especializado, considerando el arrastre de la capa orgánica y horizontes superficiales del suelo, con un espesor estimado entre 15 y 30 cm. El despalme se limitará a áreas específicas destinadas a edificaciones, caminos, obras de conducción, casetas, registros, ductos eléctricos y zonas donde se requiera una nivelación puntual para los sistemas de seguimiento de los módulos fotovoltaicos.

I.5.19.1.3 Trazo

Se efectuará el trazo para delimitar la ubicación de los equipos y estructuras que conforman la planta, definiendo los ejes y anchos de las cimentaciones, así como los ejes correspondientes a las demás obras. Esta actividad es fundamental para garantizar la precisión en el desarrollo de la construcción. El trazo se realizará mediante estacas de madera e hilos, que permitirán señalar los puntos de referencia necesarios para las excavaciones o perforaciones requeridas. Las estacas empleadas serán de madera, de sección cuadrada, con dimensiones y características adecuadas para la correcta identificación de los puntos de control.

I.5.19.1.4 Señalización

Dentro del área del proyecto se instalará la señalización necesaria para delimitar las zonas de trabajo y orientar al personal involucrado, con el objetivo de salvaguardar su integridad y garantizar la seguridad de las instalaciones. Se verificará que dicha señalización cuente con adecuada visibilidad, se encuentre en buen estado de conservación y no presente desgaste o deterioro que dificulte su correcta identificación. Asimismo, se asegurará que todas las señales estén debidamente fijadas y adheridas, evitando cualquier tipo de movilidad.

La señalización considerada incluirá, de manera enunciativa mas no limitativa, la correspondiente a caminos, servicios sanitarios, límites de velocidad, direcciones de circulación, riesgos eléctricos, ubicación de extintores, estaciones de emergencia y puntos de encuentro.

I.5.19.2 Etapa de construcción

Las etapas de construcción a continuación descritas se llevarán a cabo de manera simultánea en muchos de los casos, se debe consultar

Colocación del vallado

La planta fotovoltaica contará con un cierre o mallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Dicho mallado será de una altura mínima de 2.0 m, formado por de malla, con postes metálicos de acero galvanizado montados sobre base de concreto y fijaciones, provista de nervadura de refuerzo en forma transversal y galvanizada.

Las características de la valla o delimitación se resumen a continuación:

- Valla: Malla ciclónica metálica y galvanizada.
- Altura: 2 metros (mínimo)

Excavación, cortes y rellenos.

Considerando las características topográficas del predio, se procurará conservar en la mayor medida posible las pendientes naturales del terreno. En consecuencia, se buscará evitar la ejecución de cortes y terraplenes para la conformación de terrazas o plataformas, salvo en aquellas áreas donde resulte estrictamente necesario, como en la ubicación de centros de transformación, centro de interconexión, casetas y otras obras civiles indispensables para la operación de la planta.

Dadas las condiciones topográficas y las pendientes predominantes del sitio, se estima que la generación de materiales sobrantes será mínima. En este sentido, los trabajos de relleno se limitarán a lo estrictamente necesario, considerando las nivelaciones y cimentaciones de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, zanjas para el cableado, plataformas de los centros de transformación e interconexión, así como de otras estructuras que integran la planta. El material producto de las excavaciones podrá reutilizarse como material de relleno,

siempre que cumpla con las características técnicas requeridas, y el material excedente será distribuido dentro del área del proyecto en las zonas que lo requieran. En caso de ser necesario material adicional, este deberá provenir de bancos de material debidamente autorizados.

Las terracerías para la Subestación consistirán en la ejecución de cortes y rellenos, así como en la conformación y revestimiento de taludes, cunetas y contracunetas, con el objetivo de evitar riesgos de inundación y garantizar la estabilidad del terreno donde se desarrollará la infraestructura. Estas actividades permitirán la formación de plataformas y terraplenes compactados conforme a las cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos del proyecto, definiendo la cota de piso terminado. Los terraplenes se construirán mediante capas horizontales de material, con un espesor aproximado de 20 cm en estado suelto, las cuales serán compactadas hasta alcanzar el grado de compactación indicado en el proyecto y en el informe de mecánica de suelos. El tipo de material a emplear dependerá de la topografía y de las condiciones geotécnicas y ambientales propias del sitio.

Excavación de instalaciones eléctricas

La construcción de la red debe ser determinada por los planos correspondientes. Para su construcción, es necesario conocer puntos de referencia acotados o coordenadas para realizar el trazado y excavación.

Estas trayectorias son paralelas a los caminos internos y principales, por lo que deben de considerar el cruce con estos, así como el nivel de su rasante como referencia para determinar la profundidad, además del volumen que se retirará, la calidad de este y posteriormente, su tratamiento y compactación para dar las características de diseño.

La construcción de la red de media tensión va acompañada del tendido del sistema de comunicación y la red de tierras, por lo que se deben evaluar cruces entre dichos sistemas y su interacción.

Tendido de cables MT

Durante esta etapa se realiza el tendido de los cables de media tensión conforme al trazo aprobado en ingeniería, considerando las rutas, radios de curvatura y separaciones establecidas en normativa vigente. Las actividades incluyen el desenrollado, tendido y acomodo del cableado, así como su fijación y protección mecánica según el tipo de instalación (canalización subterránea o aérea). Todo el proceso se ejecuta bajo estrictos controles de calidad y seguridad, con el fin de garantizar la integridad del cable y su correcto desempeño eléctrico.

Estructura de soporte de los paneles solares

El sistema de seguimiento está compuesto de hincas, un tubo de torque, un eje de transmisión, un sistema motorizado para la rotación y un sistema de comunicación, así como soportes para montaje de los módulos y todas las preparaciones para los sistemas eléctricos y de fijación. Después del acondicionamiento del terreno, los perfiles que soportan la estructura se entierran en la superficie del terreno con una máquina hincadora. La profundidad de hincado y la sección expuesta están en función de las características del terreno y puede o no incluir una cimentación auxiliar

Instalación de módulos fotovoltaicos

El montaje y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras se realizará conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, considerando la correcta alineación y verificación de su instalación. Dicho montaje estará determinado por las características mecánicas de los módulos y por los lineamientos del proveedor del sistema de seguimiento, siguiendo sus procedimientos de operación y mantenimiento, con el fin de asegurar que la compresión de los elementos de sujeción no genere daños en los soportes ni en las celdas fotovoltaicas. Asimismo, durante la ejecución de las conexiones eléctricas se verificará lo establecido en las especificaciones técnicas respecto al tipo de unión requerido, ya sea mediante soldaduras o conexiones mecánicas, así como la correcta implementación del sistema de puesta a tierra de gabinetes y equipos, incluyendo, en caso necesario, picas adicionales para sistemas de comunicación o protección contra descargas atmosféricas. De igual forma, se revisarán los calibres y dimensiones de los terminales en baja tensión del lado del inversor y en media tensión en los tableros correspondientes, así como el cumplimiento de los requerimientos de

comunicación, tales como distancias entre cables de baja y media tensión y el uso de interfaces específicas, conforme a los manuales técnicos del fabricante del inversor.

Interconexión de cables BT

En esta etapa se lleva a cabo la interconexión de los cables de baja tensión entre módulos, strings, cajas combinadoras e inversores, conforme a la ingeniería aprobada. Las actividades incluyen el conexionado, etiquetado y aseguramiento de los conductores, verificando polaridad, continuidad y correcto apriete de terminales. Los trabajos se realizan cumpliendo con las normas eléctricas aplicables y las especificaciones del fabricante, garantizando una operación segura y confiable del sistema.

Cimentaciones

La construcción de las cimentaciones se llevará a cabo previo a la llegada de los equipos y estructuras, con el objetivo de permitir el montaje oportuno de las estructuras una vez que estos sean suministrados. Previamente a la ejecución de las obras, se habrán concluido las actividades de levantamiento topográfico, trazo y estacado, desmonte, limpieza, nivelación del terreno y plataforma.

Excavación de cimentaciones

Se realizará la excavación del terreno en el área destinada a cada cimentación, de acuerdo con el tipo de solución estructural definida en el proyecto ejecutivo (losa de concreto, zapatas, cimentación profunda con pilotes u otra alternativa), en función de las condiciones del suelo identificadas.

Durante esta etapa se ejecutarán también el paso de conductos necesarios para la instalación de los tubos de salida de cables eléctricos y del sistema de puesta a tierra.

Ejecución de la Cimentación

Se procederá a la ejecución de la cimentación. En el caso de cimentaciones superficiales, se realizará el colado de la losa de concreto; mientras que, para cimentaciones profundas, los pilotes se instalarán previamente a la ejecución de la losa.

El concreto se colocará de forma controlada, garantizando una distribución uniforme y el cumplimiento de las especificaciones de diseño.

Instalación de Elementos de Anclaje

Sobre la cimentación se instalarán los elementos metálicos de anclaje y las placas de acoplamiento, los cuales permitirán la fijación estructural de las estructuras y la adecuada transmisión de cargas hacia el terreno.

Condiciones Geotécnicas

Previo al inicio de las obras, se realizará una investigación geotécnica para caracterizar las condiciones del suelo en cada punto de implantación. En caso de que durante la excavación se identifiquen condiciones del terreno distintas a las previstas o no adecuadas para la cimentación, se evaluará la posibilidad de realizar ajustes.

Control de Calidad del Concreto

Durante el proceso de colado, se tomarán muestras del concreto para su análisis en laboratorios acreditados, con el fin de verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad y resistencia establecidos en el proyecto, minimizando riesgos estructurales y ambientales.

Etapas de Construcción

La construcción de la cimentación se desarrollará en dos etapas principales:

Colado de la losa inferior: Colocación del acero de refuerzo y vaciado del concreto, con la realización de pruebas de control de calidad, con de los pernos de anclaje de la estructura, seguida del colado del concreto y su correspondiente verificación.

Unión Cimentación–estructura

Antes del instalado de la estructura, se realizará el relleno de la unión entre estructura y la cimentación mediante un grout asegurando una conexión estructural adecuada y de larga durabilidad.

Unión estructura–equipo

Una vez instalado la estructura, se realizará la verificación de las alturas necesarias en sitio y las ubicaciones de los pernos de anclaje con equipo asegurando una conexión estructural adecuada.

Obras complementarias y sistemas auxiliares

Esta fase contempla los caminos de acceso a la planta para permitir la llegada del transporte vehicular hacia diferentes zonas. Los viales interiores se destinarán a la conexión de los centros de transformación entre sí y el acceso a todas las estructuras solares FV y edificios que conforman la planta. Las secciones de pavimentos estarán diseñadas con base en los requerimientos geotécnicos de la instalación y la normativa aplicable.

El acceso está condicionado por los caminos existentes del lugar, mientras que la disposición de los caminos internos en la planta fotovoltaica está en función de los inversores y trackers.

Compactación

Con la finalidad de lograr que los suelos sean estables y minimizar cargas inusuales sobre los cimientos o estructuras ya instaladas, es necesario realizar la compactación y nivelación del terreno. Cuando se realicen rellenos, el material será colocado en capas, compactando en diferentes niveles dependiendo de los requerimientos de la instalación y/o infraestructura. Toda la compactación cumplirá con todos los estándares locales y nacionales aplicables.

El material de compactación provendrá del propio material producto de las excavaciones o de características para materiales autorizados que se encuentren en la cercanía del área de la modificación. Todos los terrenos serán nivelados de acuerdo con las especificaciones que requieran cada estructura o elemento. Estas nivelaciones estarán diseñadas para mantener la estabilidad de las pendientes y minimizar perturbaciones en los patrones de drenaje natural. La nivelación de los caminos cumplirá con los requerimientos mínimos especificados respecto a los radios de giro, ancho y grado de camino y carga de diseño.

Durante la etapa de construcción podrán habilitarse instalaciones provisionales en áreas previamente definidas, las cuales se establecerán de manera que no interfieran con el desarrollo de las obras ni con la operación futura de la planta. Al término de la construcción, dichas áreas deberán ser liberadas y restituidas a su condición original. Se considerarán las adecuaciones necesarias del terreno para la correcta instalación de casetas y áreas operativas asociadas al proyecto. Estas zonas deberán contar con las condiciones adecuadas para su funcionamiento durante la etapa de construcción y puesta en marcha de la planta solar.

Instalación de sistemas de seguridad

El sistema de CCTV complementa la seguridad física del proyecto mediante el monitoreo de accesos y del vallado perimetral para prevenir intrusiones. Los equipos de vigilancia e intrusión se instalan sobre postes o mástiles cuya altura se define en función de las características del sistema y de su interacción con los módulos fotovoltaicos, considerando cimentaciones de concreto con canalizaciones integradas para cables de fuerza y comunicación. Asimismo, los sistemas de comunicación del parque, que incluyen señales de monitoreo y control, deberán verificarse para asegurar la correcta instalación, continuidad y funcionamiento de los cables y conectores, realizando pruebas tanto en campo como en el Cuarto de Operaciones.

I.5.19.3 Tipo de maquinaria a utilizar.

Maquinaria Vial

La construcción de caminos dentro de una planta fotovoltaica es un proceso que involucra diferentes maquinarias, esta se elige según el tipo de terreno, volúmenes, tamaño de la planta, distancias de acarreo, etc. A continuación, se desglosa la maquinaria utilizada en las principales etapas de la construcción de caminos:

- Etapa Planeación y diseño:

Esta fase incluye el análisis topográfico y el diseño geométrico. Durante esta etapa no se requiere maquinara pesada, pero es crucial para determinar las especificaciones y definir qué tipo de máquinas se utilizarán en las etapas posteriores.

- Etapa Preparación del terreno:

La preparación de terreno implica despejar el área de construcción, nivelar el terreno y garantizar que esté listo para recibir la estructura del camino. Las principales máquinas utilizadas son:

Tabla 16. Maquinaria utilizada durante la etapa de preparación de sitio.

Maquinaria	Imagen de referencia
Bulldozers: Maquinaria diseñada para empujar grandes cantidades de tierra. Se utiliza para limpiar el terreno y mover materiales como rocas y vegetación, facilitando la creación de una superficie plana.	
Retroexcavadoras: Son esenciales en la creación de zanjas, la nivelación del terreno y movimiento de tierras en áreas difíciles de alcanzar.	
Motoconformadora (Motoniveladoras): Estas se encargan de afinar la nivelación del terreno, creando una superficie uniforme que será la base del camino siendo ideales para trabajos de precisión.	
Rodillos compactadores: Se utilizan para compactar el suelo y eliminar cualquier espacio vacío	

- Etapa Movimiento de tierras:

Durante esta etapa se transporta, excava y distribuye grandes volúmenes de tierra para preparar el terreno donde se construirá el camino. En esta etapa se emplean:

Tabla 17 Maquinaria utilizada durante los movimientos de tierra.

Maquinaria	Imagen de referencia
Camiones de volteo: Son utilizados para transportar materiales como tierra, arena y escombros a diferentes áreas del proyecto.	
Excavadora de orugas: Son para trabajar en terrenos difíciles, su versatilidad les permite excavar, cargar y transportar material.	

- Etapa Construcción de la estructura de Pavimento

La estructura de pavimento de los caminos será definida con base en los estudios geotécnicos, las condiciones de operación y los criterios de diseño aplicables al proyecto. Dependiendo de los resultados obtenidos, esta podrá estar conformada por diferentes capas estructurales, tales como subrasante, subbase, base y capa de rodadura, las cuales deberán cumplir con las características y especificaciones de calidad establecidas en la normativa vigente.

Para la construcción de estas capas se utilizará maquinaria como motoconformadoras para la conformación y nivelación de materiales, rodillos compactadores para alcanzar los grados de compactación requeridos y camiones de volteo para el suministro y distribución de materiales. En caso de que el proyecto contemple caminos pavimentados con carpeta asfáltica o concreto hidráulico, podrán emplearse adicionalmente plantas de producción de mezcla asfáltica, pavimentadoras, camiones cisterna para la aplicación de riegos de emulsión o impregnación, así como el equipo especializado necesario para la colocación y acabado de dichos materiales.

- Personal requerido:

La ejecución de las actividades de construcción de caminos requerirá personal técnico y operativo calificado, cuya cantidad dependerá de las dimensiones de la planta fotovoltaica,

los volúmenes de movimiento de tierras, las condiciones topográficas del sitio y el programa de obra. De manera general, se considera la participación de:

a) Ingeniero residente o supervisor de obra: Responsable de la coordinación general de los trabajos y del cumplimiento de las especificaciones técnicas.
b) Ingenieros de campo: Encargados de supervisar las actividades constructivas y verificar el cumplimiento de los criterios de calidad.
c) Topógrafos y auxiliares de topografía: Responsables del trazo, control geométrico, replanteo y verificación de niveles durante la construcción.
d) Operadores de maquinaria pesada: Personal capacitado para la operación de bulldozers, excavadoras, retroexcavadoras, motoconformadoras, rodillos compactadores y demás equipos requeridos.
e) Operadores y choferes de camiones de volteo: Responsables del transporte de materiales dentro del área del proyecto.
f) Personal de control de calidad: Encargado de realizar pruebas y verificaciones relacionadas con la compactación y calidad de los materiales empleados.
g) Personal de seguridad, salud y medio ambiente: Responsable de supervisar el cumplimiento de las medidas de seguridad y protección ambiental.
h) Ayudantes generales y cuadrillas de apoyo: Personal destinado a actividades auxiliares durante la ejecución de los trabajos.

Maquinaria para el MDT

La maquinaria requerida para la ejecución de los movimientos de tierras asociados a la zona de trackers y demás áreas de implantación será definida en función de las condiciones particulares del sitio, tales como la topografía, las características geotécnicas del terreno, los volúmenes de corte y relleno, las distancias de acarreo y los rendimientos de construcción requeridos. De manera general, se empleará la misma maquinaria descrita en las etapas de preparación del terreno y movimiento de tierras, incluyendo equipos para excavación, conformación, transporte, nivelación y compactación de materiales.

Maquinaria para la Subestación Elevadora

La construcción de la subestación elevadora comprende actividades como limpieza y nivelación del terreno, excavación para cimentaciones, construcción de obras civiles, montaje de estructuras metálicas, instalación de equipos eléctricos y pruebas de puesta en servicio. La maquinaria empleada depende directamente de las dimensiones de la subestación, el peso de los equipos y las condiciones del sitio.

- Etapa de Preparación del terreno

Esta etapa comprende la limpieza del área, nivelación del terreno y acondicionamiento de la plataforma donde se construirá la subestación.

Tabla 18 Maquinaria a utilizar para la construcción de la subestación elevadora.

Maquinaria	Imagen de referencia
Bulldozer: Equipo utilizado para el despalme, retiro de material vegetal, conformación del terreno y movimiento de material superficial, permitiendo obtener una superficie adecuada para la construcción.	
Motoconformadora (Motoniveladora): Se utiliza para nivelar y perfilar la plataforma de la subestación, garantizando las pendientes de diseño y el adecuado drenaje superficial	
Rodillo compactador: Empleado para compactar el terreno y las capas de relleno, asegurando la capacidad de soporte requerida para las cimentaciones y vialidades internas.	
Excavadora de orugas: Son para trabajar en terrenos difíciles, su versatilidad les permite excavar, cargar y transportar material.	

Maquinaria	Imagen de referencia
Camión de volteo: Utilizado para el transporte de material producto de excavación, material de banco y residuos de construcción.	
Camión revolvedor de concreto: Se emplea para el suministro de concreto en cimentaciones de estructuras, bases de equipos y obras civiles.	
Grúa hidráulica telescópica: Equipo indispensable para el izaje y posicionamiento de equipos de gran peso como transformadores de potencia, interruptores, cuchillas, transformadores de instrumentos y estructuras metálicas.	
Plataforma de elevación: Permite realizar trabajos en altura durante el montaje de barras, aisladores, equipos y cableado.	
Camión con brazo artículado (Hiab): Utilizado para la descarga y posicionamiento de materiales y equipos de menor capacidad.	
Montacargas: Empleado para el movimiento interno de materiales, gabinetes eléctricos y accesorios.	

- Maquinaria para la Línea de Transmisión

La construcción de la línea de transmisión comprende actividades de habilitación de accesos, excavación y cimentación de torres, montaje de estructuras, tendido de conductores y cable de guarda, así como pruebas finales de operación.

Maquinaria	Imagen de referencia
Bulldozers: Se utiliza para el acondicionamiento de caminos de acceso temporales y permanentes hacia los sitios de torre.	
Motoniveladora: Empleado para perfilar y dar mantenimiento a los caminos de acceso.	
Rodillo compactador: Se utiliza para compactar la superficie de los caminos temporales.	
Excavadora hidráulica: Realiza excavaciones para las cimentaciones de las torres de transmisión.	
Retroexcavadora: Apoya en excavaciones menores y rellenos.	

Maquinaria	Imagen de referencia
Camión revolvedor de concreto: Se emplea para el suministro de concreto en cimentaciones de estructuras, bases de equipos y obras civiles.	
Camión de volteo: Transporta materiales de excavación, agregados y residuos.	
Grúa hidráulica: Se emplea para el armado e izaje de secciones de las torres metálicas.	
Camión grúa: Facilita el transporte y montaje de componentes estructurales.	
Máquina tensionadora: Mantiene la tensión mecánica adecuada durante el tendido de los conductores y cable de guarda, evitando daños al conductor.	
Máquina jaladora (Puller): Genera la fuerza necesaria para el tendido de los conductores mediante cable piloto.	

Maquinaria	Imagen de referencia
Malacate o Winche hidráulico: Se utiliza para maniobras auxiliares durante el tendido y montaje.	
Porta carretes (Carrier Reel Trailer): Transporta y permite el desenrollado controlado de los carretes de conductor.	
Plataforma de elevación (Manlift): Apoya en trabajos de instalación de herrajes y accesorios en estructuras.	

La maquinaria utilizada durante la construcción contará con mantenimiento preventivo y correctivo vigente, con el fin de minimizar emisiones atmosféricas, fugas de combustibles y lubricantes, así como reducir los niveles de ruido. El abastecimiento de combustible y las actividades de mantenimiento mayor se realizarán en instalaciones autorizadas, evitando riesgos de contaminación del suelo.

La operación de la maquinaria utilizada durante las etapas de preparación del sitio, construcción y montaje de la subestación elevadora y la línea de transmisión será realizada por personal calificado y con experiencia en el manejo de equipo pesado. Los operadores deberán contar con la capacitación correspondiente para el tipo de maquinaria asignada, así como con los conocimientos necesarios en materia de seguridad industrial, prevención de riesgos y protección ambiental. Asimismo, deberán utilizar en todo momento el equipo de

protección personal (EPP) requerido para cada actividad, conforme a la normatividad vigente y a los procedimientos establecidos por el contratista responsable de la obra.

I.5.19.4 Operación y mantenimiento Planta Solar, Subestación y LT

I.5.19.4.1 Tipos de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento se realizarán con el objetivo de garantizar la operación segura, confiable y continua de las instalaciones y equipos. Previo a cualquier intervención, se aislarán todas las fuentes de energía y se verificará la ausencia de tensión, asegurando que las labores sean ejecutadas por personal calificado, utilizando equipo de protección personal y herramientas de inspección conforme a las recomendaciones de los fabricantes y a las buenas prácticas de ingeniería.

Mantenimiento preventivo:

Se realizará con la finalidad de conservar los equipos en condiciones óptimas mediante inspecciones y revisiones periódicas, lo que permitirá anticipar fallos, reducir paros no programados y mejorar la confiabilidad del sistema. Estas actividades se planificarán en función del tiempo, las horas de operación o las condiciones de uso, considerando la criticidad de los equipos y los factores ambientales. Entre las labores más relevantes se incluirán la verificación de sistemas de seguridad, la inspección y limpieza de componentes, la revisión de sistemas de ventilación, señalización, alumbrado, rutas de evacuación y control de plagas, así como revisiones periódicas de conexiones eléctricas, elementos de protección, condiciones físicas de los equipos, análisis termográfico e inspecciones de instalaciones eléctricas de media y alta tensión.

Mantenimiento predictivo:

Se basará en la monitorización continua del estado de los equipos mediante técnicas no destructivas, tales como el análisis térmico y la medición de parámetros eléctricos, lo cual permitirá detectar desviaciones de funcionamiento en etapas tempranas, optimizar el rendimiento y prolongar la vida útil de los activos, reduciendo costos y evitando fallas mayores.

Mantenimiento correctivo:

Comprenderá las acciones destinadas a reparar fallas o averías una vez que estas se presenten, pudiendo ejecutarse de manera programada o inmediata, en función de su impacto en la operación. Dichas intervenciones podrán involucrar componentes mecánicos, sistemas automatizados o plataformas digitales, y permitirán restablecer de manera eficaz el funcionamiento normal de los equipos.

Mantenimiento extraordinario:

Contemplará intervenciones no recurrentes y de mayor alcance, orientadas a la mejora del desempeño, la prolongación de la vida útil o la recuperación de activos que presenten un nivel de deterioro superior al previsto. Estas acciones podrán incluir modificaciones estructurales, tecnológicas o funcionales, con el objetivo de mantener la disponibilidad y el valor de las instalaciones a lo largo del tiempo.

I.5.19.4.2 Operación y Mantenimiento PV

Se define como "Operación de la Planta" el conjunto de las actividades necesarias para operar el Parque Fotovoltaico y mantener y asegurar las condiciones correctas de funcionamiento en todo momento. Se deberá de realizar la Operación de la Planta Fotovoltaica de acuerdo con procedimientos válidos y con toda la reglamentación y legislación que afecte al funcionamiento de esta. La operación del parque entra en el alcance tanto de la modalidad con presencia fija como presencia flotante.

El dueño debe proponer como actividades más importantes a realizar durante la Operación de la Planta:

- Operar la Planta de forma eficiente y adecuada conforme a los Manuales de Operación y Mantenimiento y la normativa aplicable de modo que se obtenga el Rendimiento Anual Mínimo Garantizado.

- Cumplir y hacer cumplir el Plan de Emergencias que afecte a los servicios de operación y mantenimiento de la instalación y asumir la completa responsabilidad para su correcta aplicación.

- Cumplir con toda la normativa medioambiental que se encuentre en vigor durante la vigencia del Contrato, tomando todas las medidas necesarias para evitar la emisión o el vertido de sustancias contaminantes incompatibles con la normativa aplicable, las Buenas Prácticas Industriales y los permisos y autorizaciones con que cuenta la Planta.

- Controlar y supervisar el funcionamiento de la Planta informando por escrito al Cliente con la periodicidad que este crea oportuno.

- Verificar, registrar y comunicar al Cliente la información relativa a la producción de energía eléctrica, radiación recibida por el campo solar, revisiones y maniobras, evacuación de electricidad a la red eléctrica, repuestos y consumibles empleados y consumos de la Planta.

El mantenimiento tiene como objetivo garantizar que las actividades operativas tengan continuidad, y prologar la vida útil de los equipos, por ello se debe aplicar los diferentes tipos de mantenimiento descritos con anterioridad.

El mantenimiento preventivo contempla inspecciones periódicas a los módulos fotovoltaicos para verificar su integridad física, detectar suciedad, sombreos, microfracturas, o pérdidas de fijación, así como la limpieza de estos conforme a un programa establecido y bajo condiciones que no comprometan su funcionamiento ni su garantía. Asimismo, se realizan revisiones a las estructuras de soporte y trackers, verificando alineación, nivelación, apriete de tornillería, corrosión, deformaciones y correcto funcionamiento de los sistemas de seguimiento solar.

En el sistema eléctrico, se inspeccionan los inversores, tableros de corriente continua y alterna, centros de transformación, sistemas de protección y puesta a tierra, evaluando conexiones, temperaturas, señales de alarma, estado de ventilación y funcionamiento general. Se incluye la revisión del tendido de cables, canalizaciones, charolas y registros, asegurando la ausencia de daños mecánicos, degradación del aislamiento o conexiones defectuosas.

El mantenimiento correctivo comprenderá la atención y reparación de fallas detectadas durante las inspecciones o a partir de eventos operativos, los cuales pueden ser:

- Sustitución de módulos
- Conectores
- Fusibles
- Equipos eléctricos
- Componentes mecánicos, etc.

Garantizando el restablecimiento seguro y eficiente de la operación.

Adicionalmente, se ejecutan actividades de mantenimiento predictivo, mediante el análisis de datos de monitoreo, curvas de generación, termografías y registros históricos, con el fin de anticipar fallas, optimizar el desempeño del sistema y reducir tiempos de indisponibilidad.

Todas las actividades de mantenimiento deben realizarse conforme a los procedimientos de seguridad, normativas aplicables y recomendaciones del fabricante, dejando evidencia documental de las inspecciones, mediciones y acciones ejecutadas.

I.5.20 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

En la etapa de Desmantelamiento, se deben ejecutar las actividades necesarias para realizar la remoción total de las Instalaciones y estructuras que conformaron el Proyecto, incluyendo la demolición, el desarmado y desmontaje, y la reutilización o disposición de equipos y accesorios, así como, el completo retiro de materiales y residuos que se generen durante esta etapa, de manera que se cumpla con la regulación vigente en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.

Por su parte, se deberá establecer las actividades que serán integradas para la etapa de Abandono con base en lo siguiente:

1. Un Análisis de Riesgo actualizados para las actividades y procesos correspondientes a la etapa de Abandono

2. Los términos, condicionantes, medidas de mitigación y/o compensación ambiental establecidas en la autorización del Proyecto en materia de impacto ambiental

3. Los resultados de la caracterización del Sitio del Proyecto y/o del diagnóstico de daños al medio ambiente ocasionados por las actividades del Regulado, o en el caso de Proyectos que cuenten con línea base ambiental los resultados de su actualización;

4. Asegurarse que las actividades sean adecuadas al Sitio del Proyecto y se encuentren en secuencia con las actividades que se llevaron a cabo durante el Desmantelamiento.

La etapa de Abandono debe incluir las acciones de restauración, compensación ambiental y/o remediaciones apropiadas para mitigar el daño o afectación al ambiente, conforme a la normatividad aplicable.

Desmantelamiento área PV.

Dentro del programa se consideran como actividades principales las siguientes:

- Retiro y disposición de módulos
- Retiro de equipo eléctrico (inversores, condensador sincrónico, trasformadores, mediciones, protecciones.).
- Desarmado de estructuras fijas y de seguimiento.
- Demolición y rehabilitación
- Limpieza del sitio
- Restauración del sitio.

Desmantelamiento Subestación y línea.

Dentro del programa se consideran como actividades principales las siguientes para las subestaciones:

- Desenergización y consignación eléctrica.
- Retiro de equipos primarios (transformadores, interruptores, cuchillas, TC, TP).
- Desmontaje de estructuras metálicas y pórticos.
- Retiro de conductores, cable de guarda y fibra óptica.

- Demolición de cimentaciones y restitución del terreno.

Mientras que para las líneas se considera:

- Desenergización y libranza.
- Retiro de conductores de fase y cable de guarda.
- Desmontaje de torres/postes.
- Retiro de cimentaciones y restauración del sitio.

Durante la limpieza del sitio, se deberá dejar el terreno libre de escombros y libre de áreas con depresiones topográficas que pudiesen afectar los patrones de escurrimiento sobre el terreno, de igual manera se deberán remover componentes superficiales.

I.5.21 Inversión requerida

I.5.21.1.1 Costo de la inversión del proyecto

Se prevé que la inversión total del proyecto sea de 2,646,543,128.00 MXN (Dos mil seiscientos cuarenta y seis millones quinientos cuarenta y tres mil ciento veintiocho pesos 00/100 M.N.).

I.5.21.2 Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración

Con el propósito de garantizar la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para el PS Altamirano, se realizó una estimación económica de los recursos requeridos para su ejecución durante las diferentes etapas del proyecto. Esta valoración permite asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

La estimación económica fue desarrollada considerando las actividades específicas definidas para cada una de las medidas ambientales, incluyendo requerimientos de personal, materiales, equipos, infraestructura, suministros y actividades operativas necesarias para su implementación.

Con el fin de facilitar el análisis financiero y la planificación de la ejecución de las medidas ambientales, la valoración fue estructurada diferenciando las inversiones iniciales (**CAPEX**) de los costos de operación (**OPEX**), de acuerdo con la naturaleza de cada actividad.

- **CAPEX (Capital Expenditure):** corresponde a las inversiones requeridas para la adquisición, suministro e instalación inicial de infraestructura, equipos, materiales y demás elementos permanentes necesarios para la implementación de las medidas ambientales.

- **OPEX (Operational Expenditure):** comprende los costos asociados con la operación, mantenimiento, supervisión ambiental, capacitación, gestión de residuos, mantenimiento de infraestructura ambiental y demás actividades requeridas para garantizar la ejecución continua de las medidas de manejo durante las diferentes etapas del proyecto.

Como resultado del ejercicio de valoración económica se obtuvo el resumen presentado en la siguiente tabla, en la cual se consolida el presupuesto ambiental aproximado considerando la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, mas no los programas ambientales.

Tabla 19. Evaluación Económica de las medidas de mitigación propuestas

RESUMEN ECONÓMICO – PARQUE SOLAR ALTAMIRANO						
Partida	**Descripción**	**CAPEX (MXN)**	**OPEX (MXN)**	**Total (MXN)**	**% del total**	**Estado**
P-01	Coordinación y supervisión ambiental	$50.000	$1.802.400	$1.852.400	38,7%	Valorado
P-02	Capacitación e inducción ambiental	-	$93.600	$93.600	2,0%	Valorado
P-03	Señalización y delimitación ambiental	$194.500	$30.000	$224.500	4,7%	Valorado
P-04	Gestión de RSU y residuos de manejo especial	$120.000	$436.800	$556.800	11,6%	Valorado
P-05	Gestión de residuos peligrosos	$199.000	$223.200	$422.200	8,8%	Valorado
P-06	Control de erosión y estabilización	$390.000	$310.000	$700.000	14,6%	Valorado
P-07	Control de emisiones y polvo	-	$280.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-08	Protección y manejo de flora	$100.000	$180.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-09	Protección y manejo de fauna	$100.000	$280.000	$380.000	7,9%	Valorado
SUBTOTAL SIN REFORESTACIÓN		**$1.153.500**	**$3.636.000**	**$4.789.500**	**100,0%**	**Completo para P-01 a P-09**

I.5.22 Duración estimada del proyecto (cronograma de trabajo)

El cronograma que se presenta en la siguiente tabla, muestra la programación en tiempo, de las diferentes etapas del Proyecto, misma que se estima en aproximadamente **24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción** y una duración de **35 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 35 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.

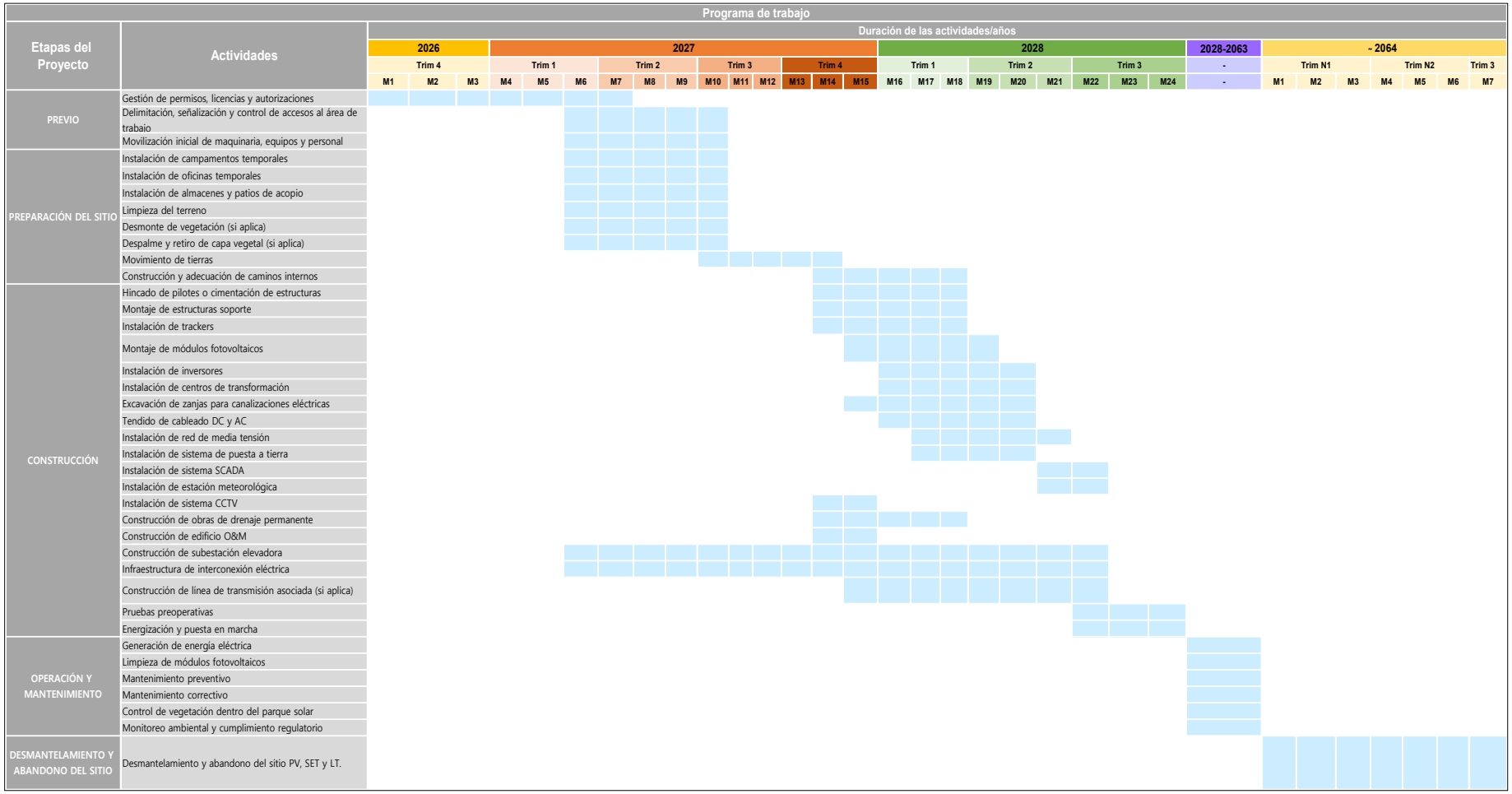


Figura 33. Cronograma de trabajo del proyecto PS Altamirano

Se considera que la vida útil de las Centrales es de por lo menos 35 años. Transcurrido este periodo se contempla el siguiente programa de abandono de estas, el cual es tentativo y estará sujeto a modificaciones.

Tabla 20 Etapas de desmantelamiento y abandono Subestación, LT y PV

Desmantelamiento y abandono de la PV							
Actividades	**Mes 1**	**Mes 2**	**Mes 3**	**Mes 4**	**Mes 5**	**Mes 6**	**Mes 7**
Desmantelamiento y disposición de módulos FV							
Desmantelamiento y disposición de módulos FV							
Desarmado de estructura soporte							
Demolición y retiro de cimentaciones y obras civiles							
Limpieza general del sitio							
Restauración del sitio y revegetación							
Desmantelamiento y abandono de la Subestación, LT							
Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Desenergización, consignación y liberación de instalaciones eléctricas							
Desmantelamiento de equipos eléctricos primarios en subestación (230 kV)							
Retiro de conductores, cable de guarda y fibra óptica (líneas de transmisión)							
Desmontaje de estructuras metálicas (pórticos, torres, postes)							
Demolición y retiro de cimentaciones y obras civiles							
Limpieza general del sitio							
Restauración del sitio y revegetación							
Cierre ambiental del proyecto							

Se anexa de manera digital el cronograma de trabajo en formato Excel para su consulta.

VER Anexos/ Capítulo I/2.Proyecto/Cronograma de trabajo.

I.5.23 Insumos requeridos para el proyecto

I.5.23.1 Etapa de preparación del sitio y Construcción

I.5.23.1.1 Consumo de agua

El agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones reutilizables proporcionados por una empresa autorizada. Considerando una porción aproximada de 3 litros por persona al día y un promedio de 300 trabajadores, se estima un consumo aproximado de 27,000 litros por mes.

Consumo de Agua Potable:

Tabla 21. Calculo para consumo de agua potable

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación por persona	3	Litros/día	-
Personal promedio	350	Trabajadores	-
Consumo diario total	1,050	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	31,500	Litros/mes	-
# de pipas estimadas al mes	4	Pipas	

El agua destinada a uso personal, como sanitarios portátiles, aseo personal, se estima entre 50 y 100 litros por día, para este caso tomaremos 60 litros para el personal, por otro lado, también se debe considerar la limpieza de máquinas de los cuales los litros promedio diarias rondan los 150 o 200 litros por equipo, este valor es asignado por el tipo de equipo que se utilizara para la construcción de la planta solar. Estas cantidades se deberán multiplicar por el número de trabajadores por etapa de proyecto y equipos. Esta agua puede ser proporcionada mediante pipas por un proveedor autorizado o bien se puede contratar un servicio de sanitarios portátiles, quien gestionará su propia agua y disposición.

Consumo de Agua para uso personal (sanitarios portátiles y aseo personal) (60 L/persona/día).

Tabla 22. Cálculo de consumo de agua para servicios

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación para uso personal y aseo	60	Litros/persona/día	-
Personal promedio	350	Trabajadores	-
Consumo diario total	21,000	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	630,000	Litros/mes	Resultado
# de pipas estimadas al mes	63	Pipas	

Consumo de Agua para limpieza (maquinaria y herramientas) (150 L/equipo/día)

Tabla 23. Cálculo de consumo de agua maquinaria y herramienta

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación por lavado de equipo	150	Litros/equipo	-
Maquinaria/ equipos a lavar	20	Equipos/día	-
Consumo diario total	3,000	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	90,000	Litros/mes	Resultado
# de pipas estimadas al mes	9	Pipas	

Nota: Para el cálculo de consumo de agua se debe considerar que se está tomando la etapa de preparación de sitio y la etapa de construcción esto para conocer la cantidad aproximada total de agua consumida al mes por ambas etapas.

Durante la construcción de caminos y la creación de plataformas (bess, subestación, etc.) para la planta solar Altamirano, el agua se empleará principalmente en dos funciones: Compactación de materiales (suelo, subbase y base) para alcanzar la densidad requerida y control de polvo en las superficies expuestas, asegurando condiciones adecuadas de seguridad y operación.

Se estima que por cada 100 m2 de superficie compactada se utilizan entre 0.5 y 1.0 m3 de agua (dependiendo del tipo de suelo y numero de pasadas) y para el control de polvo, se

usan entre 0.5 y 1.0 litro por 1 m2 por aplicación. La frecuencia de riego dependerá de las condiciones meteorológicas, del avance de la obra y de los requerimientos establecidos en el programa de control de emisiones de polvo, procurando utilizar únicamente el volumen necesario para mantener condiciones adecuadas de seguridad y minimizar la dispersión de material particulado.

Para estimar el agua necesaria entre la compactación y el control de polvo se establece lo siguiente:

Tabla 24. Relación de agua y superficie para compactación y control de polvo.

Actividad	Volumen (m3) /100 m2	Vol. Litros/100 m2
Compactación	0.8	800
Control de polvo	0.08	80

Por lo que los litros necesarios están en función del área, la cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 25. Pipas necesarias para Caminos y Plataformas.

PIPAS NECESARIAS PARA CAMINOS Y PLATAFORMAS				
Concepto	Vol. Litros/100 (m2)	Área de Ocupación (m2)	Litros requeridos	# Pipas (10,000 L)
Compactación caminos y plataformas	800.00	93,693.06	749,544.48	74.95
Control de polvo	80.00	93,693.06	74,954.45	7.50
	TOTAL	187,386.12	824,498.93	82.45

**Cabe destacar que para la actividad específica de hincado de postes de los seguidores solares (trackers), se priorizará el uso de tecnología de hincado mecánico directo en seco, evitando el consumo de agua en el proceso de cimentación.*

No se contempla la extracción de agua superficial o subterránea dentro del área del proyecto, ni el almacenamiento permanente del recurso, por lo que el suministro será realizado conforme a las necesidades de la obra mediante empresas autorizadas.

I.5.23.1.2 Consumo de energía eléctrica

Durante esta etapa se requerirá energía eléctrica para el funcionamiento de oficinas temporales, casetas de vigilancia, iluminación provisional, herramientas eléctricas, sistemas de comunicación y demás instalaciones auxiliares necesarias para el desarrollo de las obras.

Debido a que durante esta etapa aún no estará disponible la infraestructura eléctrica definitiva de la central fotovoltaica, la energía será suministrada mediante generadores eléctricos portátiles alimentados con diésel o gasolina, cuya capacidad y número serán definidos por el contratista conforme al avance del programa de construcción y a la demanda energética de cada frente de trabajo, pero para un caso esquemático y tener una idea del posible consumo promedio mensual se calcula 12,000 a 15,000 Litros al mes tomando en cuenta el 50% de carga del generador, repartidos entre 2 o 3 generadores provisionales de entre 100 kVA y 150 kVA funcionando en paralelo para cubrir oficinas, comedores, aire acondicionado y vigilancia 24/7.

El uso de estos equipos será temporal y se limitará a las actividades que requieran suministro eléctrico, implementándose medidas de eficiencia energética mediante el mantenimiento preventivo de los generadores, la utilización de equipos de bajo consumo y la optimización de los horarios de operación.

I.5.23.1.3 Aguas Residuales

Las aguas residuales que se generan durante la etapa de preparación del sitio y construcción son principalmente por el personal que participa en las actividades constructivas y provienen del uso de sanitarios, lavamanos y otras instalaciones temporales destinadas a la higiene personal.

También durante las actividades de construcción pueden generarse cantidades limitadas de aguas residuales derivadas de la limpieza ocasional de herramientas, equipos menores y áreas de trabajo. Estas aguas pueden contener sedimentos y partículas finas provenientes de las actividades constructivas.

Para este proyecto se considera campamentos de obras sin dormitorios, esto se refiere a que el personal solo va a trabajar su jornada y al no haber sistema de drenaje en esta etapa, se utilizaran dos posibles soluciones:

Baños portátiles:

Esta solución se utiliza principalmente para las cuadrillas que se van moviendo a lo largo de la construcción de la planta solar. Cada baño portátil se estima que tenga un tanque con una capacidad de 150 a 220 litros, estos tanques contienen químicos biodegradables y desinfectantes, junto con aromatizantes que ayudan a neutralizar los malos olores.

Baños fijos con tanque de retención

Para las oficinas, comedores o áreas fijas de supervisión se instalan contenedores tipo "contenedor marítimo" equipados con sanitarios tradicionales.

- Almacenamiento: El desagüe de estos módulos se conecta a tanques de retención herméticos superficiales o semienterrados (comúnmente llamados tanques nodriza o cisternas de polietileno de alta densidad para aguas negras), con capacidades que van desde los 5,000 hasta los 10,000 litros.

Nota: Está estrictamente prohibido excavar fosas sépticas sin recubrimiento impermeabilizante para evitar la contaminación del suelo y mantos acuíferos.

Para la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales sanitarias generadas, se prevé la contratación de empresas autorizadas y debidamente acreditadas para el manejo de este tipo de residuos líquidos. La extracción podrá realizarse mediante equipos de succión tipo vactor o equivalente, capaces de retirar tanto las aguas residuales como los lodos acumulados en sanitarios portátiles o sistemas temporales de almacenamiento.

El prestador de servicios deberá garantizar el transporte y la disposición final de las aguas residuales en instalaciones autorizadas para su tratamiento, tales como Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Asimismo, deberá proporcionar la documentación comprobatoria correspondiente, incluyendo manifiestos, bitácoras de servicio, recibos de disposición final u

otros instrumentos que acrediten el manejo adecuado de las aguas residuales, asegurando su trazabilidad y evitando su descarga o disposición en sitios no autorizados.

Para esta etapa se deben también considerar el lavado de ciertos equipos que se utilizaran en la construcción de la planta, los cuales mayormente se deberá hacer limpieza de lodo y polvo de excavadoras, tractores (bulldozers), camiones de volteo y vehículos utilitarios para evitar la dispersión de semillas de especies invasoras o simplemente por mantenimiento mecánico, este tipo de residuos contendrá, arenas, arcillas y, potencialmente, trazas de hidrocarburos (aceites, grasas lubricantes o diésel).

Para el manejo de estas aguas residuales se deberá tener una losa de lavado la cual dirigirá el flujo hacia una trampa de grasas e hidrocarburos, que tendrá un desarenador.

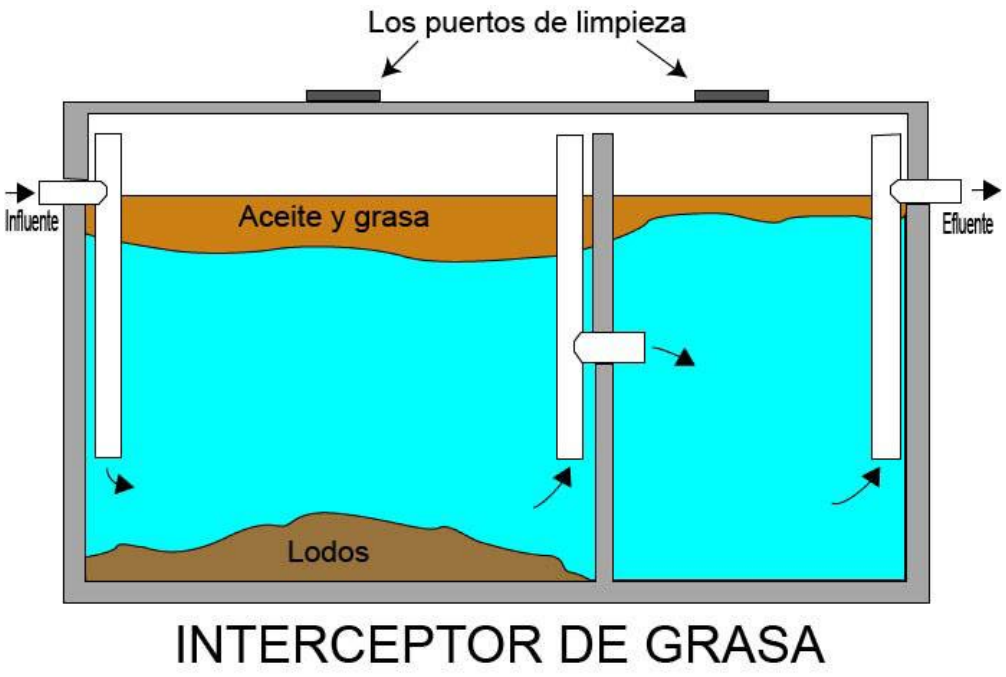


Figura 34. Diagrama de funcionamiento de trampa de grasas e hidrocarburos.

De acuerdo con CONAGUA en el "Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento" para el cálculo de aguas residuales se puede considerar un coeficiente de retorno igual a 0.80, el cual nos dice que el 80% de agua utilizada en la etapa de preparación y construcción del

sitio se convertirá en agua residual, lo cual nos daría los siguientes valores aproximados para esta etapa:

Agua residual para uso personal

Tabla 26. Cantidad generada de agua residual al mes por uso personal.

Generación de aguas residuales					
Etapa	**N° de personas**	**Cantidad de agua consumida al día (lts/persona/día)**	**Coeficiente de retorno**	**Cantidad generada de agua residual (lts/día)**	**Cantidad generada de agua residual (lts/mes)**
Preparación del sitio	50	60.00	0.80	2,400.00	72,000.00
Construcción	300	60.00	0.80	14,400.00	432,000.00

Agua residual para limpieza de equipos y herramientas

Tabla 27. Cantidad generada de agua residual al mes por maquinaria y herramientas

Etapa	N° de máquinas	Cantidad de agua consumida al I-114ía (lts/maq/día)	Coeficiente de retorno	Cantidad generada de agua residual (lts/día)	Cantidad generada de agua residual (lts/mes)
Preparación del sitio	7	150.00	0.80	840.00	25,200.00
Construcción	13	150.00	0.80	1,560.00	46,800.00

Una vez calculado la cantidad generada de agua residual para para uso y consumo de personas al mes en ambas etapas "Preparación de sitio y Construcción", se sumará la cantidad generada de agua residual por lavado de maquinaria en ambas etapas "Preparación de sitio y Construcción", dando una cantidad total de agua residual de 576,000 litros al mes.

I.5.23.1.4 Gases de efecto invernadero

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán emisiones de gases de efecto invernadero asociadas principalmente al consumo de diésel y gasolina por la maquinaria de construcción, vehículos de transporte de personal y materiales, así como por los generadores eléctricos temporales utilizados para el suministro de energía en las áreas de trabajo. La maquinaria utilizada en la construcción que trabaja con motores de combustión interna es:

- Bulldozers
- Retroexcavadoras
- Moto conformadora
- Rodillos compactadores
- Camiones de volteo
- Excavadora de orugas

Las emisiones serán principalmente dióxido de carbono (CO_2), además de pequeñas cantidades de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), derivados de los procesos de combustión interna de los motores, las cuales permanecerán dentro de los valores permisibles de acuerdo con la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2006. El combustible utilizado por la maquinaria es diésel y según la INECC un litro de diésel produce 2.596 kg de CO2 y un litro de gasolina produce 2.322 kg de CO2, de acuerdo con esto se realizó un estimado del consumo de combustible de la maquinaria y se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28. Emisiones de CO2 de diésel.

Maquina	Consumo mín (L/hr)	Consumo máx (L/hr)	Consumo promedio (L/hr)	kgCO2 mín	kgCO2 máx	kgCO2 promedio
Retroexcavadora	5.0	7.0	6.0	13.0	18.2	15.6
Bulldozers	25.0	30.0	27.5	64.9	77.9	71.4
Moto conformadora	9.0	18.0	13.5	23.4	46.7	35.0
Rodillos compactadores	5.0	7.0	6.0	13.0	18.2	15.6
Excavadora de orugas	14.0	16.0	15.0	36.3	41.5	38.9

Estas emisiones serán temporales y estarán limitadas a la duración de las actividades constructivas, así como el incremento de estas dependerá del tiempo de uso y el avance de la construcción.

Como medidas para reducirlas se implementará el mantenimiento preventivo de la maquinaria, la optimización de recorridos, la disminución de tiempos y el uso de equipos en buenas condiciones de operación.

Asimismo, se realizó una estimación del consumo de combustible y de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2) asociadas a la operación de un generador eléctrico de 100 kVA, considerando dos posibles combustibles que son diésel y gasolina. La estimación se desarrolló para distintos porcentajes de carga del generador (25 %, 50 %, 75 % y 100 %), los cuales representan el nivel de potencia que el equipo suministra respecto a su capacidad nominal.

Para cada condición de operación se estimó un rango de consumo de combustible en litros consumidos en una hora (L/h), las emisiones de CO_2 asociadas y, la duración aproximada de operación con un tanque estándar de 250 L. Estos valores constituyen una estimación de referencia que permite evaluar diferentes escenarios de operación del equipo, considerando que el consumo de combustible y las emisiones aumentan conforme se incrementa la demanda de energía y, por ende, el porcentaje de carga del generador.

Tabla 29. Consumo de combustible y emisiones de CO2utilizando diésel

% de carga aplicada	Duración aproximada con tanque estándar (250 L)	Consumo estimado (litros/hora) Mín.	Consumo estimado (litros/hora) Máx.	Emisiones mín estimadas (kg de CO2/hora)	Emisiones máx estimadas (kg de CO2/hora)
25	24-30 h	7.0	9.0	18.2	23.4
50	16-20 h	12.0	15.0	31.2	38.9
75	10-14 h	17.0	22.0	44.1	57.1
100	8-10 h	24.0	28.0	62.3	72.7

Tabla 30. Consumo de combustible y emisiones de CO2 utilizando gasolina.

% de carga aplicada	Duración aproximada con tanque estándar (250 L)	Consumo estimado (litros/hora) Mín.	Consumo estimado (litros/hora) Máx.	Emisiones mín estimadas (kg de CO2/hora)	Emisiones máx estimadas (kg de CO2/hora)
25	24-30 h	7.0	9.0	16.3	20.9
50	16-20 h	12.0	15.0	27.9	34.8
75	10-14 h	17.0	22.0	39.5	51.1
100	8-10 h	24.0	28.0	55.7	65.0

I.5.23.2 Operación y Mantenimiento

I.5.23.2.1 Consumo de agua y energía eléctrica

Durante la vida útil del proyecto, estimada en 35 años, el consumo de recursos hídricos será menor en comparación con la etapa constructiva y se limitará a dos actividades principales: el mantenimiento de la eficiencia operativa de la planta mediante la limpieza periódica de los módulos fotovoltaicos y el abastecimiento de agua para los servicios sanitarios y de consumo del personal fijo en las casetas de control y operación.

I.5.23.2.1.1 Consumo de agua

En esta etapa, el consumo de agua destinado a la limpieza de los módulos fotovoltaicos se estimó con base en prácticas internacionales de operación y mantenimiento para sistemas fotovoltaicos, considerando las recomendaciones establecidas en la normativa vigente como la IEC 61724 e IEC 62446, así como los lineamientos ambientales para proyectos fotovoltaicos publicados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

La siguiente tabla presenta la estimación de litros de agua requeridos para la limpieza de los módulos fotovoltaicos del Parque Solar Altamirano, el cual cuenta con un total de 308,280 módulos instalados. Para el análisis se consideraron consumos mínimos y máximos de agua

en función de las distintas técnicas de limpieza empleadas. Asimismo, se contempla una frecuencia de limpieza trimestral, equivalente a cuatro limpiezas por año.

Tabla 31. Consumo de agua en la limpieza de los módulos fotovoltaicos.

Cantidad de agua	Uso Mín. Por panel (L)	Uso Máx. por panel (L)	Uso mín. por limpieza (L)	Uso máx. por limpieza (L)	Uso mín. anual (L)	Uso máx. anual (L)
Limpieza manual	0.5	1.5	154,140.0	462,420.0	616,560.0	1,849,680.0
Limpieza manual con químicos	0.2	0.7	61,656.0	215,796.0	246,624.0	863,184.0
Robots de limpieza	0.0	0.2	0.0	61,656.0	0.0	246,624.0

Para la estimación del número de pipas requeridas, se consideró el uso de pipas estándar con capacidad de 10,000 L (10 m³). El cálculo presentado incluye tanto el número mínimo y máximo de pipas requeridas por cada evento de limpieza, como el número total estimado de pipas necesarias de manera anual.

El suministro de agua mediante pipas deberá realizarse a través de un proveedor o distribuidor autorizado, garantizando que el abastecimiento y transporte del agua cumplan con la normatividad y permisos aplicables.

Tabla 32. No. De pipas necesarias para limpieza de los módulos fotovoltaicos.

No. De pipas mín. por limpieza	No. De pipas máx. por limpieza	No. De pipas mín. anuales	No. De pipas máx. anuales
15	46	62	185
6	22	25	86
0	6	0	25

Para el consumo de agua asociado al personal durante la fase de operación y mantenimiento, se prevé una demanda mínima, debido a que la planta solar operará de manera mayormente

autónoma y contará con una plantilla fija reducida. Para efectos de estimación, se considera un total de 20 personas permanentes, incluyendo técnicos de operación y mantenimiento (O&M), supervisores, operadores de subestación y personal de seguridad con cobertura 24/7. En Reglamento de Construcción de la Ciudad de Mexico, en el apartado de la Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas. En la sección 2.6 "Instalaciones Hidrosanitarias en edificios" establece la dotación mínima de agua potable para servicios (oficinas de cualquier tipo) en 50 lts/persona/día.

Consumo de Agua para Servicios (50 L/persona/día)

Tabla 33. Cálculo de consumo de agua para servicios

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación para uso personal y aseo	50	Litros/persona/día	-
Personal promedio	20	Trabajadores	-
Consumo diario total	1,000	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	30,000	Litros/mes	Resultado
# de pipas estimadas al mes	3	Pipas	

Al igual que en la fase de construcción el agua potable para los trabajadores será suministrada en garrafones, dando un estimado:

Tabla 34. Calculo para consumo de agua potable

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación por persona	3	Litros/día	-
Personal promedio	20	Trabajadores	-
Consumo diario total	60	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	1,800	Litros/mes	Resultado

I.5.23.2.1.2 Consumo de energía eléctrica

Durante la etapa de operación y mantenimiento, la energía eléctrica requerida para los servicios auxiliares de la planta será suministrada principalmente por la propia generación de la Planta Solar Altamirano.

El consumo eléctrico estará asociado al funcionamiento de los sistemas de monitoreo y control (SCADA), equipos de comunicación, sistema de videovigilancia y seguridad, alumbrado de instalaciones, sistemas de protección eléctrica, equipos de telecomunicaciones, estaciones meteorológicas y demás equipos auxiliares necesarios para la operación segura y confiable del Proyecto. La energía destinada a estos consumos auxiliares representa una fracción mínima de la energía total generada por la Central Fotovoltaica. En caso de interrupciones o actividades de mantenimiento, se podrá disponer de sistemas de respaldo mediante generadores de emergencia para garantizar la continuidad operativa de los equipos críticos.

La energía neta generada por el Proyecto será entregada al Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo a la reducción de emisiones asociadas a la generación convencional de electricidad.

I.5.23.2.1.3 Aguas Residuales

Las aguas residuales generadas en las instalaciones de la Central Solar Fotovoltaica una vez que esté en fase de operación y mantenimiento son principalmente domésticas, de limpieza de paneles y aguas pluviales.

Las aguas residuales domesticas se deberán conducir y descargar a un sistema de tratamiento, este puede tener dos alternativas y se podrá definir dependiendo del área disponible y de las necesidades del proyecto. La primera opción es una fosa séptica prefabricada o de concreto reforzado, esta deberá garantizar la adecuada sedimentación y tratamiento inicial de los residuos sanitarios, evitando infiltraciones, contaminación del suelo o afectaciones a cuerpos de agua superficiales y subterráneos. El sistema deberá complementarse, cuando aplique, con pozo de absorción, campo de infiltración o sistema de disposición final autorizado, de acuerdo con las características geotécnicas e hidrológicas del sitio.

La segunda opción viable es un biodigestor, este sistema consiste en un reactor hermético diseñado para el tratamiento biológico de las aguas residuales, el cual opera mediante el principio de degradación de la materia orgánica por la acción de microorganismos en total ausencia de oxígeno (digestión anaerobia). Las aguas residuales ingresan de manera controlada al sistema a través de una tubería de admisión o cámara de carga, diseñada para regular el caudal y evitar turbulencias que alteren el ecosistema bacteriano interno. Una vez dentro del reactor principal (o tanque de digestión), el agua residual experimenta un tiempo de retención hidráulica óptimo. Durante este periodo, las bacterias anaerobias descomponen la carga orgánica mediante un proceso metabólico dividido en fases consecutivas (hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis), reduciendo significativamente la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del efluente.

Todos los materiales, accesorios y obras civiles asociadas deberán ser resistentes a la corrosión, herméticos y aptos para operación en ambientes exteriores, asegurando condiciones seguras de operación, mantenimiento y cumplimiento ambiental durante la vida útil del proyecto.

El agua proveniente de limpieza de módulos fotovoltaicos, se espera que sea agua de pipas, al no contener detergentes, se permitirá que escurra libremente de los paneles hacia el suelo, teniendo cuidado de que este flujo de agua no cause alguna depresión considerable en el lugar donde cae.

Asimismo, se clasificarán como aguas residuales los flujos pluviales que escurren sobre los caminos y plataformas de la planta. Específicamente en las plataformas de equipos mayores, como los transformadores de potencia, se debe implementar una fosa de retención de aceite (cárcamo de contención). El objetivo de este sistema es prevenir la contaminación del suelo ante una eventual de aceite. En caso de suscitarse un derrame en un evento pluvial, el hidrocarburo quedará confinado mediante un sistema de separación por gravedad o válvulas de drenaje selectivo; este mecanismo garantiza que únicamente el agua pluvial limpia sea evacuada al sistema de drenaje general, mientras que el aceite remanente es recuperado y gestionado estrictamente como un residuo peligroso. Para los demás casos de caminos y otras plataformas las aguas pluviales deben ser conducidas por medio del sistema de drenaje

diseñado (cunetas, contracunetas, vados u obras de drenaje especificas) hacia una descarga natural que permita llevar el agua evitando causar inundaciones a predios de vecinos.

Para tener un estimado de las aguas residuales generadas en esta etapa se mantiene lo establecido durante la etapa de construcción donde, de acuerdo con CONAGUA podemos considerar un coeficiente de retorno igual a 0.80, el cual nos dice que el 80% de agua potable consumida se convierte en agua residual:

Tabla 35. Cantidad generada de agua residual por uso y consumo.

Etapa	N° de personas	Cantidad de agua consumida al día (lts/persona/día)	Coeficiente de retorno	Cantidad generada de agua residual (lts/día)	Cantidad generada de agua residual (lts/mes)	Cantidad generada de agua residual (lts/anual)
Operación y mantenimiento	20	50	0.80	800	24,000	288,000

Tabla 36. Cantidad generada de agua residual por la limpieza de paneles.

	Agua residual considerando limpieza manual de paneles solares						
Etapa	N° de paneles	Cantidad de agua consumida para limpiar un panel máx. (lts/panel/limpieza)	Cantidad total de agua consumida por limpieza (lts/limpieza)	Cantidad total de agua consumida por limpieza al año (lts/limpieza)	Coeficiente de retorno	Cantidad generada de agua residual (lts/limpieza)	Cantidad generada de agua residual anual (lts/anual)
Operación y mantenimiento	308,280.00	1.5	462,420	1,849,680	0.80	369,936	1,479,744

Una vez calculado la cantidad generada de agua residual generada por consumo personal se le sumará la cantidad generada por la limpieza de los paneles anualmente, dando un total de 1,767,744.00 litros al año

En caso de ocupar otro método de limpieza de los mencionados en el apartado 14.5. Consumo de agua y energía eléctrica en la Tabla 23. Consumo de agua en la limpieza de los módulos fotovoltaicos. Tendrán que considerarse otros valores establecidos en esa tabla.

Además, si se llega a ocupar un método de limpieza donde incluya químicos deberá cumplir bajo lo establecido en la "NOM-001-SEMARNAT-2021" Y "NOM-002-SEMARNAT-1998".

I.5.23.2.1.4 Gases de efecto invernadero

Durante la etapa de operación del Parque Solar Altamirano no existirán emisiones directas de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de energía eléctrica, debido a que ésta se realizará mediante la conversión de energía solar en electricidad sin procesos de combustión.

Las emisiones indirectas corresponderán únicamente al consumo de combustibles por vehículos de mantenimiento y por la eventual operación del generador eléctrico de emergencia, por lo que su contribución será mínima en comparación con las emisiones evitadas por la generación de electricidad a partir de una fuente renovable.

I.5.23.2.1.5 Manejo y disposición final de los módulos.

El manejo y disposición final de los paneles solares al concluir su vida útil (generalmente es entre 25 y 35 años) es un pilar fundamental para garantizar la verdadera sustentabilidad de la energía limpia. Actualmente, entre el 85% y el 90% de los materiales de un módulo fotovoltaico estándar se pueden recuperar y reintroducir en la cadena productiva.

A continuación, se detallan las actividades clave divididas por fases operativas y técnicas para lograr un correcto fin de ciclo de vida del equipo.

I.5.23.3 Desmantelamiento y abandono

I.5.23.3.1 Consumo de Agua y energía eléctrica

La etapa de desmantelamiento y abandono de la planta requerirá una gestión eficiente de agua y energía, enfocada en el soporte logístico y la mitigación ambiental. Al desconectarse de la red eléctrica comercial, la energía pasara a ser suministrada por sistemas aislados (off-grid), siendo indispensable para el funcionamiento de herramientas de corte, la operación de campamentos administrativos y los sistemas de seguridad e iluminación nocturna.

Por otra parte, el recurso hídrico se destinará al lavado preventivo de la maquinaria pesada encargada del retiro de estructuras, el control de polvo en caminos y los servicios del personal. De este modo, la cuantificación de ambos insumos garantizara un desmontaje seguro, ordenado y en cumplimiento con la normativa ambiental para la restitución del terreno.

I.5.23.3.2 Consumo de agua

Para esta etapa al igual que las anteriores el agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones reutilizables proporcionados por una empresa autorizada. Considerando una porción aproximada de 3 litros por persona al día y un promedio de 100 trabajadores, se estima un consumo aproximado de 9,000 litros.

Consumo de Agua Potable:

Tabla 37 Calculo para consumo de agua potable

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación por persona	3	Litros/día	-
Personal promedio	100	Trabajadores	-
Consumo diario total	300	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	9,000	Litros/mes	-
# de pipas estimadas al mes	1	Pipas	

El agua destinada a uso personal, como sanitarios portátiles y aseo personal, se estima en 60 litros por día estimado.

Consumo de Agua para Servicios (60 L/persona/día)

Tabla 38. Tabla Cálculo de consumo de agua para servicios

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación para uso personal y aseo	60	Litros/persona/día	-
Personal promedio	100	Trabajadores	-
Consumo diario total	6,000	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	180,000	Litros/mes	Resultado
# de pipas estimadas al mes	18	Pipas	

Consumo de Agua para Maquinaría (150 L/Maquina/día)

Tabla 39. Tabla. Cálculo de consumo de agua para limpieza de la maquinaría

Concepto	Valor	Unidad	Tipo de Dato
Dotación para limpieza de máquina	150	Litros/máquina/día	-
No. De Máquinas	10	Máquina	-
Consumo diario total	1,500	Litros/día	Cálculo diario
Días considerados al mes	30	Días	Estándar mensual
Consumo Mensual Estimado (Litros)	45,000	Litros/mes	Resultado
# de pipas estimadas al mes	5	Pipas	

Para conocer el consumo total de agua se suma el consumo que se genera por servicios y el consumo que se genera por maquinaría, la cantidad total de agua para consumo de servicio y maquinaría es de 2250,000 litros al mes.

I.5.23.3.3 Consumo de energía

Durante la etapa de desmantelamiento y abandono de una planta solar fotovoltaica, la utilización de energía eléctrica sigue siendo indispensable, aunque su origen y formas de

distribución cambian radicalmente en comparación con las fases de construcción y operación. Una medida de seguridad crítica para garantizar que las líneas de los trackers, los inversores y los transformadores no conduzcan corriente.

La energía en este punto se destina principalmente a tres frentes operativos esenciales: el uso de herramientas eléctricas portátiles como esmeriles, llaves de impacto y cortadoras necesarias para seccionar las estructuras de acero, los racks de aluminio y los cables de gran calibre; la alimentación del campamento de obra, talleres y oficinas temporales que requieren iluminación, aire acondicionado y energía para los sistemas de cómputo donde se gestiona el inventario de salida; y el mantenimiento de la seguridad perimetral mediante torres de luz y sistemas de vigilancia en los patios de acopio para resguardar los componentes valiosos antes de su traslado.

Para cubrir estas demandas el personal se apoyará de tres principales fuentes:

- Plantas de luz portátiles (Generadores a diésel): Se colocan pequeños generadores sobre remolques en los diferentes frentes de desmontaje para que las cuadrillas conecten sus herramientas de mano. También se usa un generador más grande (de unos 45 a 75 kVA) exclusivo para el campamento y oficinas.

- Torres de luz solares o diésel: Para la iluminación nocturna de los patios de acopio donde se clasifican los módulos fotovoltaicos, inversores y chatarra antes de mandarlos a reciclaje.

- Sistemas solares portátiles (Kits fotovoltaicos aislados): En proyectos modernos con compromisos ambientales estrictos, las oficinas de la empresa supervisora a veces usan remolques con paneles solares propios y bancos de baterías para no depender al 100% del diésel en las actividades administrativas.

I.5.23.3.4 Aguas residuales

Las aguas residuales que se generan durante la etapa de abandono de sitio son principalmente por el personal que participa en las actividades y provienen del uso de sanitarios, lavamanos

y otras instalaciones temporales destinadas a la higiene personal, así como de maquinaria y herramienta necesaria.

Tabla 40. Cantidad generada de agua residual por uso y consumo de personas al mes.

Generación de aguas residuales por personal					
Etapa	**N° de personas**	**Cantidad de agua consumida al día (lts/persona/día)**	**Coeficiente de retorno**	**Cantidad generada de agua residual (lts/día)**	**Cantidad generada de agua residual (lts/mes)**
Abandono de sitio	100	60	0.8	4,800.00	144,000.00

Tabla 41. Cantidad generada de agua residual por limpieza de maquinaría al mes.

Generación de aguas residuales por maquinaria					
Etapa	**N° de máquinas**	**Cantidad de agua consumida al I-127ía (lts/persona/día)**	**Coeficiente de retorno**	**Cantidad generada de agua residual (lts/día)**	**Cantidad generada de agua residual (lts/mes)**
Abandono de sitio	10	150	0.8	1,200.00	36,000.00

Una vez calculado el agua residual que se tendrá para uso y consumo de personas al mes, se sumará el agua residual generada por la limpieza de maquinaria, dando un total de agua residual de 180,000 litros al mes.

I.5.23.3.5 Gases de efecto invernadero

Las emisiones de gases de efecto invernadero durante la etapa de desmantelamiento estarán asociadas principalmente a la combustión de combustibles fósiles empleados por la maquinaria pesada, equipos auxiliares y vehículos utilizados los principales gases emitidos corresponden a dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), derivados del consumo de diésel y gasolina. La magnitud de estas emisiones dependerá del número de

equipos empleados, el tiempo de operación y las distancias recorridas para el transporte de los materiales hacia centros de reciclaje, reutilización o disposición final.

Para la estimación de dichos gases se consideran los siguientes factores de emisión según la INECC, el total de las emisiones de dichos gases depende el tiempo de uso de la maquinaria y el consumo de cada combustible.

Tabla 42. Tabla de diferentes tipos de emisiones.

	Factores de emisión	Unidades
Diésel	72,850.77	kgCO2/TJ
	3.145	kgCO2/ kg comb
	2.596	kgCO2/ l comb.
Gasolina	73,791.16	kgCO2/TJ
	3.139	kgCO2/ kg comb
	2.322	kgCO2/ l comb.

Como medida preventiva la maquinaria utilizada estará en óptimas condiciones para prevenir derrames de aceites o combustibles en el sitio, además del cumplimiento de la NOM-052-SEMARNAT-2005 para el manejo y transporte de los residuos de las celdas.

I.5.23.4 Residuos PV & Subestación.

I.5.23.4.1 Generación de residuos peligrosos y no peligrosos

En la construcción de una planta solar se general diversos residuos durante su ejecución, derivados de actividades como la apertura y conformación de caminos, movimiento de tierra, implantación y descargue de equipos, uso y sobrantes de materiales, etc. Es fundamental identificar y caracterizar todos los residuos que se produzcan en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, clasificándolos en residuos no peligrosos y residuos peligrosos, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante la preparación del sitio y construcción.

Generación de residuos:		
Etapa de preparación del sitio y construcción		
Tipo de Residuo	**Residuo**	**Cantidad estimada**
Residuos no Peligrosos	Material producto del retiro de la capa vegetal y despalme en caminos, plataformas, campamentos, oficinas, área de trackers, etc.	13956.79 m³
	Material producto de excavaciones para cimentaciones de subestaciones	1000-1,500 m^3
	Concreto sobrante y material pétreo	120-150 m^3
	Material de excavación excedente proveniente del corte	2154.33 m³
	Sobrantes de material pétreos, granular o excedentes de compactación en la conformación de terraplenes	3163.281 m³
	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes)	20-25 t
	Madera de cimbra y embalajes	2800– 3200 m2
	Cartón, plásticos y empaques diversos	3 – 8 t
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, pinturas, solventes y sus envases	900 – 1000 L
	Material absorbente impregnado (trapos, estopas, aserrín)	300 – 700 kg
	Filtros, envases y recipientes contaminados	100 – 300 kg
Etapa de Operación y Mantenimiento		
Residuos no peligrosos	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes, discos, grilletes, cable conductor)	0.010 t/año
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, pinturas, solventes y sus envases	450 L/año
Etapa de Abandono		
Residuos no peligrosos	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes)	800-1200 t

Generación de residuos:		
Etapa de preparación del sitio y construcción		
Tipo de Residuo	**Residuo**	**Cantidad estimada**
Residuos peligrosos	Aceites de transformadores, lubricantes, solventes	65000 L

Todos los residuos peligrosos se almacenarán previamente a su disposición final: a granel o envasado y la ubicación del área de almacenamiento temporal será dentro del predio, cuyo diseño cumpla con lo establecido en el artículo 49 Fracc. VIII, inciso h del reglamento de la LGPGIR (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), deben:

1. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

2. Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios explosiones he inundaciones;

3. Contar con muro de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados;

4. Los pisos contaran con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado;

5. Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán tener una presión mínima de 6 kg/cm2 durante 15 minutos;

6. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles;

7. Los frentes de los almacenes contar con malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación y restringir el acceso;

8. Tener pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC y espuma.

Asimismo, cabe señalar que durante la operación del proyecto se estima que se generarán cantidades mínimas de residuos peligrosos como: solventes y grasas usadas, textiles contaminados (trapos), guantes impregnados de grasa entre otros, que se generarán durante los mantenimientos. Los residuos generados serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos, responsabilidad del dueño o supervisor, posteriormente serán transportados por una empresa autorizada a un sitio de confinamiento.

Todos los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente dentro de las instalaciones de la obra, serán transportados a un sitio de confinamiento por una empresa autorizada por la SEMANAT.

Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se generan residuos sólidos urbanos y de manejo especial, como:

- Residuos orgánicos provenientes del desmonte y despalme
- Empaques, cajas, embalajes en general
- Restos de alimentos
- Restos de metales, cables y sobrantes de concreto
- Aguas residuales sanitarias
- Madera
- Cartón

Manejo de residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos. El manejo integral de los residuos generados en todas las etapas del proyecto se realizará de acuerdo con el programa de manejo integral de los residuos propuestos como una medida de prevención/mitigación.

I.5.24 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 PS Altamirano.

Tabla 44. Superficie de ocupación de los componentes del proyecto.

Componente	Superficie (ha)
BESS	2.7124
Caminos	9.8217
Circuito	2.2742
Derecho de vía LT	6.6026
Instalaciones Provisionales (Oficinas, bodegas, almacenamiento, zona de acopios de residuos, sanitarios)	1.7708
Inversores	0.1139
Paneles	200.0158
Restricción hidrológica	3.7981
Restricción LT	13.5852
Retranqueo (libre)	42.6209
Subestación de Maniobras	22.7300
Subestación Elevadora	0.5528
Vallado	9.2398
Total	**315.8381**

Tal como se muestra en la tabla anterior, el proyecto PS Altamirano requiere para su implementación una superficie total de 315.8381 ha.

Teniendo en cuenta la información presentada en la capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI dentro del área del proyecto se distribuyen dos tipos de suelo definidos como Pastizal cultivado (235.8882 ha) y Agricultura de temporal anual (79.9499 ha), en la siguiente tabla se presenta la distribución de los usos de suelo de acuerdo con la ubicación de los componentes del proyecto.

Tabla 45. Uso de suelo y vegetación por componente del proyecto PS Altamirano.

Componente	Clave	Descripción	Superficie (ha)
BESS	PC	Pastizal Cultivado	2.4107
Caminos	PC	Pastizal Cultivado	4.1663
Caminos	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.8550
Circuito	PC	Pastizal Cultivado	1.7085
Circuito	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.0886
Derecho de vía LT	PC	Pastizal Cultivado	3.2706
Derecho de vía LT	TA	Agricultura De Temporal Anual	3.3320
Instalaciones Provisionales	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.3217
Inversores	PC	Pastizal Cultivado	0.0422
Inversores	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.0092
Paneles	PC	Pastizal Cultivado	160.8598
Paneles	TA	Agricultura De Temporal Anual	39.1559
Restricción hidrológica	PC	Pastizal Cultivado	3.3038
Restricción hidrológica	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.4943
Restricción LT	PC	Pastizal Cultivado	12.1380
Restricción LT	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.4472
Retranqueo	PC	Pastizal Cultivado	40.1959
Retranqueo	TA	Agricultura De Temporal Anual	8.5644
Subestación de maniobras CFE	TA	Agricultura De Temporal Anual	22.7300
Subestación Elevadora	PC	Pastizal Cultivado	0.5038
Vallado	PC	Pastizal Cultivado	7.2884
Vallado	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.9514
Total general			**315.8381**

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

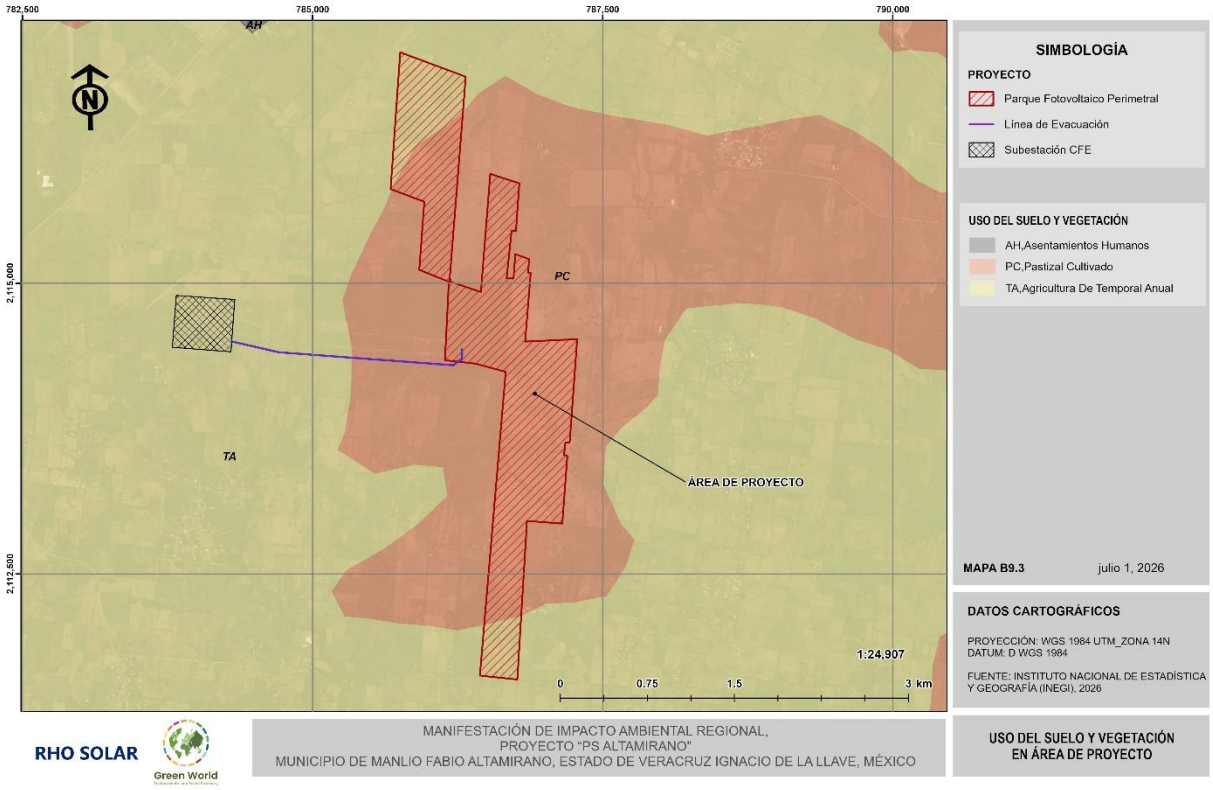


Figura 35. Uso de suelo y Vegetación dentro del Área del proyecto PS Altamirano de acuerdo con INEGI.

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 distribuye un uso de suelo definido como Pastizal inducido y un tipo de vegetación determinada como vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia. En la siguiente tabla se muestra el detalle de USV por componente del proyecto.

Tabla 46. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto PS Altamirano.

Componente	Cobertura	Superficie (ha)
BESS	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.4107
Caminos	Pastizal Inducido	3.0138
Caminos	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.0076
Circuito	Pastizal Inducido	0.9652

Componente	Cobertura	Superficie (ha)
Circuito	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.8320
Derecho de vía LT	Pastizal Inducido	2.3176
Derecho de vía LT	Vegetación Secundaria de Selva Baja	4.2850
Instalaciones Provisionales	Vegetación Secundaria de Selva Baja	1.3217
Inversores	Pastizal Inducido	0.0342
Inversores	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.0173
Paneles	Pastizal Inducido	139.6513
Paneles	Vegetación Secundaria de Selva Baja	60.3644
Restricción hidrológica	Pastizal Inducido	0.9852
Restricción hidrológica	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.8129
Restricción LT	Pastizal Inducido	8.3776
Restricción LT	Vegetación Secundaria de Selva Baja	5.2076
Retranqueo (libre)	Pastizal Inducido	23.1390
Retranqueo	Vegetación Secundaria de Selva Baja	25.6214
Subestación de maniobras CFE	Pastizal Inducido	22.7300
Subestación Elevadora	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.5038
Vallado	Pastizal Inducido	5.6795
Vallado	Vegetación Secundaria de Selva Baja	3.5603
Total		**315.8381**

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.

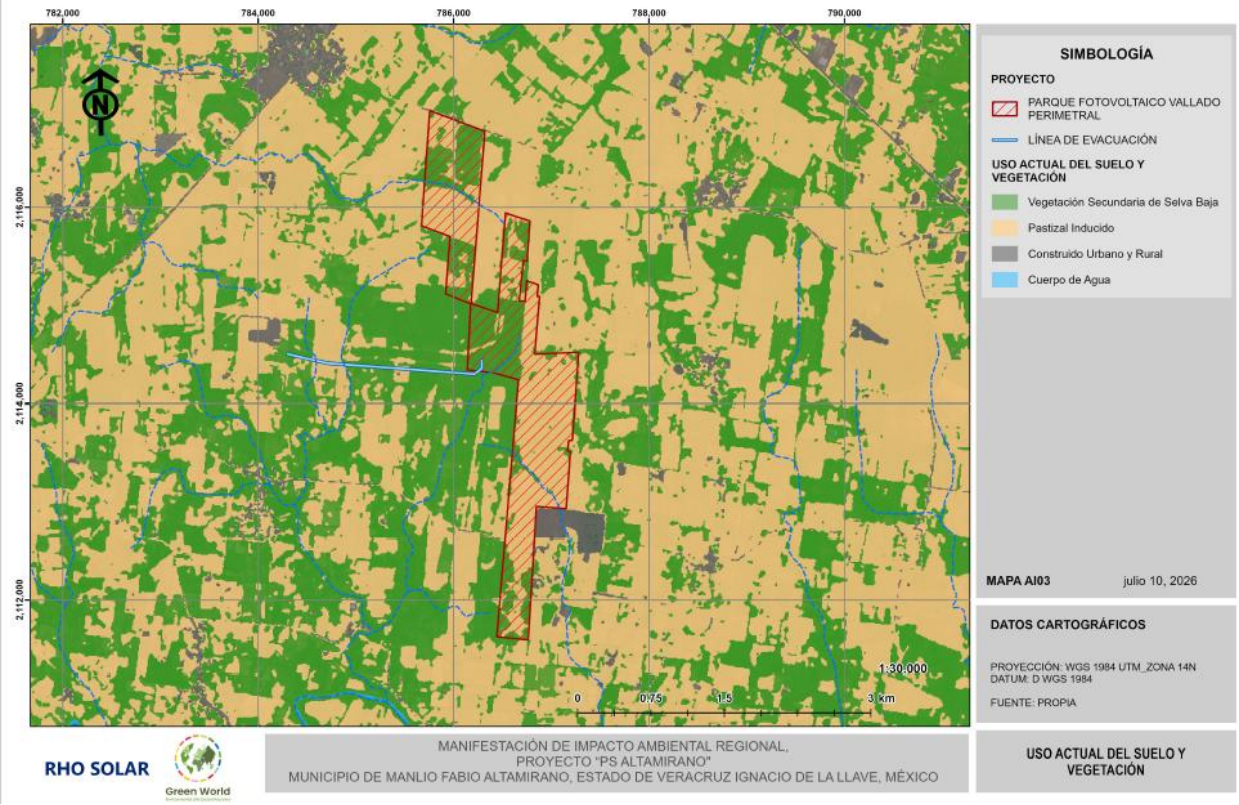


Figura 36. Uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto respecto al trabajo de campo realizado.

En este sentido, se tiene que para la implementación del proyecto PS Altamirano será **necesaria la remoción de al menos 108.9448 ha**, las cuales según la caracterización biológica del área del proyecto ostentan **vegetación secundaria de Selva baja caducifolia**, 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.

CAPITULO II

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

Contenido

CONTENIDO **II-1**

II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO **II-1**

II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra **II-1**

II.1.1 Leyes II-1

II.1.2 Reglamentos II-31

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico II-48

II.1.4 Planes de Desarrollo II-112

II.1.5 Áreas Naturales Protegidas II-128

II.1.6 Áreas de Importancia para la conservación de las Aves (AICAS) II-130

II.1.7 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP) II-133

II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas II-133

II.2 Susceptibilidad ante riesgos geológicos y meteorológicos **II-138**

II.2.1 Riesgos geológicos II-138

II.2.2 Fenómenos climatológicos II-140

II.3 Hidrología superficial en el área del proyecto **II-144**

II.4 Localidades con población indígena y afromexicana en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia. **II-146**

Índice de Tablas

Tabla 1. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....II-2
Tabla 2. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....II-6
Tabla 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Planeación.....II-7
Tabla 4. Vinculación con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....II-9
Tabla 5. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre.....II-10
Tabla 6. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....II-11
Tabla 7. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....II-17
Tabla 8. Vinculación con la Ley de Planeación y Transición Energética.....II-20
Tabla 9. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático.....II-24
Tabla 10. Vinculación del Proyecto con la Ley del Sector Eléctrico.....II-27
Tabla 11. Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales.....II-28
Tabla 12. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Economía Circular.....II-30
Tabla 13. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....II-34
Tabla 14. Vinculación con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico.....II-35
Tabla 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.....II-37
Tabla 16. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....II-42
Tabla 17. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.....II-47
Tabla 18. Ficha técnica de la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte.....II-51
Tabla 19. Vinculación de las Políticas Ambientales de la UAB 75 con el Proyecto.....II-52
Tabla 20. Vinculación de los lineamientos del POEGT con Proyecto.....II-53
Tabla 21. Vinculación de las Estrategias de la UAB 75 con el Proyecto.....II-56
Tabla 22. Ficha técnica UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano.....II-64
Tabla 23. Vinculación del proyecto con los Criterios Generales Aplicables en la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano".....II-66
Tabla 24. Tabla 25. Vinculación del proyecto con las Acciones Específicas aplicables en la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano".....II-83
Tabla 26. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz.....II-103
Tabla 27. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo.....II-113

Tabla 28. Vinculación del Proyecto con las estrategias de los objetivos del PROSENER II-116
Tabla 29. Vinculación del Proyecto con el PLADESE II-118
Tabla 30. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. II-120
Tabla 31. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030. ..... II-125
Tabla 32. Ejes y Objetivos del Plan de Desarrollo Municipal de Manlio Fabio Altamirano. II-126
Tabla 33. Vinculación con las Estrategias y líneas de acción aplicables para el Proyecto II-126
Tabla 34. NOM´s en materia de aire II-134
Tabla 35 NOM´s en materia de Ruido II-135
Tabla 36. NOM´s en materia de Aguas residuales II-136
Tabla 37. NOM´s en materia de residuos II-136
Tabla 38 NOM en materia de flora y fauna II-137
Tabla 39. Corrientes en el área del proyecto II-144
Tabla 40. Localidades con presencia de población indígena en relación con el Área de Influencia del proyecto II-147

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del Proyecto respecto al POEGT II-50
Figura 2. Ubicación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe II-64
Figura 3. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP de carácter Federal y Estatal II-129
Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto al AICA No.150 Centro de Veracruz II-132
Figura 5. Zonas sísmicas del estado de Veracruz. Imagen tomada del Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz (Protección Civil, 2023). En rojo se señala el área del proyecto. II-140
Figura 6. Corrientes que cruzan el área del proyecto II-145
Figura 7 . Localidades con presencia de población indígena en relación con el área del proyecto, área de influencia y la Región Ecológica delimitada II-149

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

II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra

El presente apartado se desarrolla en concordancia con lo establecido en el Articulo 28, fracción II y Articulo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; Articulo 5, inciso k), fracciones II y III; Artículo 13, fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Así pues, a continuación, se expone la vinculación del Proyecto "PS Altamirano" (En adelante Proyecto) con respecto a los instrumentos jurídicos en materia de política ambiental, así como aquellos que regulan el uso y aprovechamiento del suelo. La finalidad es tener un marco de referencia compatible y de viabilidad jurídica para la construcción del Proyecto.

II.1.1 Leyes

II.1.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos

La Constitución Política es la norma jurídica suprema que rige la organización del Estado Mexicano, estableciendo la autoridad, la forma de ejercicio de dicha autoridad, los límites de los órganos públicos, definiendo los derechos y deberes de los ciudadanos mexicanos, por lo que de acuerdo con las disposiciones que contempla la constitución que, conforme a sus artículos y los objetivos del Proyecto de generación de energía eléctrica por medio energía solar, se consideró lo siguiente:

> *ARTÍCULO 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

Conforme al sustento al impulso y creación de planes y programas de desarrollo, se establecen los lineamientos que lo sustentan con el siguiente artículo:

La generación de energía eléctrica a partir de la energía solar no producirá emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Las únicas emisiones de GEI serán las derivadas del equipo utilizado durante la construcción y la operación del Proyecto. Lo anterior coadyuvará en el bienestar de los ciudadanos, pues estas emisiones son mínimas.

> *El ARTÍCULO 25, que señala que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional, para garantizar que éste sea integral y sustentable y que fortalezca la Soberanía de la Nación.*

En conformidad con la temática relacionada con la energía eléctrica se contempla el siguiente artículo:

> *ARTÍCULO 27. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.*

Tabla 1. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
La Constitución establece que el estado garantizará que se cumpla el derecho de un ambiente sano para el desarrollo y bienestar de todas las personas, por lo cual, el Proyecto se suma en esta misión, ya que su objetivo es el desarrollo y uso de tecnologías de fuentes limpias para la producción de energía eléctrica en beneficio del medio ambiente así como de la sociedad por lo que la promovente se compromete a seguir los lineamientos que se deban cumplir conforme a la normatividad para promover un ambiente sano de acuerdo con lo establecido en el artículo 4. En este sentido y como parte del cumplimiento a la normatividad, se solicitará la autorización para la construcción y operación del Proyecto, con el fin de que la Secretaria establezca las disposiciones a seguir para el emplazamiento del Proyecto, implementando las medidas de mitigación adecuadas para atenuar los posibles impactos generados, enfatizándose en no comprometer la biodiversidad, no causar erosión en el suelo y no provocar el deterioro de la calidad de agua ni disminuir su captación, asimismo el Proyecto promoverá el desarrollo nacional garantizando que sea integral y sustentable en términos de eficiencia y transición energética. Por último, el Proyecto en su emplazamiento se ajustará al marco regulatorio que se establezca para la transmisión y distribución de energía eléctrica como se establece en el Artículo 27.

Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
Es así como el Proyecto reafirma su compromiso y misión en apego a lo establecido en la Carta Magna que rige al Estado Mexicano y a las leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico con el fin de preservar en todo momento la a través de los programas que se han planteado en el presente Estudio, y siguiendo las condicionantes y recomendaciones que emita la autoridad.

II.1.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La presente Ley tiene como objetivo general reglamentar la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Los artículos que se vinculan al Proyecto en lo referente a la Evaluación del Impacto Ambiental son los siguientes:

> *ARTÍCULO 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*
>
> > *II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.*
> >
> > *VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.*

Con respecto a los artículos que hacen referencia al cambio de uso de suelo se tiene:

> *Artículo 98: Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán el siguiente criterio:*

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Artículo 102. Todas las autorizaciones que afecten el uso de suelo en las zonas selváticas o áridas, así como el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, quedan sujetas a los criterios y disposiciones que establecen esta Ley y demás aplicables

Los artículos que se apegan en cuanto a Instrumentos económicos son:

ARTÍCULO 22 Bis. Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas.

II.- La investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes:

En cuanto a la prevención y control de la contaminación del suelo se menciona lo siguiente:

ARTÍCULO 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

ARTÍCULO 139. Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

ARTÍCULO 140. La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Economía.

Con respecto a la generación de materiales y residuos peligrosos, se presentan los siguientes artículos:

ARTÍCULO 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la

Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

ARTÍCULO 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reusó reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

Tabla 2. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
El Proyecto, así como la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se enmarcan en los supuestos del Articulo 28, fracciones II y VII, ya que es un proyecto que desempeñará actividades del Sector Eléctrico; y para su emplazamiento, requerirá Cambio de Uso del Suelo en terrenos forestales. Así mismo, por ubicarse en zona de clima "Cálido subhúmedo", el Proyecto está sujeto a cumplir con la presente Ley conforme a lo determinado en el Artículo 102. En cuanto al artículo 98, referente al aprovechamiento sustentable de los suelos, es importante mencionar que el Proyecto durante su fase de preparación y construcción realizará despalme del terreno; y que una vez instalados los pilotes que soportarán las estructuras, se realizarán acciones de restauración y conservación de suelos, así como de revegetación, cuya finalidad es restablecer en la medida de lo posible la vocación natural del sitio, como se precisa en el Capítulo IV del presente documento. En lo referente al Articulo 22Bis, el Proyecto por sus características es considerado como prioritario para efectos de estímulos fiscales, debido a que utilizará fuentes de energía menos contaminantes. Para dar cumplimiento a lo que se establece en el Articulo 134, 139 y 140, referentes a la prevención y control de la contaminación del suelo, además de las medidas mencionadas en el Capítulo IV, se elaborará un "Programa de Conservación de Suelo" en donde se establecerán medidas que prevengan la contaminación del suelo en estricto apego a las Normas Oficiales aplicables. De la misma forma, para dar cumplimiento a los Artículos 150 y 151 se elaborará un "Programa de Manejo Integral de Residuos", estableciendo medidas que den cumplimiento a lo establecido en las siguientes normas: NOM-052-SEMARNAT-2005 NOM-054-SEMARNAT-1993 NOM-161-SEMARNAT-2011 Como parte de las acciones previstas para el manejo integral de los residuos, se habilitará un área especialmente acondicionada para su almacenamiento temporal, en la cual se realizará la clasificación correspondiente —en residuos peligrosos, no peligrosos, de manejo especial, entre otros—, con el fin de prevenir la contaminación del suelo y del agua. El manejo adecuado y la disposición final de los residuos estarán a cargo de una empresa especializada y debidamente certificada para tal efecto. Para garantizar el cumplimiento de lo establecido, se llevará a cabo una supervisión periódica, cuyos resultados se registrarán mensualmente en una bitácora que contendrá la cantidad generada, el manejo realizado y la evacuación final, acompañada de evidencia fotográfica que respalde dichos registros. En este sentido, el promovente manifiesta su plena disposición para cumplir en todo momento con la normatividad aplicable al proyecto, por lo que presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental, a fin de que sea evaluada y, en su caso, aprobada.

II.1.1.3 Ley de Planeación

De acuerdo con los objetivos del Proyecto, se ajusta en lo relativo a la planeación nacional del desarrollo conforme a lo establecido en el Artículo 3° de la Ley General de Planeación, que a continuación se cita:

> *ARTÍCULO 3. Se entiende por planeación nacional de desarrollo como la ordenación racional y sistemática de acciones que en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia Constitución y la ley establecen. Mediante la planeación se fijarán objetivos, metas, estrategias y prioridades, así como criterios basados en estudios de factibilidad cultural; se asignarán recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinarán acciones y se evaluarán resultados.*

Tabla 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Planeación

Vinculación con Ley de Planeación
El Proyecto por sus características es parte de los sectores estratégicos para el desarrollo regional y del país, por lo que se sujeta a las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, estrategias del Sector Eléctrico y directrices que establezca la SENER y la SENACE para su emplazamiento. Asimismo, en congruencia con el aprovechamiento racional de los recursos, su formulación incorpora de manera integral los aspectos social, económico y ambiental. En este sentido, se busca que el Proyecto impulse dichos ejes estratégicos mediante el uso de fuentes renovables, contribuyendo así a mitigar los efectos adversos del cambio climático y a fortalecer los esfuerzos orientados a la transición y la eficiencia energética.

II.1.1.4 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

De acuerdo con las obligaciones derivadas de los impactos sobre los recursos forestales, así como en la flora y fauna silvestre, la presente Ley menciona lo siguiente:

> *ARTÍCULO 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.*

ARTÍCULO 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

En el contexto del cambio de uso de suelo, se vincula lo siguiente:

ARTÍCULO 6. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría:

II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

ARTÍCULO 14. La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño.

II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:

a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales:

En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

Tabla 4. Vinculación con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Vinculación con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
En correspondencia con los artículos referidos, es importante reconocer que una porción del Proyecto está conformada por vegetación forestal, el resto es Agrícola (Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie VII, INEGI, 2025). Por lo tanto, se solicitará cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a las directrices especificadas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, con dicha solicitud se asume la responsabilidad ambiental, atendiendo las condiciones y obligaciones que la Ley y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales establezcan. En concordancia con el artículo 10, donde se establece que cualquier acción u omisión de daño al ambiente será responsable de la reparación. Al respecto, el desarrollo del Proyecto se realizará con responsabilidad en todas sus fases, para lograrlo establecerá una serie de programas ambientales, en los cuales se establecerán las medidas preventivas para evitar ocasionar daños al medio ambiente, por ejemplo: el manejo integral de residuos solidos En cumplimiento con el artículo 5, el promovente y los respectivos contratos que participen en el Proyecto, cuidarán de que no se realice ningún acto u omisión de forma dolosa que pueda dañar los recursos forestales. Se implementarán medidas preventivas, de mitigación y de compensación de impactos sobre los recursos forestales, así como en la flora y fauna silvestre, para reducir al mínimo las afectaciones que puedan originarse con el Proyecto, en cumplimiento con lo precisado en el Artículo 6 de la presente Ley.

II.1.1.5 Ley General de Vida silvestre

La Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 56, establece que:

"La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener

la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo […]"

Mientras que en el Artículo 60 se establece que:

"La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados…"

Tabla 5. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre

Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre
En atención a lo citado de esta Ley, para el presente estudio se realizaron muestreos de Flora y Fauna, a partir de los cuales, se identificó la posible presencia de especies en riesgo. De acuerdo con las especies registradas en los muestreos de campo (Área de Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica), para la fauna se registraron seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo III de 2019, en la categoría de "Sujetas a Protección especial (Pr)", cinco de ellas en el área de Proyecto. Las especies registradas fueron: • *Bolitoglosa platydactyla* (salamandra lengua de hongo pies anchos) • *Ctenosaura acanthura* (iguana espinosa del golfo) • *Iguana iguana* (iguana verde) • *Psarocolius montezuma* (oropéndola Moctezuma) • *Micrastur semitorquatus* (halcón selvático de collar) • *Boa imperator* (Boa/Mazacuata) Por el contrario, de acuerdo con el listado de especies registradas para la flora en las diferentes áreas de análisis (Área de Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica), no se identificaron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el mismo orden de medidas a implementar, previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de individuos, y en caso de que se tenga el registro de alguna especie protegida, se atenderá conforme a las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre
Además, durante la construcción, se mantendrá vigilancia por parte de la brigada de fauna para realizar rescate y reubicación en caso de ser necesario y también se darán pláticas a los trabajadores involucrados para que identifiquen la necesidad de reportar individuos y evitar daños a la fauna silvestre.

II.1.1.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En materia de Cambio de Uso del Suelo, el Proyecto se apegará a lo estipulado en esta Ley, ya que como se mencionó, una tercera parte de la superficie del predio se conforma por vegetación forestal, por lo que al solicitar el cambio de Uso del Suelo atenderá lo relativo del siguiente precepto:

> *Artículo 93. "La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, [...] y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*
>
> *Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento."*

Tabla 6. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
El Proyecto se vincula directamente con los preceptos referidos, debido a que, para su emplazamiento, se requiere llevar acabo un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en una superficie de 108.9447 ha de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, por lo que

Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
en cumplimiento a lo establecido en esta Ley y su reglamento se cumplirá con la presentación de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ), posterior a la presente MIA Regional. Contemplando el escenario durante las fases de preparación del sitio y construcción en el que la cubierta vegetal será removida y el suelo quedará expuesto a fenómenos erosivos, la erosión hídrica se incrementará, se pretende establecer medidas de mitigación, como la revegetación y manejo de escorrentías, con la finalidad de atenuar el impacto generado, principalmente en el ámbito del manejo y conservación de suelos. De acuerdo con las imágenes satélites y lo observado en las visitas a campo no se observó presencia de áreas incendiadas dentro de la superficie del área del proyecto susceptible a CUSTF. A fin de dar cumplimiento a lo expuesto en el Artículo 98, donde se establece que "Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del Proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento". El promovente, una vez que la Autoridad determine el monto a realizar por concepto de compensación ambiental, se compromete a realizar el pago respectivo al Fondo Forestal Mexicano (FFM).

II.1.1.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Con respecto a la presente Ley se consideraron los siguientes artículos:

> *ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.*
> *Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.*
> *ARTÍCULO 2. En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la*

generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable.

III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas:

VII. El acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos:

IX. La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano.

X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente.

XI. La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable.

Correspondiente a la clasificación de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, se establecen los Fines, Criterios y Bases generales para su manejo.

ARTÍCULO 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

ARTÍCULO 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;

II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;

III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;

IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados,

ARTÍCULO 28. Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones la XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

ARTÍCULO 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados.

II. Disolventes orgánicos usados.

Referente al manejo integral de residuos peligrosos se considera lo siguiente:

ARTÍCULO 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

ARTÍCULO 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

ARTÍCULO 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la inmunización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos

por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de estas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que prestan los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

ARTÍCULO 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Correspondiente a la generación de residuos peligrosos se nombre lo siguiente:

ARTÍCULO 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

I. Grandes generadores:

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

ARTÍCULO 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

ARTÍCULO 48. Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda: sujetar a los

planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes: así como llevar sus propios residuos

peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.

ARTÍCULO 49. La Secretaría, mediante la emisión de normas oficiales mexicanas, podrá establecer disposiciones específicas para el manejo y disposición final de residuos peligrosos por parte de los microgeneradores y los pequeños generadores de estos residuos, en particular de aquellos que por su peligrosidad y riesgo así lo ameriten.

En todo caso, la generación y manejo de residuos peligrosos clorados, persistentes y bioacumulables, aun por parte de micro o pequeños generadores, estarán sujetos a las disposiciones contenidas en las normas oficiales mexicanas y planes de manejo correspondientes.

Relacionado al manejo integral de los residuos peligrosos se menciona lo sucesiva:

ARTÍCULO 56. La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaria cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

En cuanto a la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial se establece los siguiente:

ARTÍCULO 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

Tabla 7. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
Es importante reconocer que, durante las distintas etapas del Proyecto, se generarán diferentes tipos de residuos, de allí la importancia de realizar una adecuada clasificación y disposición correcta. El Proyecto en sus prácticas adoptará los principios derivados de la política de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley y que al efecto apliquen, se considera implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos, como parte de dicho Programa se colocarán en cada frente de trabajo contenedores etiquetados que refieran claramente el tipo de residuo, para depositar ahí los residuos orgánicos e inorgánicos generados. A partir de la implementación del Programa de Manejo de Residuos, el promovente se responsabiliza del manejo adecuado y oportuno de los residuos, así como su disposición final con los actores que corresponda. Los residuos generados en las diferentes etapas del Proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a los principios establecidos en el Artículo 2, de la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas vigentes. La generación de residuos sólidos peligrosos será mínima, para tal efecto se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría para el manejo, transporte y disposición final de dichos residuos y se le notificará oportunamente a la SEMARNAT. De acuerdo con el Artículo 44 de esta Ley, el promovente se registrará conforme a las cantidades generadas y deberá entregar reportes periódicos a la Secretaría, si así lo requiere, en cumplimiento con las disposiciones aplicables de esta Ley. Así mismo, la promovente notificará oportunamente a la SEMARNAT y a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos, conforme a lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven. Es así como los residuos peligrosos que pudieran generarse se Identificaran, clasificaran y manejara responsablemente, desde su origen hasta su disposición final y en apego al Programa de Manejo Integral de Residuos que se formule. En seguimiento al punto anterior la empresa constructora obtendrá su registro ante la autoridad competente del gobierno federal, estatal o municipal, según corresponda y someterá a su consideración el Programa de Manejo Integral de Residuos, también se elaborará una bitácora y se presentará el informe respectivo ante la autoridad competente. Adicionalmente, se contempla destinar un espacio especial dentro del trazo del Proyecto para almacenar el producto de desmonte de manera temporal para esparcirlo e inducir la revegetación, cuidando en todo momento que cumpla con la normatividad aplicable. El promovente dará cumplimiento a esta Ley y su Reglamento, así como a las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la SEMARNAT. De igual forma se responsabiliza del manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del desarrollo del Proyecto. La promovente y en su caso las empresas constructoras se responsabilizarán del manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen, alineándose en estricto con lo estipulado en la presente Ley.

II.1.1.8 Ley de Planeación y Transición Energética

La presente Ley tiene como objeto "…establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética."

Así pues, el Proyecto, por sus características, coadyuba con los objetivos establecidos en esta Ley en materia energética, como se precisan en el Artículo 2°, a continuación:

> *Artículo 2.- La Secretaría de Energía está a cargo de la planeación vinculante en el Sector Energético, que incluye, como parte esencial, el desarrollo de las áreas estratégicas para preservar la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la Justicia Energética de la Nación; así como la prestación de servicios públicos para garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los objetivos siguientes:*
>
> *I. Garantizar que la planeación vinculante permita la prevalencia de la Comisión Federal de Electricidad en las actividades del sector eléctrico, toda vez que esta es la garante de la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad y del Sistema Eléctrico Nacional;*
>
> *II. Impulsar el desarrollo sustentable del Sector Energético y preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación;*
>
> *III. Impulsar los proyectos de infraestructura estratégicos necesarios para cumplir con la política energética nacional y su ejecución;*
>
> *IV. Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento*

Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético;

V. Establecer y regular los instrumentos de planeación del Sector Energético y de información energética;

VI. Establecer y regular las obligaciones y los instrumentos para incentivar la innovación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el Sector Energético;

VII. Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público;

VIII. Promover la Justicia Energética con mecanismos eficientes y sustentables para reducir la Pobreza Energética y dotar de infraestructura a la población para satisfacer las necesidades energéticas básicas entre las que se incluyen el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, la refrigeración, la iluminación, entre otros;

IX. Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación;

X. Promover el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y de los recursos renovables, la economía circular y el aprovechamiento de los residuos para fines energéticos;

XI. Establecer los mecanismos de coordinación, supervisión y verificación del cumplimiento de esta Ley y las sanciones correspondientes al incumplimiento de ésta, y

XII. Apoyar el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

Artículo 6.- El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la CONUEE, el Centro Nacional de Control de Energía, el Centro Nacional de Control del Gas Natural, la Comisión Nacional de Energía, las Empresas Públicas del Estado, el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, en el ámbito de sus atribuciones, deben ejercer las facultades conferidas por esta Ley.

Artículo 7.- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la CONUEE, el Centro Nacional de Control de Energía, el Centro Nacional de Control del Gas Natural, la Comisión Nacional de Energía y las Empresas Públicas del Estado, bajo la coordinación de la Secretaría, deben facilitar la implementación de la planeación vinculante en el Sector Energético.

Tabla 8. Vinculación con la Ley de Planeación y Transición Energética

Vinculación con las Ley de Planeación y Transición Energética
El Proyecto se enmarca totalmente dentro de las disposiciones establecidas en esta Ley, debido a que es un proyecto perteneciente al Sector energético, por lo cual, su diseño y proyección está en función de las directrices y requisiciones establecidas por las dependencias citadas en los Artículos 6° y 7°, según apliquen. Cabe mencionar que el Proyecto por su naturaleza coadyuba a cumplir con los objetivos precisados en el Articulo1°, ya que, con su construcción se Impulsa el Desarrollo Sustentable del Sector Energético, así como el desarrollo de proyectos de infraestructura estratégicos necesarios

Vinculación con las Ley de Planeación y Transición Energética
para cumplir con la política energética nacional y su ejecución. De la misma forma, con su operación se promueven las Energías Limpias y Aprovechamiento Sustentable de la Energía; y contribuye a la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Finalmente, con su construcción y operación contribuye a apoyar en el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

II.1.1.9 Ley General de Cambio Climático

De acuerdo con el Artículo 1°, la presente Ley "…establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico". Por lo anterior, el Proyecto se vincula en el ámbito de la política ambiental orientada al Desarrollo Sustentable y Protección al ambiente, conforme a los artículos expuestos a continuación:

> *ARTÍCULO 7 Son atribuciones de la federación las siguientes:*
>
> *XXIII. Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de hidrocarburos y energía eléctrica, para lograr el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos fósiles y renovables del país, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en lo que resulte aplicable.*
>
> *XXIV. Elaborar y proponer las previsiones presupuéstales para la adaptación y mitigación con el fin de reducir la vulnerabilidad del país ante los efectos adversos del cambio climático.*
>
> *Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:*
>
> *III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía.*

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.

ARTÍCULO 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran:

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático.

V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono.

VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con el sector social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático.

El Proyecto se enmarca en la Política Nacional de Mitigación de Cambio Climático", conforme a los objetivos del Articulo 33, que a continuación se citan:

ARTÍCULO 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y/a transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.

V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida.

ARTÍCULO 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentadle de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

ARTÍCULO 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes:

III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía.

En cuanto a los Artículos Transitorios se plantea lo siguiente:

II. Mitigación.

d) Para el año 2020, acorde con la meta-país en materia de reducción de emisiones, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en coordinación con la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía, deberán tener constituido un sistema de incentivos que promueva y permita hacer rentable la generación de electricidad a través de energías renovables, como la eólica, la solar y la minihidráulica por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

Tabla 9. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Vinculación con la Ley General de Cambio Climático
En consideración a dicha ley, el Proyecto se apegará a las disposiciones para frenar los efectos adversos del cambio climático, el propósito del Proyecto es aprovechar la radiación proveniente del sol y transformarla en energía eléctrica disponible sin generar emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles, por lo que su desarrollo contribuye de manera gradual a la transición de energía convencionales hacia fuentes renovables, libres de emisiones. Lo anterior se suma a una estrategia más grande que consiste en construir un sistema de incentivos que promueva y permita hacer rentable la generación de electricidad a través de energías renovables como la solar. Durante las diferentes etapas del Proyecto, se ejecutarán diversas medidas preventivas que contrarresten algunos de los impactos adversos que pudieran presentarse, con la finalidad de evitar daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico. El presente documento se encuentra en estricta congruencia con los instrumentos jurídicos aplicables en los ámbitos federal, estatal y sectorial que inciden sobre el Proyecto, con el propósito de fortalecer la implementación de la política nacional en materia de cambio climático. En el marco de las acciones de adaptación, el Proyecto se posiciona como infraestructura estratégica para el aseguramiento del abasto energético del subsector eléctrico, incorporando soluciones tecnológicas de última generación para la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, específicamente energía solar. En alineación con lo dispuesto en el artículo 34, el Proyecto contribuye a la mitigación de emisiones mediante la utilización de celdas fotovoltaicas de alta eficiencia, orientadas al aprovechamiento sustentable de la radiación solar como fuente renovable. Su objetivo es eliminar la generación de emisiones de carbono y gases de efecto invernadero a lo largo de todo su ciclo de vida. De manera complementaria, y en concordancia con las directrices del artículo 33, se impulsa la adopción de tecnologías limpias y eficientes para la transformación y suministro de energía eléctrica, garantizando un desempeño ambientalmente responsable con emisiones nulas de gases de efecto invernadero.

II.1.1.10 Ley del Sector Eléctrico

Esta Ley tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico, por lo anterior, el Proyecto al pertenecer al Sector Eléctrico se apega a los preceptos aplicables de esta Ley conforme a lo que se cita a continuación:

Articulo 2 …Esta Ley tiene por finalidad

I. Preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación;

II. Procurar la eficiencia, Calidad, Continuidad, Accesibilidad, seguridad, Confiabilidad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y del sector eléctrico;

III. Reconocer la prevalencia del Estado en las actividades del sector eléctrico, toda vez que este es el garante de la Continuidad, Accesibilidad, seguridad y Confiabilidad del servicio público de electricidad y del Sistema Eléctrico Nacional;

IV. Determinar la forma en que los particulares pueden participar en las actividades del sector eléctrico que no son exclusivas del Estado;

VI. Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado;

VII. Promover las acciones en materia de Justicia Energética, uso de fuentes de energías limpias y de transición energética, y

VIII. Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias.

En Materia de generación y comercialización el Proyecto atiende a lo siguiente:

Artículo 4.- El Suministro Eléctrico es un servicio de interés público. La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de competencia, sin prevalencia para los particulares de conformidad con el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, suministro, comercialización, planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, son de utilidad pública, cuando son provistas por el Estado, y se sujetan a obligaciones de servicio público y universal en términos de esta Ley y de las disposiciones aplicables, a fin de lograr el cabal cumplimiento de los objetivos establecidos en este ordenamiento legal. Son consideradas obligaciones de servicio público y universal las siguientes:

I. Otorgar acceso a la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución cuando sea técnicamente factible y no afecte su confiabilidad;

II. Ofrecer y prestar el Suministro Eléctrico a todo aquél que lo solicite, cuando ello sea técnicamente factible, en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y Sostenibilidad;

III. Cumplir con las disposiciones de impacto social y desarrollo sostenible establecidas en el Capítulo II del Título Octavo de esta Ley;

IV. Contribuir al Fondo de Servicio Universal Energético, conforme a lo señalado en el artículo 130 de esta Ley;

V. Cumplir con las obligaciones en materia de Energías Limpias; transición energética; reducción de emisiones contaminantes y descarbonización del sector eléctrico que al efecto se establezcan en los compromisos internacionales en la materia y las disposiciones aplicables, y

VI. Ofrecer energía y Productos Asociados al Mercado Eléctrico Mayorista basado en los costos de producción y en los criterios de Continuidad y Accesibilidad conforme a las Reglas del Mercado, entregando dichos productos al Sistema Eléctrico Nacional cuando sea técnicamente factible, sujeto a las instrucciones del CENACE.

Artículo 16.- La generación de energía eléctrica en Centrales Eléctricas puede ser realizada por el Estado, los particulares por sí mismos o en conjunto en esquemas de inversión mixta, en los términos establecidos en la presente Ley.

Artículo 17.- La actividad de generación puede realizarse a través de las siguientes figuras:

I. Generación Distribuida;

II. Autoconsumo, y

III. Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista.

Artículo 18.- Para realizar la actividad de generación a través de las figuras señaladas en las fracciones II y III del artículo anterior se requiere permiso otorgado por la CNE.

Artículo 19.- Todas las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.7 MW deben contar con permiso de generación vigente en los términos establecidos en esta Ley.

Tabla 10. Vinculación del Proyecto con la Ley del Sector Eléctrico

Vinculación con la Ley del Sector Eléctrico
La promovente en atención a las finalidades precisadas en el Articulo 1°, está comprometida a reconocer la prevalencia del Estado en las actividades del Sector Eléctrico, alineándose durante la formulación y desarrollo del Proyecto a las especificaciones establecidas en esta Ley y su reglamento, particularmente en lo relativo a la participación de los particulares en las actividades del Sector Eléctrico. Con la construcción del parque fotovoltaico se impulsa el desarrollo sostenible del Sector Eléctrico con responsabilidad social, económica y medioambiental, es decir, prevalece un compromiso social derivado de la Manifestación de Impacto Social en el Sector Energético (MISSE), que se elabora en paralelo a la presente MIA, y materializado en la implementación de las medidas dirigidas a la población local; de la misma manera, el compromiso medioambiental, se refleja en la elaboración de diversos "Programas Ambientales" derivados de la "Manifestación de Impacto Ambiental", a partir de los cuales, se implementan las medidas de mitigación o compensación, según apliquen.

II.1.1.11 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es la principal norma que regula el aprovechamiento del agua en México. Es reglamentaria del Artículo 27 Constitucional y su objetivo central es regular la explotación, uso y distribución de las aguas nacionales, así como preservar su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable

Los artículos que se consideran en estricto apego para el Proyecto de energía solar en cuanto a sus etapas de construcción y operación resultan del uso de sanitarios móviles y agua de riego, para lo cual, se debe de dar el adecuado uso al recurso agua y al manejo adecuado de las aguas residuales generadas durante la presente fase.

> *ARTÍCULO 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:*
> *XIV. Realizar las medidas necesarias para prevenir la contaminación de las aguas concesionadas o asignadas y reintegrarlas en condiciones adecuadas conforme al título de descarga que ampare dichos vertidos, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los*

ecosistemas; el incumplimiento de esta disposición implicará: (1) la aplicación de sanciones, cuya severidad estará acorde con el daño ocasionado a la calidad del agua y al ambiente; (2) el pago de los derechos correspondientes a las descargas realizadas en volumen y calidad, y (3) se considerarán causales que puedan conducir a la suspensión o revocación de la concesión o asignación que corresponda.

ARTÍCULO 86. "La Autoridad del Agua" tendrá a su cargo, en términos de Ley:

IV. Establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales, de los distintos usos y usuarios, que se generen en:

a. Bienes y zonas de jurisdicción federal.

b. Aguas y bienes nacionales.

c. Cualquier terreno cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Tabla 11. Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales

Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales
En correspondencia con los preceptos citados de esta Ley, el Proyecto durante sus fases de construcción y operación, garantizará que la empresa contratista que se encargue de los desechos de aguas residuales cuente con autorizaciones vigentes para llevar a cabo las tareas de manera óptima. Se pretende abastecer de agua por medio de pipas debidamente reglamentadas. Para el riego y mantenimiento de los paneles, se empleará agua tratada. Se designará una comisión para el buen uso y control del agua, para los casos de que se requiera regar áreas de paso de camiones, zonas de desmonte, áreas arenosas, etc. Es importante mencionar que no se encontraron corrientes o cuerpos de agua de tipo permanentes dentro del polígono de actuación del Proyecto.

II.1.1.12 Ley General de Economía circular

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2026, la Ley General establece un marco jurídico de orden público e interés social orientado a promover la transición hacia un modelo económico circular en México. La ley tiene por objeto cuidar y conservar el medio ambiente mediante políticas, mecanismos e instrumentos en materia de economía circular, incorporando principios de diseño sostenible, valorización de residuos y aprovechamiento de materiales, así como la concurrencia de la Federación, entidades federativas y municipios para maximizar la vida útil de los productos, minimizar residuos y fomentar innovación tecnológica y coordinación intersectorial. Estos objetivos buscan integrar criterios ambientales, económicos y sociales que impulsen la sustentabilidad del ciclo de vida de bienes y servicios, optimicen recursos y fortalezcan la corresponsabilidad entre sectores productivos y la sociedad.

De acuerdo con la Ley, se identificó que los siguientes artículos regulan el desarrollo del Proyecto

En el Artículo 4 Fracción A numerales I y II, y B numeral V, se estipula lo siguiente:

> *Artículo 4.- La Federación tiene a su cargo el diseño y la conducción de la política nacional en materia de Economía Circular. En la planeación y ejecución de las acciones para cuidar y conservar al medio ambiente, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones, deben observar los siguientes enfoques de criterios y principios: A. Enfoques de criterios de Economía Circular:*
>
> *A.*
>
> *I. Fomentar e impulsar la Economía Circular que permita un desarrollo económico sustentable de carácter restaurativo y regenerativo;*
>
> *II. Fomentar la integración de procesos productivos que extiendan la vida útil del Producto y sus componentes, con lo cual se optimice su uso en cada etapa del Ciclo de Vida;*
>
> *B.*

V. Innovador: Incorporación continua de tecnologías, energías renovables y mejoras productivas con beneficios ambientales, económicos y de bienestar social;

Además, los artículos 10, 11 y 12 enuncian al pie de la letra lo que se muestra a continuación:

Artículo 10.- La Secretaría, mediante acuerdos generales de implementación de la REP determinará mecanismos para la implementación gradual de las obligaciones contenidas en esta Ley, por sector productivo, Producto, o ambos. El sector productivo debe ser convocado a participar en la elaboración del proyecto del acuerdo general correspondiente.

Artículo 11.- La Gestión Circular debe incorporar integralmente los aspectos ambientales, funcionales, económicos y sociales a lo largo del Ciclo de Vida de materiales, productos y residuos.

Artículo 12.- Cuando la Secretaría publique en el Diario Oficial de la Federación un acuerdo general de implementación de la REP y, todas las personas productoras e importadoras o, en su caso, el Organismo Coordinador, comprendidos en el acuerdo, tienen la obligación de elaborar la Gestión Circular y solicitar su inscripción en el Registro, en los plazos que en el propio acuerdo se establezcan.

El acuerdo general de implementación de la REP debe prever las actividades que correspondan al sector o categoría del Producto que regule, para que cada persona productora o importadora pueda ejecutar los mecanismos directos o indirectos de circularidad respectivos, cuando sean ambiental, técnica y económicamente viables; también debe establecer metas que cada persona productora o importadora debe cumplir en los términos de la autorización de inscripción al Registro o en el convenio que, en su caso, se suscriba, así como los indicadores y metodologías para medirlas

La tabla siguiente muestra la vinculación del Proyecto con la Ley General de Economía Circular:

Tabla 12. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Economía Circular

Vinculación del Proyecto con la Ley General de Economía Circular
En atención a lo dispuesto en el artículo 4, el Proyecto se alinea con los enfoques de Economía Circular al promover un modelo de desarrollo energético sustentable de carácter restaurativo y regenerativo, sustentado en el uso de energías renovables y en la incorporación de tecnologías limpias que reducen la presión sobre los recursos naturales y minimizan la

Vinculación del Proyecto con la Ley General de Economía Circular
generación de residuos. Asimismo, el diseño, construcción y operación del Proyecto consideran criterios orientados a extender la vida útil de los componentes e infraestructura, optimizando su desempeño a lo largo de su ciclo de vida y favoreciendo su mantenimiento, reutilización y eventual reciclaje, además se seguirán líneas de acción apegadas a la valorización de residuos y subproductos en medida de lo posible. En congruencia con los artículos 10, 11 y 12, el Proyecto contempla una gestión circular integral, que incorpora de manera sistemática los aspectos ambientales, técnicos, económicos y sociales en todas sus etapas, incluyendo la implementación de un Programa de Manejo de Residuos que garantice la correcta segregación, almacenamiento, transporte, valorización y disposición final de los residuos generados. Dicho programa se apoyará en bitácoras de generación, registros de volúmenes, identificación de destinos finales y contratación exclusiva de prestadores de servicios autorizados por la autoridad competente, asegurando trazabilidad y cumplimiento normativo. Además, en cuanto sea publicada la implementación de la REP, el Proyecto se alineará a las disposiciones establecidas por la secretaría.

II.1.2 Reglamentos

II.1.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

De acuerdo con el Artículo 1°, este Reglamento tiene por objeto "…reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal." Por lo que el presente estudio se apega en lo competente según aplique y se requiera, destacando, entre otros, los siguientes Artículos:

> *Artículo 4. Compete a la Secretaría:*
>
> *I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento:*

Referente a las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de sus excepciones se menciona lo siguiente:

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas. eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales:

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.

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

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

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

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas. de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso. con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el

desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

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

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Tabla 13. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Vinculación con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental
De conformidad con los artículos referidos, el Proyecto, por sus características, requiere exhibir ante la SEMARNAT la presente Manifestación de Impacto Ambiental para su evaluación y autorización. Asimismo, dado que el área de intervención cuenta con vegetación forestal, se hace necesario solicitar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, en cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 5, 11 y 13. En ese sentido, la promovente someterá a consideración de la SEMARNAT la solicitud correspondiente para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, con fundamento en el artículo 93 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y los artículos 120 y 121 de su Reglamento, tal como se prevé en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento. Cabe señalar que dicha solicitud será ingresada con la documentación requerida, incluyendo la constancia de pago de derechos correspondiente.

II.1.2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico

En materia de Ordenamiento Ecológico el Proyecto se vincula con el presente instrumento conforme a lo que a continuación se expone:

> *Artículo 22.- El programa de ordenamiento ecológico general del territorio tendrá por objeto:*
>
> *I. Llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el presente Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley:*

II. Establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para:

a. Promover la preservación, protección, restauración y ***aprovechamiento sustentable de los recursos naturales:***

b. Promover el establecimiento de medidas de mitigación tendientes a atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran causar las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal:

c. Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia:

d. Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

e. Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la protección de los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otros instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad:

f. Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable.

g. Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación:

h. Las demás que se consideren necesarias.

Tabla 14. Vinculación con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico

Vinculación con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico
En relación con este Reglamento, el Proyecto durante su planificación se apegará a las políticas, estrategias y lineamiento de regulación ecológica que apliquen al sector eléctrico o que en su caso incidan con las diversas actividades del Proyecto y que se establecen en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), así como el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y el Programa de Orenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz. El detalle de la vinculación del proyecto con cada Ordenamiento Territorial se encuentra en el apartado II.1.3 del presente documento.

Vinculación con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico
Asimismo, es importante señalar que la finalidad del proyecto es fortalecer el suministro de energía eléctrica en el estado, garantizando un servicio confiable y continuo. Para ello, el proyecto se interconectará con la SE Manlio Fabio Altamirano del Sistema Eléctrico Nacional, lo que permitirá su integración a la infraestructura eléctrica existente y contribuirá a la estabilidad y confiabilidad del sistema.

II.1.2.3 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

La LGVS proporciona las disposiciones de los requisitos para el trámite de licencia y permiso, para la autorización de cualquier actividad que se quiera realizar con el hábitat. Así como la sanidad de la vida silvestre la cual lleva a cabo estudios para determinar la existencia de plagas o enfermedades que afecten la vida silvestre. Establece los centros para la conservación e investigación de la vida silvestre. Da los lineamientos para el establecimiento y operación de UMA´s, establece los lineamientos de los Planes de Manejo.

Una parte importante de este reglamento es que establece las características de las áreas de refugio para proteger especies acuáticas, esto se menciona en el siguiente párrafo:

> *Artículo 37. La elaboración, evaluación y aprobación de los planes de manejo se sujetará a lo establecido en la Ley y lo que dispone la presente sección.*
>
> *Artículo 132 La Secretaría determinará los eventos biológicos, los hábitat y poblaciones de vida silvestre en donde deberán ser reguladas las actividades que pudieran causar impactos significativos sobre estos sitios, a través de los planes de manejo para el aprovechamiento no extractivo de cada una de las actividades de que se trate, los cuales serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y se encontrarán a disposición de los particulares a través de los medios con los que cuente la Secretaría. En tanto no sean publicados los planes de manejo correspondientes, los particulares podrán proponer el plan correspondiente para la actividad de que se trate.*
>
> *Para los efectos del presente artículo se entenderá que la actividad es de impacto significativo de acuerdo con los siguientes criterios:*

I. La relevancia del evento biológico, considerada como el momento del periodo de vida de un ejemplar en el que realiza actividades tendientes a su sobrevivencia o reproducción, que pueden verse afectadas si se alteran las condiciones del entorno en el que tienen lugar;

II. El tamaño de la población;

III. La frecuencia, considerada ésta como el número de ejemplares por unidad de tiempo o por unidad de área, y

IV. Los posibles efectos sobre el ciclo biológico de los ejemplares objeto del aprovechamiento no extractivo.

Tabla 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
Como parte del análisis de vinculación del Proyecto PS Altamirano, se identificó que se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves, AICA No. 150, denominada Centro de Veracruz. Es por esto ellos que se considerará la implementación de medidas de prevención y mitigación consideradas garantizar la integridad del medio. Para dar cumplimiento a lo anterior, se propone la elaboración y ejecución de programas de rescate y manejo de flora y fauna, los cuales, tendrán como objetivo general la reubicación de los ejemplares localizados dentro de las zonas de trabajo del Proyecto. En el caso de la flora, los individuos, conforme a lo establecido en el artículo 37. En cumplimiento con este precepto, se llevó a cabo un muestreo de la fauna predominante en la zona, para conocer su dinámica, abundancia y frecuencia, con la finalidad de salvaguardar su integridad y no interferir en la medida de lo posible en su ciclo reproductivo, asimismo, se elaboran informes periódicos para dar seguimiento a esta medida.

II.1.2.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Con este instrumento, se pretende reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Los artículos que pueden aplicarse al Proyecto de energía solar son los siguientes:

ARTÍCULO 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante.

II. Lugar y fecha.

III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios.

IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

ARTÍCULO 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

I.Usos que se pretendan dar al terreno.

II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georreferenciados.

III.Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio.

IV.Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna.

V.Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

VI.Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo.

VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles.

VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo.

IX.Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

X.Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución.

XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo.

ARTÍCULO 122. La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite.

III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

V. Realizada la visita técnica, la Secretaría dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 117 de la Ley, determinará el monto de la compensación ambiental correspondiente de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento y notificará al interesado requiriéndole para que realice el depósito respectivo ante el Fondo. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.

ARTÍCULO 123. La Secretaría, a través de sus unidades administrativas competentes, expedirá la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.

La autorización será negada en caso de que el interesado no acredite haber realizado el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación del requerimiento señalado en la fracción V del artículo anterior.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría, a través de sus unidades administrativas competentes, expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, ésta se entenderá concedida.

Artículo 123 Bis. Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que

aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

ARTÍCULO 124. El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:

I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual.

II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.

ARTÍCULO 125. Para efectos de lo dispuesto en el artículo 117, párrafo séptimo, de la Ley, la Secretaría podrá celebrar convenios de coordinación con dependencias y

entidades públicas de los sectores energético, eléctrico, hidráulico, petrolero y de comunicaciones.

Tratándose de las Actividades del Sector Hidrocarburos la Secretaría celebrará los convenios señalados en el párrafo anterior, por conducto de la Agencia.

ARTÍCULO 126. La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.

La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

ARTÍCULO 127. Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo

trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.

Tabla 16. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
El promovente presentará ante la Secretaría el formato para solicitar el cambio CUSTF, el cual contendrá lo estipulado en las fracciones I, II, III y IV del artículo 120, así como el correspondiente estudio técnico justificativo posterior a la MIA Regional, además de copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. De acuerdo con lo establecido en el artículo 121 el estudio técnico justificativo contendrá la información establecida de las fracciones I a la XV. En conformación con el artículo 122 el promovente reafirma su compromiso a presentar, en caso de ser necesario la información faltante dentro de los 15 días hábiles a partir de la notificación y posteriormente se realizará el depósito respectivo al Fondo Nacional Forestal establecido por la Secretaría, determinado en conformidad con lo establecido en el artículo 124. Por otro lado, se realizará rescate y reubicación de especies de flora afectadas, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 123 Bis, como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies.

II.1.2.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Con base a las actividades planteadas para el desarrollo del Proyecto, se encontraron los siguientes artículos vinculados al mismo:

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio

nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ARTÍCULO 17. Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.

Las disposiciones que se apegan al Proyecto se refieren como se muestra a continuación:

ARTÍCULO 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades dichos instrumentos podrán contener:

I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos.

II. La forma en que se realizará la minimizarían de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos.

III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo.

IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo

ARTÍCULO. 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo.

Sobre la identificación de residuos peligrosos se describe lo siguiente:

ARTÍCULO 40. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán

aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

ARTÍCULO 42. Atendiendo las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos.

I. Gran generador: el que realice una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Micro generador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

ARTÍCULO 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento incluido en este artículo.

ARTÍCULO 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial.

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables.

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley.

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autoricé en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable.

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos.

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.

ARTÍCULO 65. Los generadores o prestadores de servicios que soliciten prórroga de seis meses adicionales para el almacenamiento de residuos peligrosos presentarán ante la Secretaría una solicitud con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado por la Ley para el almacenamiento, la cual contendrá la siguiente información:

I. Nombre, denominación o razón social y número de registro o autorización, según corresponda.

II. Justificación de la situación de tipo técnico, económico o administrativo por la que es necesario extender el plazo de almacenamiento.

La Secretaría dará respuesta a la solicitud en un plazo máximo de diez días hábiles, de no darse respuesta en dicho plazo se considerará que la prórroga ha sido autorizada.

Correspondiente a las disposiciones comunes para los generadores de residuos peligrosos se atiende lo siguiente:

ARTÍCULO 68. Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente.

Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información:

I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones.

II. Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos, proporcionarán:

a) La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos.

b) La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación.

c) El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo.

d) El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación.

ARTÍCULO 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:

I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.

II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo.

Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

ARTÍCULO 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Tabla 17. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.

Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
Por lo que respecta al reglamento de la presente ley, el Proyecto se ajustará a la elaboración y registro del Programa de Manejo Integral de Residuos. El promovente cuidará que los contratistas que presten servicios, antes-durante-posterior al Proyecto y que generen o manejen los residuos en cumplimiento total con la normativa aplicable. El promovente se compromete a desarrollar un plan de manejo de residuos generados, durante todas las etapas del Proyecto. El Promovente asegurará el manejo adecuado de todos los residuos

Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
peligrosos generados tanto por el mismo como por sus subcontratistas. Todo el manejo y disposición de dichos residuos será a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT. Así mismo se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos atendiendo al marco legal. Durante la etapa de implementación del Proyecto se prevé que se generan residuos sólidos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial; el promovente contempla la aplicación de medidas de mitigación enfocadas al manejo y la disposición de este tipo de residuos. De acuerdo con el presente reglamento, la empresa constructora llevará a cabo el procedimiento para obtener su número de registro expedido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales como generador de residuos peligrosos, conforme a la categoría que se le asigne. En caso de requerir solicitar a las autoridades una prórroga para ampliar el plazo de almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen en la construcción y operación del presente Proyecto, se dará cumplimiento a los requisitos señalados en el presente reglamento. Se habrá dado cumplimiento pleno a este precepto, una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso se notificará que han cerrado sus instalaciones, dando cabal cumplimiento a las prescripciones derivadas del presente reglamento. El almacenamiento de los residuos peligrosos generados en las etapas de preparación y construcción del Proyecto "PS Altamirano"; se realizará de conformidad con este precepto. No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a 6 meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o la promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico

En el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, los POET son instrumentos jurídicos en materia de política ambiental que regulan la ocupación del suelo en el país. Entre sus objetivos está definir unidades homogéneas de regulación ecológica dentro del territorio nacional en sus diferentes escalas de representación: nacional, regional, local y marino. También, establecen para cada unidad los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias que promuevan la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, entre otras.

Para el desarrollo del Proyecto es indispensable conocer los POET que regulan el territorio donde se pretende la implementación de este, así como la relación y compatibilidad de este con las políticas, estrategias y criterios de regulación ecológica y de usos del suelo establecidos en ellos y que, en su caso, apliquen al Proyecto. El objetivo es contar con un marco de referencia territorial y jurídica en materia de política ambiental y de regulación del suelo para la viabilidad del Proyecto.

Cada POET presenta estrategias de regulación del suelo a través de un Modelo de Ordenamiento Territorial, conformado por Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) y por Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales son el resultado de un análisis intersectorial y de aptitud territorial, según las condiciones naturales y la interacción de diversas actividades que se desarrollan sobre cada territorio en particular. Al respecto, para el sitio donde se pretende construir el Proyecto inciden: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que en lo sucesivo se exponen.

II.1.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

El Acuerdo que expide el POEGT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2012, precisa los siguiente:

> ***Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.*** *Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan*

al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

En correspondencia con lo citado y teniendo en cuenta que el Proyecto pertenece al sector energético, se analizó su ubicación con respecto a la estrategia de Ordenamiento del POEGT y de acuerdo con este instrumento, el polígono se encuentra en la **Unidad Ambiental Biofísica 75 "Llanura Costera Veracruzana Norte"**, donde la Política Ambiental aplicable es de "**Restauración y Aprovechamiento sustentable**", como se ilustra a continuación.

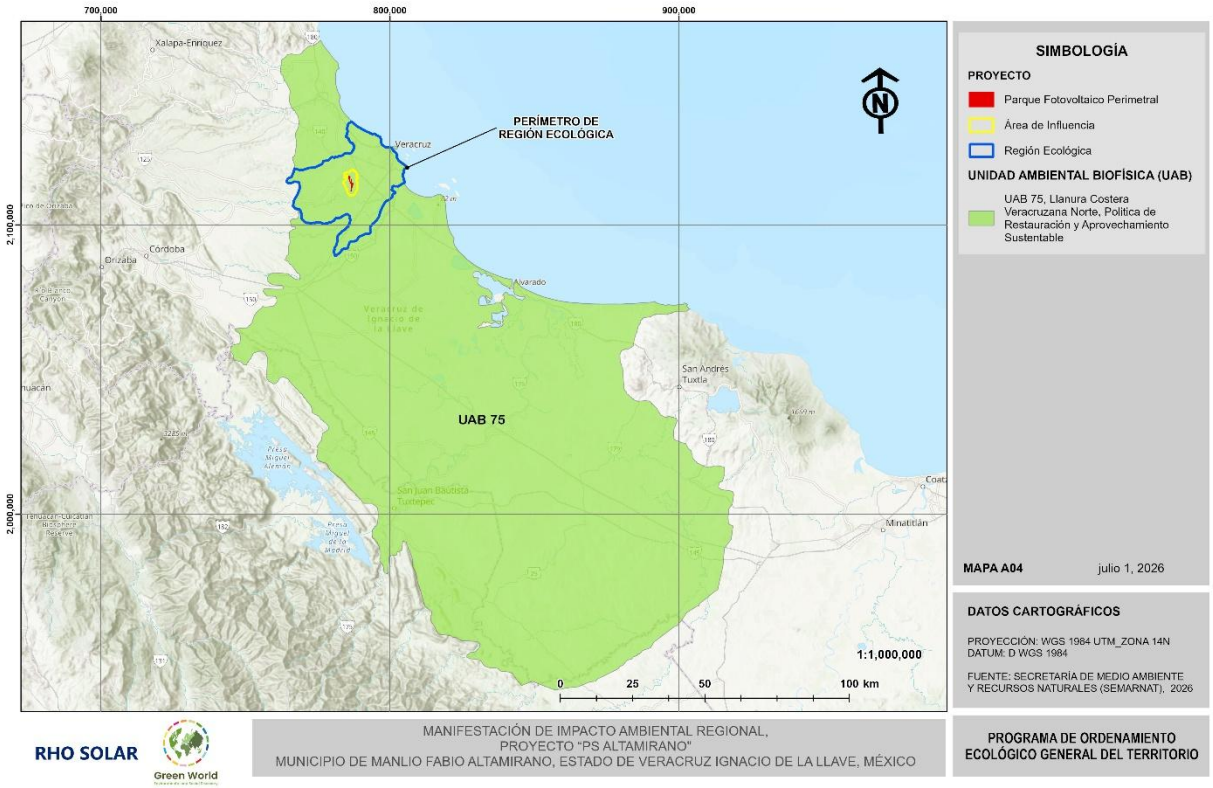


Figura 1 Ubicación del Proyecto respecto al POEGT

Este programa formula lineamientos ecológicos que reflejan el estado deseable para cada UAB, los cuales se logran a partir de un conjunto de medidas específicas, donde las estrategias

y los lineamientos ecológicos cumplen un papel importante en la regulación del territorio. En las siguientes tablas se resumen los ejes rectores de la UAB y sus Estrategias.

Tabla 18. Ficha técnica de la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte

Región Ecológica 18.17	
Unidad Ambiental Biofísica 75 "Llanura Costera Veracruzana Norte"	
Localización	Llanura Costera Veracruzana Norte
Superficie en km^2	18,099.28
Población Total:	1,871,854
Población Indígena:	Chinanteca
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Muy Alto**. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Media. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a critico
Política Ambiental:	Restauración y Aprovechamiento sustentable
Prioridad de Atención:	Muy alta
Rectores del desarrollo	Forestal
Coadyuvantes del desarrollo	Agricultura - Ganadería – Turismo
Asociados del desarrollo	Minería – Poblacional

Región Ecológica 18.17	
Otros sectores de interés	PEMEX
Estrategias sectoriales	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable y su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia un modelo de desarrollo. Por lo que se presenta la vinculación del proyecto con las Políticas Ambientales aplicables a la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte.

Tabla 19. Vinculación de las Políticas Ambientales de la UAB 75 con el Proyecto.

Política Ambiental	Vinculación
Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. (LGEEPA, Artículo 3, fracción III).	La construcción y operación de un Parque Fotovoltaico, se adscribe a dicha política, ya que la infraestructura energética constituye una acción necesaria para el desarrollo nacional, siempre que su planeación, trazado y ejecución incorporen criterios de racionalidad ecológica. Ello implica que, durante el desarrollo del proyecto, se deberán priorizar tecnologías y prácticas que minimicen la afectación a los ecosistemas, para lo cual se proponen las medidas de mitigación y compensación necesarias dentro del Capítulo IV, que incluye un **Programa de Vigilancia Ambiental** con subprogramas como el de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, conservación de suelos, reforestación y manejo integral de residuos.
Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII).	En el contexto del proyecto, la aplicación de esta política implica que se deberán implementar medidas activas orientadas a compensar las afectaciones generadas sobre la cubierta vegetal, el suelo y los hábitats presentes en el área de influencia. Dichas medidas incluyen, entre otras, la rehabilitación de las áreas de ocupación temporal, la restauración ecológica mediante la reforestación con especies nativas representativas de la región, así como el establecimiento de un programa de monitoreo que permita verificar la efectividad de las acciones de restauración y la

Política Ambiental	Vinculación
	recuperación funcional del ecosistema intervenido, como lo es el **Programa de Vigilancia Ambiental**. De esta manera, el proyecto se alinea con la Política Ambiental de Restauración al asegurar que el desarrollo de la infraestructura energética no solo minimice sus impactos, sino que contribuya activamente a la recuperación del equilibrio ecológico en las áreas afectadas, en cumplimiento de los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental establecidos en el ordenamiento ecológico.

A continuación, se expone la vinculación del proyecto con los lineamientos, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica y la UAB 75.

Tabla 20. Vinculación de los lineamientos del POEGT con Proyecto

Lineamientos	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Durante las diferentes etapas que contempla el proyecto se considera el cumplimiento de la normatividad ambiental indicada en la LGEEPA y su reglamento, así como las leyes estatales, municipales y normas técnicas ambientales que se vinculen al proyecto.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	El presente documento constituye un instrumento de planificación y coordinación ambiental para la ejecución del proyecto, cuyo propósito es establecer e implementar las medidas de mitigación necesarias para prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales negativos derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a	Previo a la construcción del proyecto, se informará a los propietarios y vecinos del proyecto del inicio y las actividades que se realizarán, además de las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán durante la

Lineamientos	Vinculación
través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	preparación del sitio y construcción del proyecto. Así mismo, durante la construcción del proyecto, se realizarán pláticas de concienciación para los trabajadores que intervienen en la construcción del proyecto para garantizar y exhortar al cuidado de los ecosistemas en los que se encuentra el proyecto y la línea eléctrica.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Como parte de las acciones del proyecto, se contempla el cumplimiento de toda la normativa aplicable en los ámbitos federal, estatal y municipal, de acuerdo con la etapa de desarrollo en la que este se encuentre. Lo anterior incluye, entre otros, la obtención de las licencias de construcción, los permisos y licencias ambientales relacionados con emisiones, manejo de residuos y demás autorizaciones que resulten aplicables. Asimismo, las medidas de protección, conservación y mitigación que se implementen serán congruentes con los programas de desarrollo urbano vigentes en los ámbitos municipal y estatal.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Como parte de las acciones vinculadas al Proyecto, en el Capítulo IV de la presente MIA se establecen medidas para el rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, con el objetivo de preservar la flora y fauna.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	Durante las actividades del Proyecto se ejecutarán todas las medidas de prevención, mitigación y compensación, propuestas en el Capítulo IV, considerando el rescate de flora y fauna, así como de acciones de protección al suelo y cuerpos de agua superficial en las áreas donde se requiera.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento	La Promovente en el ámbito de sus responsabilidades comunicará y compartirá la información con la SEMARNAT, sobre el avance del proyecto y las acciones

Lineamientos	Vinculación
ecológico territorial y la planeación sectorial.	ambientales que se realicen en aras de proteger los elementos ambientales y evitar el deterioro de estos.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	La Promovente mantiene la coordinación con otros sectores de los tres niveles de gobierno, garantizando el cumplimiento de la legislación aplicable al proyecto, no solo en el ámbito ambiental, sino también en materia social y arqueológica.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	El desarrollo del proyecto no pretende la generación de áreas prioritarias para la preservación, sin embargo si desarrollará medidas de mitigación y compensación que permitirán mantener la conectividad ecológica así como el equilibrio en el ecosistema, aunado a lo anterior se pretende el desarrollo de un Programa de Vigilancia que permitirá dar seguimiento oportuno al desarrollo de las medidas establecidas, dicho programa tendrá dentro de sus alcances la generación de informes periódicos que permitirán a la autoridad tener conocimiento de la efectividad de las medidas establecidas.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	La Promovente aplicará las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el Capítulo IV, con la finalidad de mitigar los impactos ocasionados por el proyecto, y por consiguiente, las tendencias de degradación consideradas en los Programas de Ordenamiento Ecológico.

Considerando las estrategias diseñadas para la UAB con las que se identificó interacción, en la siguiente tabla se hace la vinculación particular tomando como indicador el alcance y naturaleza de las actividades involucradas en el proyecto. Es necesario precisar, que, de la revisión y análisis de las estrategias, no todas mantienen vinculación con las actividades consideradas en el proyecto, sin embargo, se enuncian y se realiza la vinculación con todas con la finalidad de mantener una comprensión general de la UAB.

Tabla 21. Vinculación de las Estrategias de la UAB 75 con el Proyecto

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	Si bien el proyecto, por sí mismo, no contempla explícitamente las acciones señaladas en esta estrategia, considera la remoción de vegetación y, por ende, se requerirá del cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), por lo cual, se solicitará a la autoridad competente la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, presentado un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en el cual se evidenciará que el uso propuesto es más productivo a largo plazo comparado con el uso actual. Para mitigar los impactos generados por la remoción de la vegetación, se considerará un Programa de Manejo y restauración de Suelos, Reforestación y Rescate y reubicación de flora silvestre. Además, se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores de la obra, sobre la importancia de la flora en los ecosistemas, su conservación y uso sustentable.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Si bien el proyecto se ubica dentro de un uso de suelo agropecuario, estos preceptos no son vinculantes con el mismo al tratarse de un parque fotovoltaico a generación que tendrá como principal actividad el aprovechamiento, generación y distribución de energía solar y no la agrícola.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El presente proyecto es sobre la construcción de un proyecto solar fotovoltaico, por lo que no está

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
	relacionado con actividades agrícolas como indica la presente estrategia.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto por sí mismo, no concibe el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. Sin embargo, se requerirá del cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), por lo cual, se solicitará a la autoridad competente la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, presentado un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en el cual se evidenciará que el uso propuesto es más productivo a largo plazo comparado con el uso actual. Para mitigar los impactos generados por la remoción de la vegetación, se considerará un Programa de Manejo y restauración de Suelos, Reforestación y Rescate y reubicación de flora silvestre. Además, se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores de la obra, sobre la importancia de la flora en los ecosistemas, su conservación y uso sustentable.
8. Valoración de los servicios ambientales.	En el ETJ para el CUSTF se hará la valoración de servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto. Sin embargo, en la presente MIA-R, específicamente en el Capítulo IV se presentan una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que podría tener el proyecto sobre los servicios ambientales que prestan los ecosistemas presentes.
C) Protección de los recursos naturales	

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
12. Protección de los ecosistemas.	Al respecto, con la finalidad de proteger los ecosistemas presentes en el sitio seleccionado para el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo una serie de acciones para la conservación de los componentes bióticos y abióticos, de los impactos ambientales que se generan por las obras y actividades del proyecto, los cuales fueron identificados, descritos y evaluados en el Capítulo IV de la presente MIA-R, además se describen las medidas propuestas para proteger las especies representativas del ecosistema
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No es vinculante debido a que el proyecto no pretende el uso de agroquímicos en ninguna de sus etapas, ya que la finalidad de este es la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable.
D) Restauración	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Si bien en el predio del proyecto no se prevén este tipo de actividades, es importante mencionar que dentro de las medidas de mitigación propuestas se considera la restauración ambiental de áreas degradadas dentro de la Región Ecológica que actualmente formen bordes entre la vegetación, con la finalidad de permitir la continuidad de los ecosistemas. Para el suelo, se prevé un Programa de Manejo y Restauración para proteger y reutilizar el material orgánico extraído del área del proyecto, garantizando en todo momento el aprovechamiento del recurso y evitando su pérdida.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no se relaciona con esta estrategia; ya que, hará uso únicamente de recursos renovables como la energía solar.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto no se relaciona con esta estrategia; ya que, hará uso únicamente de recursos renovables como la energía solar.
18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	El presente proyecto es sobre la construcción de un proyecto solar fotovoltaico, por lo que no está relacionado con actividades del sector de hidrocarburos como indica la presente estrategia.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El presente proyecto es sobre la construcción de un parque solar fotovoltaico, que no implican actividades de turismo.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El presente proyecto es sobre la construcción de un proyecto solar fotovoltaico, que no implican actividades de turismo.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El presente proyecto es sobre la construcción de un proyecto solar fotovoltaico, que no implican actividades de turismo.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y saneamiento	
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Dentro de las medidas consideradas en la mitigación de impactos, están aquellas orientadas a evitar alterar la calidad del agua, esto mediante programas de manejo integral de residuos, así como, de la implementación de obras de conservación de suelo en cuyo alcance, se tiene

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
	favorecer los procesos de infiltración y regulación de otros procesos del ciclo hidrológico.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El presente proyecto es sobre la construcción de un parque solar, por lo que no es atribución de la promovente las acciones indicadas en la presente estrategia.
E) Desarrollo Social	
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza	La construcción del Proyecto PS Altamirano fomentara la contratación de mano de obra no especializada, lo que proporcionara empleo temporal a pobladores de las comunidades cercanas. Del mismo modo se pretende ingresar ante la SENER la Manifestación de Impacto Social en el sector Eléctrico en donde se describe la interacción entre las comunidades y el establecimiento de compromisos del promovente con las comunidades.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	La construcción del Proyecto PS Altamirano fomentara la contratación de mano de obra no especializada, lo que proporcionara empleo temporal a pobladores de las comunidades cercanas. Del mismo modo se pretende ingresar ante la SENER la Manifestación de Impacto Social en el sector Eléctrico en donde se describe la interacción entre las comunidades y el establecimiento de compromisos del promovente con las comunidades.
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El presente proyecto no es vinculante, por lo que no es atribución de la promovente las acciones indicadas en la presente estrategia.

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El presente proyecto no es vinculante con la presente estrategia, por lo que no es atribución de la promovente la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No es vinculante debido a que no es competencia de la promovente controlar la urbanización de la región.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se procurará la contratación del personal para obra entre las poblaciones de las localidades más cercanas al área del proyecto.
40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No es vinculante con el proyecto debido a que no se realizarán actividades que atiendan dichas acciones.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No es vinculante con el proyecto debido a que no se realizarán actividades para procurar el acceso a instancias de protección social.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Conforme a las disposiciones actuales en materia de atención a los derechos humanos, toda obra debe promover, atender y favorecer estas acciones. En este sentido, la definición de la trayectoria de la Línea de Transmisión eléctrica fue el resultado del

Estrategias	Vinculación
UAB 75. Llanura Costera Veracruzana Norte	
	consenso entre los diferentes propietarios dueños de los predios en donde se tiene interacción, respetando la opinión libre e informada.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No es vinculante con el proyecto, ya que no es una atribución de la promovente las acciones indicadas en la presente estrategia.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	La vinculación con esta estrategia, lo demuestra el presente apartado en el que se da evidencia sobre la consideración del desarrollo del proyecto atendiendo las disposiciones en materia de ordenamiento que disponen las entidades correspondientes, de tal manera, que no se incurra en la ocupación de espacios no aptos para la obra en comento.

De acuerdo con el análisis del POEGT, el proyecto es congruente con las políticas ambientales, los lineamientos ecológicos y las estrategias aplicables a la UAB 75, toda vez que su objetivo consiste en la generación de energía eléctrica mediante una fuente de energía renovable. En este sentido, su operación no producirá emisiones directas de CO_2 asociadas al proceso de generación, contribuyendo así al aprovechamiento sustentable de los recursos y al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad ambiental.

Asimismo, es importante señalar que la finalidad del proyecto es fortalecer el suministro de energía eléctrica en el estado, garantizando un servicio confiable y continuo. Para ello, el proyecto se interconectará con la SE Manlio Fabio Altamirano del Sistema Eléctrico Nacional, lo que permitirá su integración a la infraestructura eléctrica existente y contribuirá a la estabilidad y confiabilidad del sistema.

II.1.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe** constituye un instrumento de política ambiental orientado a regular e inducir los usos del suelo y el desarrollo de actividades productivas en una región de alta relevancia ecológica, económica y social. Su formulación responde a la necesidad de atender los procesos de deterioro ambiental que inciden sobre el Golfo de México y el Mar Caribe, entre los que destacan la degradación de ecosistemas costeros, la presión sobre los recursos naturales, la contaminación, la pérdida de biodiversidad y la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático.

Este instrumento se enmarca en los esfuerzos de gestión integrada de las zonas marinas y costeras del país, así como en la coordinación entre dependencias federales, entidades paraestatales y gobiernos estatales ribereños. A través de sus lineamientos, estrategias y criterios ecológicos, el Programa busca orientar la distribución de actividades hacia zonas con mayor aptitud territorial, reducir conflictos entre sectores, y promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región.

De acuerdo con el Programa y teniendo en cuenta que el Proyecto pertenece al sector energético, se analizó su ubicación con respecto a la regionalización contenida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, de acuerdo con este instrumento, el polígono correspondiente al Area del Proyecto, se ubica al interior de la **Unidad de Gestión Ambiental 40 "Manlio Fabio Altamirano".** La siguiente figura muestra la ubicación del Proyecto con respecto a esta UGA.

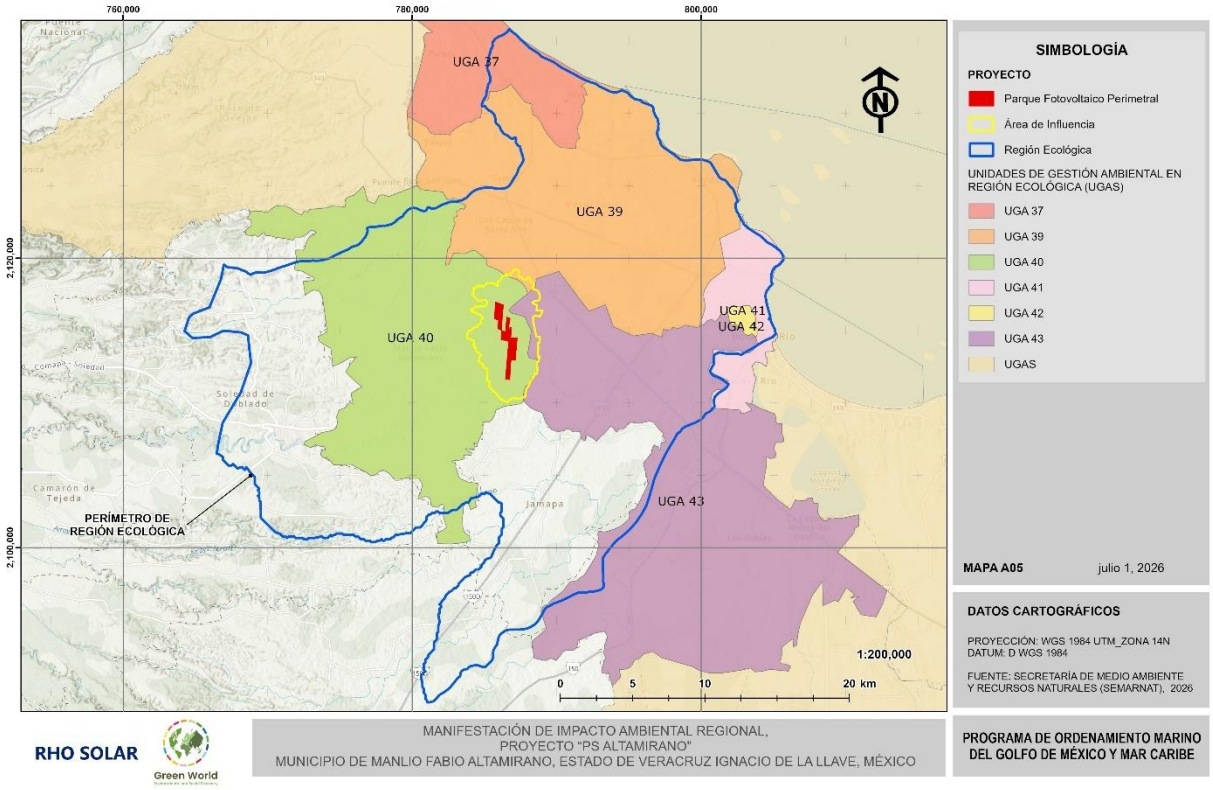


Figura 2. Ubicación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

De acuerdo con el Ordenamiento, la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano" se conforma de los aspectos presentados en la siguiente ficha técnica.

Tabla 22. Ficha técnica UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano

Unidad de Gestión Ambiental (UGA) – 40 Manlio Fabio Altamirano	
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Manlio Fabio Altamirano
Municipio	3,054,540 habitantes
Estado	Veracruz
Población	20,377
Superficie	24,767.847 Ha
Estrategias ecológicas aplicables.	- Adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático Global (CCG) - Incremento en la participación de tecnologías limpias.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA) – 40 Manlio Fabio Altamirano	
	- Conservación de la Biodiversidad - Control de Especies Exóticas - Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades. - Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial. - Impulso a las actividades productivas - Impulso de la corresponsabilidad ambiental industria - Manejo Integral de Residuos Peligrosos. - Manejo Integral de Descargas de agua. - Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbano - Manejo integral del agua. - Prevención de la contaminación - Prevención o mitigación de los efectos de ocupación de espacios amenazados por las precipitaciones. - Prevención y mitigación de riesgos hacia la población. - Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y selvas del ASO. - Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales. - Promoción de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales - Protección de los ecosistemas costeros. - Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal. - Recuperación y protección de la biodiversidad del ASO. - Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías. - Regulación de las actividades agropecuarias. -Aprovechamiento sustentable de la energía. -Utilización Responsable de Agroquímico
Criterios Generales	G001, G002, G003, G004, G005, G006, G007, G008, G009, G010, G011, G012, G013, G014, G015, G016, G017, G018, G019, G020, G021, G022, G023, G024, G025, G026, G027, G028, G029, G030, G031, G032, G033, G034, G035, G036, G037, G038, G039, G040, G041, G042, G043, G044, G045, G046, G047, G048, G049, G050, G051, G052, G053, G054, G055, G056, G057, G058, G059, G060, G061, G062, G063, G064, G065.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA) – 40 Manlio Fabio Altamirano	
Acciones Específicas	A-001, A-002, A-003, A-004, A-005, A-006, A-007, A-011, A-016, A-017, A-018, A-019, A-020, A-021, A-022, A-023, A-024, A-025, A-026, A-033, A-036, A-037, A-038, A-039, A-050, A-051, A-052, A-053, A-054, A-055, A-056, A-057, A-058, A-059, A-060, A-061, A-062, A-063, A-064, A-065, A-068, A-069, A-071, A-072, A-076.

Una vez presentados los Criterios Generales Aplicables en la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano", en las siguientes tablas muestran la vinculación del Proyecto con respecto a las estrategias y acciones específicas.

Tabla 23. Vinculación del proyecto con los Criterios Generales Aplicables en la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano".

Clave	Acciones generales	Vinculación
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	A pesar del que el Proyecto no se relaciona con las actividades que tienen como propósito el aprovechamiento del recurso Agua, se implementarán prácticas para garantizar su uso eficiente y controlado. En las actividades en las que se requiera agua el suministro será por medio de pipas, con prestadores de servicios que cuenten con concesiones y autorizaciones en regla. La trazabilidad del recurso se realizará través de manifiestos de compra de pipas.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Debido a que la naturaleza del Proyecto no es el aprovechamiento del recurso hídrico, no se realizará un pago por servicios ambientales hídricos.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Debido a la naturaleza misma del Proyecto, el alcance no considera llevar a cabo la extracción de algún tipo de especie ni ninguna actividad que se vincule al comercio de especies. Por su parte el proyecto busca la protección de aquellas

Clave	Acciones generales	Vinculación
		especies de flora y fauna que resulten influenciadas por el desarrollo del proyecto y que a su vez se encuentren listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, esto mediante el establecimiento de Programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.
G004	Instrumentar o, en su caso, reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El Proyecto no contempla la realización de actividades extractivas de flora o fauna. Sin embargo, durante los trabajos de caracterización del sitio, el alcance incluyó identificar aquellas especies (flora y fauna), que estuvieran listadas em la NOM-059-SEMARNAT- 2010, lo anterior con la finalidad de implementar medidas específicas para su conservación y evaluar los impactos a los que podrán estar expuestas para el desarrollo del Proyecto. Entre las acciones de vigilancia y control para evitar cualquier tipo de afectación a estas especies, previo a comenzar con las actividades del Proyecto, se realizará un Programa de Rescate y Reubicación para las especies vegetales (principalmente nativas y/o con algún estatus de acuerdo con la norma) y un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Ambos con la finalidad de evitar cualquier afectación a las especies presentes en el sitio. Durante la Operación, se prevé implementar un mecanismo de vigilancia a cargo de un Supervisor Ambiental. Así mismo se realizarán platicas de concientización ambiental para los trabajadores del proyecto, donde se dará énfasis en la protección y cuidado de las especies silvestres.

Clave	Acciones generales	Vinculación
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Los alcances del Proyecto no buscan la implementación de un banco de germoplasma. Sin embargo, para el desarrollo del Proyecto se tiene identificado impacto ambiental de disminución del banco de semillas, por lo que sus efectos serán evaluados y atendidos a través de la implementación de medidas de mitigación, estas se describen a detalle en el apartado IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El desarrollo del Proyecto pretende la generación de energía eléctrica por medio del aprovechamiento de la radiación solar, para ello, el proceso productivo no requiere la implementación de ningún combustible que tras su combustión emita algún tipo de efecto invernadero (como las centrales eléctricas o de ciclo combinado), por lo que se considera al Proceso de Producción de energía a través del recurso solar como libre de emisiones de GEI. Por otro lado, para el desarrollo de actividades de este mismo, si se prevé la generación de CO^2 asociado al uso de unidades de maquinaria y transporte. Para atender esta afectación, se tienen contempladas medidas de mitigación para reducir las emisiones fugitivas de GEI, y de compensación de manera que a través de una revegetación aumentar la tasa de fijación de CO^2.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Aunque el Proyecto no se relaciona directamente con el establecimiento de estas metas, si se contempla la implementación de mecanismos que reduzcan las emisiones de GEI, a través de la ejecución de medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para su desarrollo.

Clave	Acciones generales	Vinculación
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	Las actividades del Proyecto pretenden única y exclusivamente la producción de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar, no contempla el uso de ningún organismo genéticamente modificado.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres, para evitar la fragmentación del hábitat.	Aunque el Proyecto no pretende la construcción de infraestructura de vías de comunicación terrestre, si busca desarrollar infraestructura para la generación de energía eléctrica. Con el fin de evitar la fragmentación del hábitat, se han propuesto distintas medidas de mitigación orientadas a reducir este efecto negativo, junto con el efecto barrera. La evaluación de este impacto y las medidas conducentes se presentan a detalle en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	De acuerdo con el alcance del Proyecto, el área en la que se buscará el emplazamiento del Proyecto es sobre vegetación de pastizal inducido y Vegetación Secundaria de Selva Baja, su alcance no pretende la expansión de tierras destinadas al uso agrícola. Además, se tiene previsto el surgimiento de efectos negativos como consecuencia de la ocupación de espacios, estos serán atendidos a través de las medidas de mitigación formuladas, destacando de una revegetación con especies nativas como medida de compensación cuyo objetivo sea la mejora en la funcionalidad ecológica del sitio.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	De acuerdo con la caracterización ambiental del sitio, el área específica en la que se pretende el desarrollo del Proyecto no presenta características de ecosistema costero. Sin

Clave	Acciones generales	Vinculación
		embargo, si se pretende la implementación de medidas cuyo objetivo sea minimizar las afectaciones al medio natural. Estas acciones se abordan como parte de las medidas de mitigación del Proyecto y se describen a detalle en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Aunque no se pretende el emplazamiento de un parque industrial, si corresponde a infraestructura para el sector eléctrico. La visión prospectiva del Proyecto consideró buscar su establecimiento de este en un sitio cuyas propiedades fueran las de un área que presentará características propias de la modificación por el desarrollo de actividades humanas. El Area en el la que se pretende llevar a cabo el emplazamiento del Proyecto guarda una proporción de 108.9447 ha de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia y 206.983 ha de pastizal inducido, ambos tipos de cobertura reflejan la presencia de actividades humanas que modificaron el medio en el pasado.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El alcance del Proyecto no pretende llevar a cabo la introducción de especies invasoras, ya sea de flora o de fauna. En los casos en los que se requiera insertar alguna especie (para los trabajos de enriquecimiento, por ejemplo), serán consideradas especies nativas y la factibilidad del sitio será evaluada por un especialista.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	De acuerdo con, la caracterización del sitio, se identificó la presencia de un escurrimiento permanente al interior del Area del Proyecto, lo anterior fue fundamental para el arreglo de componentes y diseño del Proyecto. Con el fin
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes	

Clave	Acciones generales	Vinculación
	o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos	de evitar cualquier afectación a los cuerpos de agua, no se colocarán componentes sobre el cauce de es este escurrimiento. Por otro lado, si se tiene prevista la implementación de medidas orientadas al enriquecimiento de cobertura vegetal, se evaluará la posibilidad y factibilidad de que estos trabajos se realicen en los márgenes de escurrimiento. La visión prospectiva del Proyecto consideró buscar su establecimiento de este en un sitio cuyas propiedades fueran las de un área que presentará características propias de la modificación por el desarrollo de actividades humanas.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El emplazamiento del Proyecto pretende realizarse en un sitio cuyas características presentan una altitud a nivel del mar (menos de 70 msnm), no se ubica cercano a laderas de montañas. En caso de que se requiera llevar a cabo un enriquecimiento con vegetación, se considerarán los sitios inmediatos al Proyecto y que presenten características de degradación.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El alcance del Proyecto no pretende realizar actividades agrícolas, y tampoco se ubica en un sitio cuya pendiente sea mayor a 50%.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	De acuerdo con, la caracterización del sitio, se identificó la presencia de un escurrimiento permanente al interior del Area del Proyecto, lo anterior fue fundamental para el arreglo de componentes y diseño del Proyecto. Con el fin de evitar cualquier afectación a los cuerpos de agua, no se colocarán componentes sobre el cauce de es este escurrimiento. Por otro lado, si

Clave	Acciones generales	Vinculación
		se tiene prevista la implementación de medidas orientadas al enriquecimiento de cobertura vegetal, se evaluará la posibilidad y factibilidad de que estos trabajos se realicen en los márgenes de escurrimiento. La visión prospectiva del Proyecto consideró buscar su establecimiento de este en un sitio cuyas propiedades fueran las de un área que presentará características propias de la modificación por el desarrollo de actividades humanas.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El alcance del Proyecto no pretende el desarrollo de un plan o programa de desarrollo urbano. Sin embargo, para su realización si se considera el apego a los Ordenamientos Territoriales y Planes de Desarrollo Aplicables, con particular atención a las disposiciones ecológicas aplicables, y aquellas que se refieran al cambio climático.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	De acuerdo con, la caracterización del sitio, se identificó la presencia de un escurrimiento permanente al interior del Area del Proyecto, así mismo, se descartó la presencia de zonas de inundación estacional, lo anterior fue fundamental para el arreglo de componentes y diseño del Proyecto. Con el fin de evitar cualquier afectación a los cuerpos de agua, no se colocarán componentes sobre el cauce de es este escurrimiento. Por otro lado, si se tiene prevista la implementación de medidas orientadas al enriquecimiento de cobertura vegetal, se evaluará la posibilidad y factibilidad de que estos trabajos se realicen en los márgenes de escurrimiento.

Clave	Acciones generales	Vinculación
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El desarrollo del Proyecto está completamente asociado a la producción de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar, su establecimiento representa la promoción de un Proyecto productivo y no extractivo.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El desarrollo del Proyecto está completamente asociado a la producción de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar, su establecimiento representa la promoción de un Proyecto productivo y no extractivo, y al mismo tiempo intensivo.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Aunque el alcance del Proyecto no contempla el control de plagas, durante las distintas etapas del Proyecto se contempla la realización de recorridos en el sitio, entre los alcances de estos, se prevé que permitan identificar la presencia de alguna especie que pudiera tener estos atributos, en caso de que sea necesario, se implementarán acciones para su control.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, descritas a detalle en el apartado IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se tiene contemplada la implementación de acciones de reforestación guiadas a través de un Programa de Reforestación, estas consideran que las acciones se realicen en proporciones 1:1 con respecto al área en la que se realizará desmonte de vegetación forestal, además, se realizará con especies nativas de la zona. Así mismo, se implementarán acciones orientadas a la restauración del suelo a través de la implementación del Programa de Conservación del Suelo, este tendrá como objetivo enriquecer

Clave	Acciones generales	Vinculación
		distintas áreas (seleccionadas por el equipo de especialistas) con el suelo removido, de manera que se conserve la calidad y servicios que este puede proveer.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Aunque el desarrollo del Proyecto no pretende realizar una actividad productiva a través de especies, si se considera la implementación de especies nativas para la realización de los trabajos de reforestación. Un especialista será el encargado de seleccionar la paleta vegetal que será utilizada con base a distintas características de factibilidad.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación o rehabilitación.	Los trabajos de caracterización tuvieron un alcance que permitió identificar áreas al interior del Proyecto con mayor fragilidad con respecto al efecto que podría causar el efecto barrera, para atender este impacto se han formulado medidas de mitigación con un enfoque de rehabilitación, estas se describen a detalle en el apartado IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Los alcances del Proyecto buscan fomentar la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables, y con ello alinearse con la transición energética que busca reducir la quema de combustibles para la generación de energía y sustituirlos de estos procesos.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El Proyecto mismo busca la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que dentro de sus alcances esta la provisión de energía a través de una fuente renovable.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El Proyecto mismo busca la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de

Clave	Acciones generales	Vinculación
		la radiación solar, por lo que dentro de sus alcances esta la provisión de energía a través de una fuente renovable. El destino final de la energía producida puede aportar un valor agregado de sustentabilidad al aprovechamiento del recurso energía debido a su producción libre combustiones y los principios de responsabilidad sobre los que se articula el Proyecto.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Los alcances del Proyecto buscan fomentar la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables, y con ello alinearse con la transición energética que busca reducir la quema de combustibles para la generación de energía y sustituirlos, además de implementar procesos de generación más eficientes.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Los alcances del Proyecto buscan fomentar la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables, y con ello alinearse con la transición energética que busca reducir la quema de combustibles para la generación de energía y sustituirlos de estos procesos.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Si bien el Proyecto busca la generación de energía, se busca que esta sea a través del aprovechamiento de la radicación solar y no de hidrogeno. Si bien los procesos de generación son completamente distintos, ambos se alinean con ser esfuerzos para transaccionar hacia energías más limpias sin depender de combustibles fósiles.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Los alcances del Proyecto buscan fomentar la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, lo anterior se alinea con la transición energética que busca reducir la quema

Clave	Acciones generales	Vinculación
		de combustibles y promover la generación de energía por medio de tecnologías limpias.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Aunque el alcance del Proyecto no está alineado con el desarrollo de vivienda, si se alinea con la producción de energía eléctrica a través de fuentes renovables, más eficientes y tecnologías limpias.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Aunque el alcance del Proyecto no está alineado con el desarrollo de instalaciones industriales, si se alinea con la producción de energía eléctrica a través de fuentes renovables, más eficientes y tecnologías limpias.
G037	Elaborar modelos, como sistemas mundiales de zonificación agroecológica, que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El alcance del Proyecto no está alineado con las actividades agrícolas, para su desarrollo si se consideró una zonificación del medio con el fin de identificar los distintos factores bióticos y abióticos presentes en el sitio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Dentro de la caracterización ambiental se evaluaron las propiedades del suelo con el fin de evaluar de manera precisa los impactos que podrían afectar este compartimiento y las medidas de mitigación que podrían implementarse para preservar su funcionalidad ecológica y los servicios ambientales que brinda.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El desarrollo del Proyecto contempla el estricto apego a los Ordenamiento Ecológicos aplicables, desde el nivel general hasta el regional.

Clave	Acciones generales	Vinculación
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Se gestionará en la medida de lo posible que, durante la operación del Proyecto, el promovente tenga un acercamiento con el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Aunque el alcance del proyecto no es el desarrollo urbano, y sus facultades no son las de elaborar este tipo de programas, su desarrollo si contempla el apego a los Ordenamientos y Programas de desarrollo aplicables.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	De acuerdo con el alcance del Proyecto y la normatividad aplicable, se gestionará el registro como generador de Residuos Peligrosos para el Proyecto, y sus procesos se realizarán en estricto apego a lo establecido en la LGPGIR con respecto a la gestión de residuos. Así mismo, durante sus distintas etapas de Desarrollo, se ejecutará un Programa de Manejo Integral de residuos para RSU, RME y RP, este marcará las estrategias para s adecuada gestión y dará trazabilidad a los procesos de generación.
G043	La SEMARNAT considerará el contenido aplicable de este Programa en su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Estos criterios no son vinculantes con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que su desarrollo no está relacionado con el sector Pesca
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas	

Clave	Acciones generales	Vinculación
	productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Estos criterios no son vinculantes con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que su desarrollo no está relacionado con el sector Transporte o comunicaciones.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El desarrollo del Proyecto promueve el aumento de las actividades económicas que se realizan en el sitio, además fortalece el crecimiento del sector de energías renovables
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Para el desarrollo del Proyecto fue considerada la identificación de las zonas de riesgo según lo indicado en el Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz. Además, como parte del desarrollo del proyecto se contará con un estudio de mecánica de suelos que permitirá conocer las condiciones particulares del sitio.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El proyecto cumplirá con todas las normas de construcción y operación necesarias para un funcionamiento optimo, apegándose en todo momento a los criterios de Protección Civil del Estado de Veracruz, así como del municipio de Altamirano.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El alcance del Proyecto no considera la construcción de casa habitación ni ningún tipo de infraestructura urbana. Por otro lado, si se consideraron para su diseño los distintos

Clave	Acciones generales	Vinculación
		fenómenos hidrometeorológicos a los estará expuesto debido a su ubicación.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Como parte de las medidas de mitigación del proyecto se prevé la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, donde se incluyen las estrategias de manejo y disposición de los residuos que se generen como parte del proyecto. Este Programa será permanente durante todas las etapas de desarrollo del proyecto. Dentro de las estrategias en este programa se consideran la separación de residuos, el aumento de materiales con destino a valorización y la implementación de estrategias de minimización.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos, tales como descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, entre otras.	
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El desarrollo del Proyecto considera la implementación de prácticas para garantizar el uso eficiente y controlado del agua. En las actividades en las que se requiera agua el suministro será por medio de pipas, con prestadores de servicios que cuenten con concesiones y autorizaciones en regla. La trazabilidad del recurso se realizará través de manifiestos de compra de pipas. No será necesaria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales debido a que no se generarán como producto del proceso de generación de energía. El agua residual generada estará vinculada al uso de sanitarios portátiles con registro, la disposición de estos residuos será a través de un prestador de servicio autorizado para realizar esta actividad.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de	Para el desarrollo del Proyecto será necesario llevar a cabo un Cambio de Uso de Suelo en

Clave	Acciones generales	Vinculación
	uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	terrenos forestales en una superficie que asciende a 108.9447 Ha, la cobertura por remover es de tipo Vegetación Secundaria de Selva Baja. Para gestionar la autorización para llevar a cabo el CUSTF se actuará conforme a lo establecido en el acto administrativo y de conformidad con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, de acuerdo con la normatividad vigente.	Como parte de las medidas de mitigación del proyecto se prevé la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, donde se incluyen las estrategias de manejo y disposición de los residuos que se generen como parte del proyecto. Este Programa será permanente durante todas las etapas de desarrollo del proyecto. Dentro de las estrategias en este programa se consideran la separación de residuos, el aumento de materiales con destino a valorización, la implementación de estrategias de minimización y la emisión de manifiestos de recolección y disposición final, de manera que estas acciones se realicen conforme la normatividad aplicable, por prestadores de servicio y en sitios autorizados.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Estos criterios no son vinculantes con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que no guardan relación con el sector salud.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y	De acuerdo con el alcance del Proyecto y la normatividad aplicable, se gestionará el registro como generador de Residuos Peligrosos para el

Clave	Acciones generales	Vinculación
	los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Proyecto, y sus procesos se realizarán en estricto apego a lo establecido en la LGPGIR con respecto a la gestión de residuos. Así mismo, durante sus distintas etapas de Desarrollo, se ejecutará un Programa de Manejo Integral de residuos para RSU, RME y RP, este marcará las estrategias para su adecuada gestión y dará trazabilidad a los procesos de generación. De acuerdo con el alcance del Proyecto, no está vinculado con **la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).**
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	De acuerdo con la información disponible en los sitios de la CONANP, CONABIO y SIGEIA, la ubicación del Proyecto lo posiciona fuera de cualquier ANP. Sin embargo, se identificó que se encuentra próximo al ANP Sistema Arrecifal Veracruzano en el polígono identificado como Area de Influencia. Debido a lo anterior, se realizó la vinculación del proyecto con lo establecido en el Programa de Manejo y Decreto de esta ANP, esta se presenta en el apartado correspondiente a la vinculación con Areas Naturales Protegidas. De lo anterior, no hay ningún lineamiento que limite el desarrollo del Proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Estos criterios no son vinculantes con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que su desarrollo no está relacionado con la construcción de infraestructura costera.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos	

Clave	Acciones generales	Vinculación
	y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Este criterio no es vinculante con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que su desarrollo no está relacionado con el sector Agropecuario, sin embargo, si serán implementadas las mejores prácticas ambientales de manejo para su desarrollo.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Estos criterios no son vinculantes con el Proyecto debido a que sus actividades están completamente alineadas con la producción de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que su desarrollo no está relacionado con el sector Pesquero, sin embargo, si fueron considerados los ordenamientos ecológicos aplicables.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales, o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	De acuerdo con, la caracterización del sitio, se identificó la presencia de un escurrimiento permanente al interior del Area del Proyecto, lo anterior fue fundamental para el arreglo de componentes y diseño del Proyecto. Con el fin de evitar cualquier afectación a los cuerpos de agua, no se colocarán componentes sobre el cauce de es este escurrimiento. Los caminos internos del Proyecto se propusieron considerando la red de caminos de terracería existentes, además de evitar que se colocarán sobre cualquier cauce de agua.

Clave	Acciones generales	Vinculación
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o, en su caso, de la Dirección Regional que corresponda, conforme a lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	De acuerdo con la información disponible en los sitios de la CONANP, CONABIO y SIGEIA, la ubicación del Proyecto lo posiciona fuera de cualquier ANP. Sin embargo, se identificó que se encuentra próximo al ANP Sistema Arrecifal Veracruzano en el polígono identificado como Area de Influencia. Debido a lo anterior, se realizó la vinculación del proyecto con lo establecido en el Programa de Manejo y Decreto de esta ANP, esta se presenta en el apartado correspondiente a la vinculación con Areas Naturales Protegidas. De lo anterior, no hay ningún lineamiento que limite el desarrollo del Proyecto.

Así mismo, se presenta la vinculación con las acciones específicas presentadas en el Programa.

Tabla 24. Tabla 25. Vinculación del proyecto con las Acciones Específicas aplicables en la UGA 40 "Manlio Fabio Altamirano"

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El alcance del Proyecto no contempla actividades relacionadas con la comercialización, distribución o uso de agroquímicos y pesticidas. Las actividades previstas están orientadas a la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar. En caso de que durante las actividades del proyecto se requiera algún insumo para el manejo de vegetación, este deberá ser evaluado previamente por el especialista ambiental, evitando el uso de sustancias que

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		puedan representar un riesgo para el suelo, agua, flora o fauna del sitio.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Debido a la naturaleza del Proyecto, no se prevé el uso de agroquímicos o pesticidas, por lo que no será necesario instrumentar capacitaciones específicas para su manejo. Sin embargo, como parte de las medidas de prevención ambiental, se podrán integrar pláticas de inducción y concientización dirigidas al personal, en las que se refuerce la prohibición de utilizar sustancias no autorizadas dentro del sitio, como agroquímicos y pesticidas, así como las buenas prácticas para el manejo de residuos, materiales y sustancias que pudieran generar afectaciones al medio natural.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El Proyecto no pretende desarrollar actividades agropecuarias ni forestales productivas. No obstante, dentro de las medidas de mitigación se contempla la implementación de acciones de reforestación y conservación de suelo. En caso de que para dichas acciones sea necesario enriquecer el suelo o mejorar sus condiciones, se priorizará el uso del suelo retirado en las superficies destinadas al emplazamiento de algún componente, evitando la incorporación de sustancias que puedan alterar la calidad del suelo o generar impactos secundarios.
A-004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	El Proyecto no tiene como finalidad modificar cauces naturales, aprovechar cuerpos de agua ni alterar el comportamiento hidrológico de la cuenca o microcuenca en la

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		que se ubica, el emplazamiento de los componentes evitará a toda costa la modificación de los escurrimientos en dirección, ubicación y flujo, por lo que se descarta la presencia de procesos de azolve. Durante la caracterización del sitio se identificó la presencia de un escurrimiento permanente, mismo que no será afectado, además, se descartó la presencia de inundaciones estacionales y, la de cuerpos de agua temporales.
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El Proyecto no contempla procesos de distribución de agua ni infraestructura hidráulica asociada al aprovechamiento del recurso. El agua que pudiera requerirse durante las distintas etapas será suministrada mediante pipas, a través de prestadores de servicios que cuenten con las autorizaciones correspondientes. Para garantizar su uso eficiente y controlado, se llevará trazabilidad del recurso mediante los comprobantes o manifiestos de suministro, evitando consumos innecesarios y pérdidas durante las actividades que requieran su utilización.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proceso de generación de energía eléctrica a partir de radiación solar no requiere el uso permanente de agua ni genera aguas residuales de proceso. Por lo anterior, el Proyecto no contempla la implementación de un programa específico para captación de agua de lluvia o reúso de aguas grises. En cuanto a las aguas residuales sanitarias, estas estarán vinculadas al uso de sanitarios

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		portátiles, cuya limpieza y disposición estará a cargo de prestadores de servicio autorizados, garantizando que no exista descarga directa al suelo o algún otro cuerpo de agua.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El alcance del Proyecto no considera la constitución de un Área Natural Protegida o de un área destinada voluntariamente a la conservación. Sin embargo, como parte de las medidas de mitigación y compensación ambiental, se prevé la implementación de acciones orientadas a la conservación y recuperación de la funcionalidad ecológica del sitio, principalmente mediante programas de Reforestación, de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, Conservación de Suelo y Supervisión Ambiental durante las distintas etapas del Proyecto.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El Proyecto no tiene como finalidad el desarrollo de actividades agropecuarias, por lo que no se ampliará la frontera agrícola. No obstante, para su desarrollo se prevé la remoción de vegetación en aquellas superficies necesarias para el emplazamiento de sus componentes, por lo que se implementarán medidas orientadas a compensar esta afectación. Entre estas acciones se alinean con el enfoque de restauración y recuperación, destaca la ejecución de un Programa de Reforestación, así como acciones de conservación de suelo que permitan favorecer la recuperación de

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		áreas degradadas y mantener la funcionalidad ecológica del sitio.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El Proyecto no contempla la creación formal de corredores biológicos. Sin embargo, durante la caracterización ambiental del sitio se identificaron las áreas con mayor importancia para la conectividad ecológica y aquellas que pudieran ser susceptibles al efecto barrera por el emplazamiento de infraestructura. Para atender estos posibles efectos, se prevé la implementación de medidas de mitigación enfocadas en reducir la fragmentación del hábitat, así como la reforestación, acciones de rescate, reubicación de flora y fauna, y la conservación del suelo, estas se describen a detalle en el apartado IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, se contempla la implementación de acciones de reforestación y recuperación ambiental en sitios definidos por el equipo de especialistas. Estas acciones estarán orientadas a compensar la superficie de vegetación que será removida y a mejorar la funcionalidad ecológica de áreas con algún grado de degradación. La reforestación se realizará con especies nativas de la región y será acompañada de medidas de conservación de suelo y seguimiento a través de distintos indicadores para evaluar la supervivencia de los organismos, la eficacia,

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		y en caso de ser necesaria, la implementación de medidas adicionales.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección, considerando la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Durante los trabajos de caracterización del sitio se contempló la identificación de especies de flora y fauna, con especial atención a aquellas que pudieran encontrarse listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante la caracterización, no fue registrada la presencia de individuos de alguna especie de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, si se identificaron especies de gran importancia. Con base en dicha información, previo al inicio de actividades se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, así como un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Estas acciones tendrán como finalidad evitar o reducir la afectación directa sobre los individuos presentes en el sitio, particularmente aquellos que cuenten con algún estatus de protección.
A-019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás normatividad aplicable.	El Proyecto no contempla la ejecución de actividades de remediación como parte de su alcance ordinario, ya que no se tiene prevista la intervención de sitios contaminados. No obstante, se implementarán medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo, principalmente mediante el adecuado manejo de residuos, sustancias y materiales. En caso de que se presente alguna contingencia que requiera acciones de remediación, estas se formularán y ejecutarán

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás disposiciones aplicables.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	Este criterio no es vinculante con el Proyecto, debido a que sus actividades están orientadas a la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar y no al cultivo, manejo o aprovechamiento de caña de azúcar. Sin embargo, el Proyecto sí se alinea con el objetivo general de reducir emisiones, ya que su proceso de generación no requiere combustión de materiales fósiles y forma parte de una tecnología de producción energética sin emisiones directas de gases de efecto invernadero.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El Proyecto no corresponde a una actividad industrial convencional con procesos de combustión o descargas de efluentes como parte de sus procesos productivos. Sin embargo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé la generación temporal de emisiones asociadas al uso de maquinaria, vehículos y transporte de materiales. Para atender esta condición, se implementarán medidas de mitigación orientadas al control de emisiones, polvos y residuos, así como acciones para evitar descargas directas al suelo o agua. Asimismo, se ejecutará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante todas las atapadas del proyecto, con el fin de garantizar la adecuada gestión de RSU, RME y RP.

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El Proyecto no se relaciona con actividades de extracción, transporte, almacenamiento o aprovechamiento de hidrocarburos, ni contempla la intervención directa de zonas o aguas costeras. Sin embargo, durante la operación de maquinaria y vehículos podrían emplearse combustibles, aceites o lubricantes, por lo que se deberán implementarán medidas preventivas para evitar derrames o contaminación del suelo. En caso de presentarse alguna contingencia, se notificará a la autoridad correspondiente y se aplicarán acciones inmediatas de contención, limpieza y manejo de residuos conforme a la normatividad aplicable.
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base en riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Para el desarrollo del Proyecto se implementarán medidas preventivas dirigidas a evitar la contaminación del suelo, principalmente durante las actividades de construcción, mantenimiento, manejo de residuos y operación de maquinaria. Estas medidas incluirán el control de sustancias, la correcta segregación y almacenamiento temporal de residuos, así como la atención inmediata de posibles derrames. En caso de que se identifique una afectación al suelo, se comunicara a la autoridad correspondiente y se aplicarán acciones correctivas, y de ser necesario, tecnologías de remediación in situ.
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria	El Proyecto se encuentra alineado con este criterio, ya que tiene como propósito la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar, lo cual

Clave	Acciones específicas	Vinculación
	y los automotores, cuando ello sea técnicamente viable.	representa una tecnología de generación con menores emisiones gases de efecto invernadero frente a procesos que dependen de la combustión de combustibles fósiles. Durante la preparación del sitio y construcción se generarán emisiones temporales por el uso de maquinaria y vehículos, por lo que se implementarán medidas de mitigación como mantenimiento preventivo, control de polvos y buenas prácticas de operación.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	De acuerdo con el alcance del Proyecto y la normatividad aplicable, se gestionará el registro correspondiente como generador de residuos peligrosos. Asimismo, durante las distintas etapas se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se establecerán las estrategias para la identificación, separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos. La disposición se realizará únicamente a través de prestadores que cuenten con sitios de disposición debidamente autorizados y vigentes.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías limpias y ambientalmente amigables en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El Proyecto corresponde a infraestructura para la generación de energía eléctrica mediante radiación solar, por lo que su desarrollo se vincula directamente con el impulso de tecnologías limpias y ambientalmente amigables. A diferencia de otros sistemas de generación de energía que requieren combustión, el proceso productivo

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		del Proyecto no genera emisiones directas de gases de efecto invernadero. Adicionalmente, durante su desarrollo se implementarán medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para atender las emisiones temporales asociadas a maquinaria y transporte.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de energía eólica ni la instalación de aerogeneradores. Su alcance está vinculado al aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía eléctrica. Sin embargo, se alinea con este criterio al impulsar fuentes renovables de energía. En cuanto a la posible afectación de fauna, previo a comenzar con las actividades de Preparación del Sitio y Construcción se ejecutarán medidas de ahuyentamiento, rescate, reubicación de fauna, y posteriormente de supervisión ambiental, con el fin de reducir afectaciones a las especies presentes en el área del Proyecto.
A-036	Promover el aprovechamiento de la energía geotérmica.	El Proyecto no considera el aprovechamiento de energía geotérmica. No obstante, su naturaleza sí se encuentra alineada con la promoción de fuentes renovables de energía, ya que busca generar electricidad mediante el aprovechamiento de la radiación solar. En ese sentido, aunque la fuente energética específica es distinta, el Proyecto contribuye al mismo enfoque de transición energética y reducción de la dependencia de tecnologías basadas en combustibles fósiles.

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El Proyecto se vincula directamente con este criterio, debido a que su objetivo es la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación solar. Para ello, se contempla la instalación de infraestructura especializada para transformar este recurso en energía eléctrica. Su desarrollo contribuye al fortalecimiento de las energías renovables y a la diversificación de la disponibilidad energética, a través de un tipo de generación que no requiere combustión durante su proceso productivo.
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de residuos agrícolas para la generación de energía, ni se encuentra relacionado con actividades agropecuarias. La fuente energética considerada corresponde al aprovechamiento de la radiación solar. Sin embargo, el Proyecto sí se vincula con el objetivo de promover la generación de energía eléctrica a través de fuentes limpias. Así mismo, se implementarán medidas de prevención ambiental orientadas al manejo adecuado de residuos y a la reducción de riesgos asociados a materiales combustibles dentro del área de trabajo.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El Proyecto no considera actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos sintéticos. En caso de que durante las acciones de reforestación, revegetación o recuperación de suelo se requiera mejorar las condiciones del sustrato, se implementará la colocación del suelo retirado de las distintas areas donde se

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		requiere el emplazamiento de componentes. Esta medida forma parte del Programa de Conservación del suelo y se plantea con el fin de preservar la funcionalidad ecológica del suelo y los servicios que brinda, y al mismo tiempo busca evitar la incorporación de sustancias que puedan generar contaminación o alterar la dinámica natural del suelo.
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El Proyecto no tiene como finalidad la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano o Programas de Conurbación, ni corresponde a infraestructura urbana para dotación de servicios comunitarios. Sin embargo, para su desarrollo se considerará el apego a los instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano que resulten aplicables, con la finalidad de garantizar que su emplazamiento sea compatible con las disposiciones vigentes y con las capacidades del territorio.
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El Proyecto no pretende desarrollar infraestructura carretera o caminos rurales con fines de comunicación entre localidades. La prospección de caminos internos en el Area del Proyecto se realizó considerando los caminos de terracería existentes en el sitio, lo anterior con el fin de reducir la remoción de vegetación, compactación del suelo y modificación del patrón de escurrimiento superficial.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura, incluyendo cultivos,	Aunque el Proyecto no está vinculado con actividades agrícolas, ganaderas o forestales

Clave	Acciones específicas	Vinculación
	ganado, pastos, praderas y bosques, así como prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	productivas, sí considera prácticas orientadas a mantener la funcionalidad ambiental del sitio. Como parte de las medidas de mitigación se contempla la ejecución de acciones de reforestación con especies nativas y conservación de suelo, las cuales contribuirán a mantener o recuperar servicios asociados a la vegetación y al suelo, incluyendo la capacidad de captura y almacenamiento de carbono.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El Proyecto no corresponde a una actividad productiva extensiva de carácter agropecuario. Su desarrollo se relaciona con la generación de energía eléctrica a partir de radiación solar en un polígono definido y bajo un diseño específico de infraestructura. Además, se contemplan medidas para limitar las afectaciones al sitio, reducir la ocupación innecesaria de superficie y atender los impactos ambientales mediante la implementación de medidas de mitigación de impactos ambientales y su seguimiento a través del Programa de Vigilancia Ambiental.
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El Proyecto se alinea con este criterio al promover una actividad productiva intensiva orientada a la generación de energía eléctrica mediante tecnología solar. Su desarrollo se plantea en función de la aptitud territorial del sitio y de la disponibilidad del recurso solar, contemplando medidas de mitigación para minimizar los impactos derivados de la ocupación espacial, la remoción de vegetación, la generación de residuos,

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		emisiones fugitivas y la modificación de las condiciones del suelo.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Este criterio no es directamente vinculante con el Proyecto, ya que sus actividades no se encuentran relacionadas con la producción agropecuaria ni con programas gubernamentales de apoyo a dicho sector. El alcance del Proyecto se limita a la generación de energía eléctrica por medio de la radiación solar. No obstante, su desarrollo considerará la compatibilidad con los instrumentos de ordenamiento aplicables y con las disposiciones ambientales que regulan la ocupación del territorio.
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El Proyecto no considera la implementación de cultivos ni actividades agrícolas. Sin embargo, dentro de las acciones de reforestación o revegetación propuestas como medidas de mitigación, se priorizará el uso de especies nativas del sitio, seleccionadas por especialistas con base en su viabilidad ecológica.
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, humedales, dunas costeras y manglares.	El Proyecto no contempla el establecimiento de zonas urbanas ni desarrollos habitacionales. Sin embargo, para su diseño y emplazamiento se considerará la información disponible en instrumentos como el Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz, con la finalidad de identificar condiciones de riesgo que pudieran incidir en su desarrollo. Asimismo, como resultado de los trabajos de caracterización del sitio, se descartó la

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		presencia de humedales, dunas costeras, manglares o zonas susceptibles de inundación, e incluso sitios de inundación estacional. Por otro lado, para las actividades de reforestación se considerarán aquellos sitios que presenten algún grado de degradación y que al mismo tiempo concentran características de factibilidad para llevar a cabo el enriquecimiento vegetal.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El alcance del Proyecto no contempla el establecimiento, ocupación o reubicación de asentamientos humanos. Por lo anterior, este criterio no resulta directamente vinculante. No obstante, el Proyecto consideró desde su etapa de diseño los riesgos presentes con el sitio, por ello para su desarrollo se considera el establecimiento de medidas internas de seguridad y protección civil para el personal que participe en cualquiera de sus etapas.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El Proyecto no tiene como objetivo dotar de equipamiento básico a localidades estratégicas ni desarrollar infraestructura social o comunitaria. Sin embargo, su desarrollo puede contribuir de al fortalecimiento de actividades productivas sustentables mediante la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El Proyecto no contempla la creación de sistemas públicos de alerta temprana. Sin embargo, debido a su ubicación próxima a la costa se consideran de gran importancia los fenómenos hidrometeorológicos del sitios a

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		los que el Proyecto estará expuesto, por lo que se integrarán acciones y protocolos de prevención, atención y respuesta a emergencias. Estas acciones se vinculan con los criterios de Protección Civil aplicables y con las medidas de seguridad que requieren los Proyectos de esta naturaleza.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Este criterio no es directamente vinculante con el Proyecto, debido a que no contempla la construcción de vivienda, infraestructura social o equipamiento comunitario. Sin embargo, el desarrollo del Proyecto se realizará en estricto apego con los instrumentos de ordenamiento y a la normatividad aplicable, evitando generar afectaciones sobre localidades e infraestructura existente.
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El Proyecto se vincula con este criterio al adoptar un manejo integral de residuos, para ello, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual considera la gestión de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos que serán generados durante las distintas etapas del proyecto. El Programa establecerá las acciones de separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final mediante prestadores de servicio y sitios autorizados. Así mismo se gestionará el registro correspondiente como generador de residuos peligrosos en apego a la LGPGIR.

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El Proyecto no contempla la instalación u operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que no corresponde a infraestructura hidráulica ni de saneamiento público. Además, la generación de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar no genera aguas residuales asociadas al proceso productivo. Las aguas residuales sanitarias que se generen durante las distintas etapas, estarán asociadas al uso de sanitarios portátiles, cuya limpieza y disposición estará a cargo de prestadores de servicio autorizados.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Este criterio no resulta vinculante con el Proyecto, debido a que no contempla la construcción de viviendas ni la conexión de asentamientos humanos a sistemas municipales de drenaje o tratamiento. La generación de aguas residuales sanitarias será debido al uso de sanitario sanitarios portátiles, la disposición de estas aguas se realizará por medio de prestadores de servicio autorizados, evitando cualquier tipo de descargas hacia el suelo o cuerpos de agua.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de lodos inactivos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, sí se prevén acciones orientadas a la conservación y recuperación del suelo, particularmente mediante el manejo adecuado del suelo removido y su aprovechamiento en áreas de

Clave	Acciones específicas	Vinculación
		enriquecimiento o restauración. Estas acciones serán integradas dentro del Programa de Conservación de Suelo.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El Proyecto por ningún motivo realizará la disposición de residuos en el mar ni en zonas costeras. El Proyecto se vincula con este criterio al adoptar un manejo integral de residuos, para ello, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual considera la gestión de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos que serán generados durante las distintas etapas del proyecto. El Programa establecerá las acciones de separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final mediante prestadores de servicio y sitios autorizados. Así mismo se gestionará el registro correspondiente como generador de residuos peligrosos en apego a la LGPGIR.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza, ecoturismo, en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local, respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Este criterio no es directamente vinculante con el Proyecto, ya que sus actividades no se relacionan con el sector turístico ni con el desarrollo de infraestructura o servicios de turismo de naturaleza. No obstante, el Proyecto sí contempla acciones orientadas a reducir la afectación de los ecosistemas presentes en el sitio, mediante su desarrollo adoptando buenas prácticas ambientales, la implementación de medidas de mitigación, rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación, manejo integral de residuos, la

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	conservación del suelo durante las distintas etapas. Su seguimiento se realizará a través de la integración del Programa de Vigilancia Ambiental.
A-073	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura ferroviaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre estos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	Este criterio no es vinculante con el Proyecto, ya que no contempla la construcción, modernización o ampliación de infraestructura ferroviaria. No obstante, su desarrollo si considera criterios de prevención ambiental, con el fin de minimizar la afectación a las funciones de los ecosistemas. Además, las distintas medidas de mitigación planteadas buscan preservar la conectividad del sitio, y conservar la funcionalidad ecológica del sitio. Estas medidas se describen a detalle en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

II.1.3.3 Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz

El Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz constituye un instrumento de planeación territorial, urbana y metropolitana, orientado a establecer las bases para ordenar y regular el desarrollo de los municipios de Alvarado, Boca del Río, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo y Veracruz. Su formulación responde a la necesidad de atender la dinámica económica, social, urbana y ambiental que se presenta en esta región, la cual, por su integración funcional y territorial, requiere una visión de planeación coordinada entre los distintos municipios que la conforman.

Este instrumento parte del reconocimiento de que la Zona Metropolitana de Veracruz funciona como un territorio articulado, en el que los procesos de crecimiento urbano, ocupación del suelo, movilidad, infraestructura, actividades económicas, riesgos, servicios, áreas de valor ambiental y zonas rurales o periurbanas no pueden analizarse de manera aislada por municipio. Por ello, el Programa busca establecer una base técnica y normativa que permita orientar el desarrollo metropolitano bajo criterios de ordenamiento territorial, desarrollo urbano sustentable, gobernanza, prevención de riesgos y aprovechamiento adecuado del suelo.

Dentro de sus alcances, el Programa integra una fundamentación jurídica que lo vincula con instrumentos internacionales, federales, estatales y municipales; además de un diagnóstico de las principales dinámicas de la zona metropolitana, considerando aspectos sociodemográficos, económicos, físico-ambientales, urbanos, urbano-rurales y de gobernanza. A partir de dicha caracterización, el instrumento define un modelo territorial metropolitano, escenarios de desarrollo, objetivos, estrategias, normas generales de ordenación, zonificación primaria, agenda metropolitana y mecanismos de evaluación y seguimiento.

En este sentido, el Programa representa un instrumento rector para la toma de decisiones sobre el territorio, ya que delimita áreas urbanas, urbanizables y no urbanizables, así como usos, destinos y reservas que deberán ser considerados en la planeación y regulación del crecimiento físico y económico de la Zona Metropolitana de Veracruz. Asimismo, permite identificar aquellas condiciones territoriales, ambientales y urbanas que deben ser observadas para evitar ocupaciones incompatibles, reducir riesgos, conservar áreas con valor ambiental y promover un desarrollo más ordenado y congruente con la vocación del territorio.

Para efectos del análisis de vinculación del Proyecto PS Altamirano, este Programa adquiere relevancia debido a que el Proyecto se ubica dentro del ámbito territorial de uno de los municipios que integran la Zona Metropolitana de Veracruz. Por lo anterior, su contenido debe ser considerado como parte de la revisión de compatibilidad territorial y normativa del Proyecto. De esta manera, la vinculación del Proyecto con el Programa permite verificar que su desarrollo se articule con los criterios de ordenamiento territorial establecidos para la Zona Metropolitana de Veracruz, reconociendo que, si bien el Proyecto no corresponde a un

desarrollo urbano habitacional ni a infraestructura metropolitana de servicios públicos, sí implica la ocupación y aprovechamiento de una superficie determinada para infraestructura de generación de energía eléctrica.

Como parte de los trabajos orientados a verificar la compatibilidad del Proyecto con este instrumento de planeación, se llevó a cabo la revisión del Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz, publicado en la Gaceta Oficial, Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 30 de mayo de 2024, Tomo CCIX, Núm. Ext. 218. Si bien fue posible identificar y consultar el documento oficial correspondiente al Programa, no se localizó en fuentes verificadas la información vectorial asociada que permitiera elaborar un mapa de ubicación o superposición del Proyecto, como sí fue posible realizar para otros instrumentos de ordenamiento de carácter general y regional costero. En virtud de lo anterior, la vinculación del Proyecto con este Programa se desarrolla a partir del análisis de sus objetivos, estrategias y disposiciones aplicables, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 26. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz.

Objetivos	Vinculación
I. Estrategia urbana en función del ordenamiento ecológico	
Controlar las actividades humanas que se realizan dentro del Parque Marino Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.	El Proyecto no se ubica dentro del ANP Sistema Arrecifal Veracruzano; sin embargo, se identificó su proximidad dentro del polígono considerado como Área de Influencia. Se realizó la vinculación correspondiente con el Decreto y Programa de Manejo del ANP, sin que se identificaran disposiciones que limiten el desarrollo del Proyecto. Asimismo, el Proyecto no contempla actividades marinas, turísticas, pesqueras o costeras dentro del Parque Marino Nacional. Por otro lado, el desarrollo del Proyecto considera implementar buenas prácticas de manejo y gestión ambiental

Objetivos	Vinculación
Establecer programas de conservación y reforestación en el sitio Ramsar Sistema Lagunar de Alvarado.	El Proyecto no contempla obras o actividades dentro del sitio Ramsar Sistema Lagunar de Alvarado, ni pretende intervenir ecosistemas lagunares o humedales asociados. No obstante, como parte de las medidas de mitigación se considera la implementación de acciones de reforestación y conservación de suelo, las cuales estarán orientadas a compensar los impactos generados por la remoción de vegetación y a favorecer la recuperación de la funcionalidad ecológica en los sitios definidos por especialistas.
Restaurar y proteger el ANP Archipiélago de las Lagunas Interdunarias de la zona conurbada Veracruz - La Antigua.	El alcance del Proyecto no considera el desarrollo de obras o actividades dentro del ANP Archipiélago de las Lagunas Interdunarias de la zona conurbada Veracruz - La Antigua. Sus actividades están orientadas a la generación de energía eléctrica mediante radiación solar y no guardan relación directa con la intervención de la laguna. Aunado a lo anterior, el Proyecto contempla medidas para prevenir afectaciones al medio natural, entre ellas el manejo integral de residuos, la protección de flora y fauna, la reforestación y la supervisión ambiental durante cada una de sus etapas.
Adoptar medidas de protección para el área de conservación ecológica Arroyo Moreno y las áreas privadas de conservación El Dorado y La Joya.	El Proyecto no contempla la intervención del área de conservación ecológica Arroyo Moreno ni de las áreas privadas de conservación El Dorado y La Joya. Aun así, el Proyecto contempla para su desarrollo la implementación de medidas de protección ambiental, principalmente mediante la implementación de Programas de rescate y reubicación de flora y fauna, la ejecución de un programa de reforestación, el manejo adecuado de residuos y la vigilancia ambiental durante las distintas etapas del Proyecto.

Objetivos	Vinculación
Adoptar medidas de conservación de la Laguna Mandinga.	El Proyecto no contempla obras o actividades dentro de la Laguna Mandinga ni actividades que impliquen su aprovechamiento, modificación o intervención. Por otro lado, se prevé que todas las actividades del Proyecto se desarrollen bajo medidas de prevención y control ambiental, particularmente en lo relativo al manejo de residuos, uso controlado del agua y prevención de descargas o escurrimientos contaminantes que pudieran representar una afectación hacia medio natural.
Adoptar lineamientos de ordenamiento ecológico orientados al desarrollo urbano en los municipios de la ZMV.	Aunque el Proyecto no corresponde a un desarrollo urbano ni contempla la construcción de vivienda o equipamiento urbano, su desarrollo considera el apego a los instrumentos de ordenamiento y desarrollo urbano aplicables. En ese sentido, la vinculación del Proyecto con los programas de ordenamiento permite verificar su compatibilidad territorial y establecer las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que correspondan a su naturaleza y ubicación.
Alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos con visión de cuenca y metropolitana.	El Proyecto no tiene como finalidad el aprovechamiento del recurso hídrico ni contempla infraestructura hidráulica para extracción, conducción o distribución de agua. El agua que se requiera será suministrada mediante pipas por prestadores de servicio autorizados, conservando la trazabilidad del recurso mediante comprobantes o manifiestos. Asimismo, no se prevé la generación de aguas residuales de proceso, y las aguas sanitarias serán manejadas mediante sanitarios portátiles y prestadores autorizados. Por otro lado, se contempla que el desarrollo del proyecto se realice sin afectación alguna a los cauces de agua.

Objetivos	Vinculación
Realizar acciones para la recuperación de playas derivado del cambio de mareas por la ampliación del Puerto de Veracruz.	Este lineamiento no es directamente vinculante con el Proyecto, debido a que sus actividades no se relacionan con obras portuarias, infraestructura costera o recuperación de playas. El Proyecto está orientado a la generación de energía eléctrica mediante radiación solar y no contempla modificaciones al perfil costero, a la dinámica de mareas o a ecosistemas de playa.
Controlar y prevenir la ubicación de asentamientos humanos en zonas no aptas para la urbanización.	El Proyecto no contempla el establecimiento de asentamientos humanos ni desarrollos habitacionales. No obstante, para su diseño y emplazamiento se consideraron los instrumentos de ordenamiento territorial, así como la información del atlas de riesgo con la finalidad de evitar su ubicación en áreas incompatibles o sujetas a condiciones que puedan representar riesgos para su desarrollo y operación.
Desarrollar un programa de planificación integral, participativa y de largo plazo, orientada a la gestión de inundaciones.	El Proyecto no tiene como alcance la elaboración de un programa metropolitano de gestión de inundaciones. Sin embargo, para su desarrollo se consideró la información disponible sobre riesgos hidrometeorológicos e inundaciones, así como la caracterización del sitio, de lo anterior, se obtuvo que al interior del Area del Proyecto no hay sitios en los que se pudieran presentar inundaciones estacionales. En caso de que durante su operación se presente una c0ontingencia de este tipo, se implementarán las medidas correspondientes para su adecuado manejo.
Alcanzar la gestión integrada de residuos sólidos con visión metropolitana.	Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, se contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se establecerán las estrategias para la separación, almacenamiento temporal, valorización, recolección, transporte y disposición final de los residuos

Objetivos	Vinculación
	sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos que se generen durante sus distintas etapas. Estas acciones se realizarán mediante prestadores de servicio autorizados y conforme a la normatividad aplicable.
Conservar el suelo forestal existente en la zona metropolitana.	Para el desarrollo del Proyecto será necesario llevar a cabo la remoción de vegetación en las superficies estrictamente necesarias para el emplazamiento de sus componentes, incluyendo áreas con Vegetación Secundaria de Selva Baja. Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, este se gestionará conforme a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Asimismo, como mecanismo de mitigación y compensación del impacto producido por el CUSTF se implementarán medidas de mitigación, y los Programas de rescate y reubicación de flora y fauna, conservación de suelo y reforestación.
Recuperar el suelo forestal que se ha destinado al uso agropecuario.	El Proyecto no pretende desarrollar actividades agropecuarias ni ampliar la frontera agrícola. No obstante, como parte de sus medidas de compensación y mitigación se prevé la ejecución de acciones de reforestación y conservación de suelo, orientadas a recuperar la funcionalidad ecológica de áreas seleccionadas por especialistas. Estas acciones contribuirán a mejorar la cobertura vegetal y la calidad del suelo en sitios con algún grado de degradación.
II. Estrategia urbana en función del desarrollo económico	
Promover actividades de base económica local y metropolitana.	El Proyecto representa una actividad productiva vinculada al sector energético, orientada a la generación de electricidad mediante el aprovechamiento de una fuente renovable. Su desarrollo puede contribuir a la diversificación de las actividades económicas de la región, así como a la generación

Objetivos	Vinculación
	de empleos y demanda de servicios locales durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Incentivar el desarrollo de agricultura tecnificada en parcelas no urbanizables.	Este lineamiento no es directamente vinculante con el Proyecto, debido a que sus actividades no se relacionan con agricultura tecnificada ni con el uso productivo de parcelas agrícolas. El Proyecto se orienta a la generación de energía eléctrica mediante radiación solar. No obstante, su desarrollo se realizará considerando la aptitud territorial del sitio y los instrumentos de ordenamiento aplicables.
Promover el autoempleo y la seguridad alimentaria.	El Proyecto no tiene como finalidad promover actividades de seguridad alimentaria o esquemas de autoempleo agrícola. Sin embargo, durante sus etapas de preparación y construcción podrá generar demanda de mano de obra y servicios, lo cual representa un efecto económico en la zona. Estas actividades serán desarrolladas bajo criterios de cumplimiento ambiental y seguridad laboral.
Determinar reservas de suelo urbanizable para el uso de suelo industrial y corredores industriales, que satisfagan las necesidades de logística y servicios requeridos por el crecimiento del puerto y las necesidades de crecimiento de cada municipio.	El Proyecto no contempla la determinación de reservas de suelo urbanizable ni el desarrollo de corredores industriales o acciones relacionadas con la actividad portuaria. Aunque corresponde a infraestructura energética, su alcance se limita al emplazamiento de componentes para la generación de energía eléctrica mediante radiación solar. Para su desarrollo fueron consideradas las aptitudes del territorio, además de la compatibilidad con los usos de suelo presentes en el sitio y el apego los lineamientos establecidos en los distintos instrumentos de ordenamiento territorial y urbano aplicables.
Diversificar las opciones turísticas en la zona metropolitana,	Este lineamiento no es vinculante con el Proyecto, debido a que no contempla actividades turísticas, portuarias o pesqueras.

Objetivos	Vinculación
poniendo en valor el patrimonio como factor de desarrollo e impulsar las actividades portuarias y pesqueras de Alvarado.	El Proyecto se encuentra orientado a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar. Sin embargo, su desarrollo sí se vincula con la diversificación de actividades productivas en la región, particularmente mediante el impulso de infraestructura asociada a energías renovables.
III. Estrategia urbana en función del desarrollo social	
Promover el acceso a la vivienda para la población de bajo ingreso.	El Proyecto no contempla la construcción de vivienda ni acciones asociadas al sector habitacional. Sus actividades se relacionan con la generación de energía eléctrica mediante radiación solar, por lo que este lineamiento no resulta directamente vinculante. No obstante, el Proyecto considera en su desarrollo evitar afectaciones sobre asentamientos humanos existentes o infraestructura social cercana.
Incentivar el reciclamiento y ocupación de la vivienda deshabitada.	Este lineamiento no es vinculante con el Proyecto, ya que no contempla acciones de vivienda, reciclamiento urbano u ocupación habitacional. El Proyecto corresponde a infraestructura energética y su desarrollo tiene como alcance el emplazamiento de los componentes necesarios para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar.
Crear barrios y comunidades mixtas, servidas, seguras e incluyentes que reduzcan sus necesidades de movilidad intrametropolitana.	El Proyecto no corresponde a un desarrollo urbano, habitacional o comunitario, por lo que este lineamiento no resulta directamente aplicable. No obstante, su desarrollo deberá considerar medidas de seguridad, control de accesos, protección civil y manejo ambiental, a fin de evitar afectaciones a comunidades o localidades cercanas durante sus distintas etapas. Durante la construcción, el traslado de personal, maquinaria y materiales deberá realizarse de manera ordenada, procurando evitar afectaciones a vialidades locales y

Objetivos	Vinculación
	reduciendo, en la medida de lo posible, impactos asociados al tránsito temporal de vehículos.
Equilibrar la distribución de equipamientos e infraestructura de alto impacto social.	Este lineamiento no es directamente vinculante con el Proyecto, ya que no contempla equipamiento social, educativo, de salud, recreativo o comunitario. El Proyecto corresponde a infraestructura para generación de energía eléctrica mediante radiación solar. Su desarrollo contempla la compatibilidad territorial y social, en paralelo se desarrolla una Manifestación de impacto Social en el que se expresa todo lo relacionado al impacto social que pudiera presentarse con el Proyecto.
IV. Estrategia para el desarrollo urbano - metropolitano	
Propiciar un sistema urbano policéntrico compacto, con ejes y corredores de desarrollo y un sistema de áreas verdes como modelo de planificación metropolitana.	El Proyecto no corresponde a una acción de planeación urbana ni tiene como objetivo consolidar un sistema urbano policéntrico. No obstante, se realizó una revisión con respecto a su compatibilidad territorial a través de la vinculación con las disposiciones de ordenamiento ecológico y urbano. Asimismo, las medidas de reforestación y conservación de suelo previstas contribuirán a mantener o mejorar elementos de cobertura vegetal dentro de los sitios cercanos al Proyecto determinados por los especialistas.
Priorizar la consolidación y densificación de los subcentros metropolitanos, los centros urbanos y los sistemas urbano-rurales de la zona metropolitana.	Este lineamiento no es directamente vinculante con el Proyecto, debido a que no contempla consolidación urbana, densificación habitacional o desarrollo de centros urbanos. El Proyecto está orientado únicamente a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar.
Autorizar usos del suelo urbanos, con énfasis en el habitacional, únicamente en localizaciones adecuadas para su ocupación y de	El Proyecto no solicita ni pretende desarrollar usos de suelo urbanos habitacionales. No obstante, su realización requiere llevar acabo un Cambio de Uso de Suelo en una superficie de 108.9447 ha de Vegetación Secundaria de Selva Baja. Para llevar

Objetivos	Vinculación
acuerdo con las necesidades de crecimiento de cada municipio.	a cabo el CUSTF, se realizará lo indicado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable sobre el procedimiento administrativo
Rediseñar el modelo de transporte público para consolidar el sistema de corredores estructurantes de la zona metropolitana y promover prioritariamente la movilidad no motorizada.	Este lineamiento no resulta directamente vinculante con el Proyecto, ya que no contempla rediseño de transporte público ni infraestructura de movilidad no motorizada. Durante las etapas de preparación y construcción, el movimiento de personal, maquinaria y materiales deberá realizarse bajo medidas de control y seguridad, evitando generar afectaciones relevantes sobre la movilidad y el tránsito.
V. Estrategia para atender las limitaciones de la coordinación intermunicipal en la ZMV	
Propiciar un acuerdo entre los municipios metropolitanos para ejecutar el Programa Metropolitano y convertirlo en la guía para actualizar o elaborar sus programas municipales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano.	El Proyecto no tiene facultades para propiciar acuerdos intermunicipales ni para actualizar programas municipales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. Sin embargo, su desarrollo si considera la compatibilidad con los instrumentos vigentes y las disposiciones aplicables en los distintos ámbitos, con el fin de asegurar su apego a con la normatividad y la aptitud territorial.
Promover el alineamiento de reglamentos, normas, tarifas y otros instrumentos de impacto intermunicipal y promover la solución de los diferendos fronterizos entre municipios.	Este lineamiento no es directamente vinculante con el Proyecto, debido a que corresponde a una acción de coordinación institucional entre municipios. No obstante, el Proyecto para su desarrollo considera la observancia de los reglamentos, normas y disposiciones aplicables en el ámbito municipal, estatal y federal, así como la gestión de todas las autorizaciones aplicables, que permiten garantizar su desarrollo conforme al marco normativo vigente.

En términos generales, del análisis realizado se advierte que el Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz no establece disposiciones que limiten o impidan el desarrollo del Proyecto. No obstante, su contenido sí define una visión territorial que debe ser considerada durante su planeación, construcción y operación, particularmente en lo relativo al uso ordenado del suelo, la prevención de riesgos, la conservación de áreas con valor ambiental, el manejo adecuado de residuos, la protección de los recursos naturales y la compatibilidad con el modelo de desarrollo metropolitano. Por ello, el Proyecto deberá desarrollarse bajo un enfoque preventivo y de cumplimiento ambiental, incorporando las medidas de mitigación, compensación y seguimiento necesarias para asegurar su congruencia con los objetivos y estrategias establecidos en dicho instrumento.

II.1.4 Planes de Desarrollo

En los apartados contiguos se presenta la vinculación del Proyecto con los Planes de Desarrollo a nivel nacional, estatal y municipal, así como con el Programa Sectorial de infraestructura y Desarrollo Urbano.

II.1.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo (Gobierno de México, 2025), es el principal instrumento jurídico de Planeación en materia de desarrollo nacional, económico y sustentable (Proyecto de Nación), funciona como eje articulador de las políticas públicas gubernamentales a partir del planteamiento de objetivos, metas, estrategias y líneas de acción; de corto, mediano y largo plazo, que en conjunto consolidan la transformación del país con una visión de bienestar, justicia social y sustentabilidad.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. Se articula en cuatro ejes principales y tres transversales:

- Eje general 1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Eje general 2. Desarrollo con bienestar y humanismo.

- Eje general 3. Economía moral y trabajo.
- Eje general 4. Desarrollo sustentable
- Eje transversal 1, Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
- Eje transversal 2. Innovación publica para el desarrollo tecnológico Nacional
- Eje transversal 3. Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

En materia energética, el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 establece como objetivos prioritarios garantizar la soberanía y seguridad energética del país mediante una participación del Estado a través de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), al tiempo que impulsa una transición justa y sustentable hacia fuentes limpias. Para ello, se contempla elevar el índice de independencia energética de 0.71 a 0.74 para 2030, así como incrementar la participación de energías limpias en la generación eléctrica del 17.4% al 21.5% al cierre del sexenio, mediante la incorporación de 21,846 MW de nueva capacidad —de la cual el 72% corresponderá a tecnologías renovables—. Asimismo, se prevé fortalecer la infraestructura de transmisión y distribución con una inversión superior a los 10,600 millones de dólares, que incluye 158 proyectos de modernización de la Red Nacional de Transmisión y 49,288 obras de electrificación, con el fin de alcanzar el 99.99% de cobertura eléctrica en localidades de menos de 2,500 habitantes. Finalmente, se promueve el contenido nacional en los proyectos del sector, fijando metas de integración del 35% en generación y hasta el 60% en transmisión y distribución, consolidando así una política energética que armoniza el desarrollo económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental.

La siguiente tabla tiene la afinidad del Proyecto con los ejes bajo los que este articulado el PND.

Tabla 27. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo

Descripción	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo sustentable	

Descripción	Vinculación
El eje de desarrollo sustentable del Plan Nacional de Desarrollo plantea que la soberanía energética de la República debe consolidarse sobre una base de energía sustentable, priorizando una transición ordenada y gradual de los combustibles fósiles hacia fuentes renovables, con el fin de fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental del país. Para ello, el Estado asume un papel rector en el sector energético, impulsando la integración de energías limpias en todas las etapas de las cadenas de valor, modernizando la infraestructura eléctrica y promoviendo la innovación tecnológica, a fin de garantizar un suministro energético competitivo, seguro y ambientalmente responsable. Esta transición energética se concibe como un instrumento estratégico para reducir emisiones contaminantes, proteger los ecosistemas naturales y cumplir las metas nacionales e internacionales en materia de cambio climático, disminuyendo de manera estructural la dependencia de los combustibles fósiles.	El propósito principal del Proyecto es producir energía limpia a partir de la transformación de energía solar a energía eléctrica disponible. Su desarrollo implicaría un importante paso para el fortalecimiento del sector energético promoviendo la innovación tecnológica y la modernización de la infraestructura eléctrica. Por otro lado, da pauta a la disminución del consumo de combustibles fósiles y una reducción en las emisiones de GEI, lo que asegura una producción y consumo ambientalmente responsable. Finamente el aumento en la producción de energías renovables se aliena también con la agenda internacional que busca reducir los efectos del cambio climático.

De acuerdo con el Eje general 4 del PND, el desarrollo del Proyecto se alinea con la transición energética de combustibles fósiles hacia energías renovables, lo que implica también innovación tecnológica, modernización de la infraestructura y fortalecimiento del sector.

II.1.4.2 Programa Sectorial de Energía (PROSENER) 2025-2030

El Programa Sectorial de Energía 2025-2030 (PROSENER) constituye un instrumento de planeación energética de carácter vinculante, sustentado en la Constitución Política de los

Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). De conformidad con el artículo 26 constitucional, corresponde al Estado Mexicano la conducción de la planeación democrática del desarrollo nacional.

El propósito del Programa es garantizar la seguridad y autosuficiencia energética, fortalecer la soberanía nacional en materia energética, consolidar a CFE, PEMEX, y los organismos públicos del sector energético, y robustecer las capacidades del Estado mediante el ejercicio de una planeación vinculante. Además, introduce el concepto de Justicia Energética, la promoción de una transición energética sustentable. Lo anterior se articula a través de 3 objetivos centrales:

- Objetivo 1 Orientación hacia la soberanía y autosuficiencia energética,
- Objetivo 2 Sustentabilidad energética, transición energética y disminución de Gy CE, eficiencia energética, desarrollo tecnológico e innovación para lograr estos fines,
- Objetivo 3. Disminuir las desigualdades sociales, lograr el 100% de la electrificación de los hogares mexicanos, incluir a toda la población, de manera prioritaria a las comunidades indígenas y afromexicanas.

En el apartado 5.2.9, "Transición energética sustentable", se señala que desde hace varias décadas se reconoce la necesidad de modificar tanto la matriz energética primaria como la de generación eléctrica, debido a que el aprovechamiento de los combustibles fósiles —petróleo, gas natural y carbón—, eje central de la industria energética, constituye la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al cambio climático; en este contexto, es necesario impulsar estrategias orientadas al uso de fuentes renovables, el desarrollo de tecnologías de almacenamiento y de captura de carbono y metano, así como la promoción de la electromovilidad para disminuir la dependencia de dichos combustibles

La siguiente tabla muestra la vinculación entre el desarrollo del Proyecto y las estrategias prioritarias para cada uno de los objetivos del programa.

Tabla 28. Vinculación del Proyecto con las estrategias de los objetivos del PROSENER

Estrategia prioritaria	Descripción	Vinculación
Objetivo 1		
Estrategia 1.1	Planificar de manera integral la participación de los actores del SEM guiados por el imperativo ético de promover un desarrollo integral y sustentable con justicia energética y respecto a la dignidad humana, bajo la rectoría del Estado	El Proyecto se alinea con la promoción del desarrollo integral, y la integración social pues a la par se desarrolla un estudio de impacto social (MISSE) en el que se busca la participación social, garantizar la justicia energética y la dignidad humana.
Objetivo 2		
Estrategia 2.1	Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental	El Proyecto representa un fortalecimiento en la transición hacia el uso de energías renovables (Radiación solar), para la producción de energía eléctrica.
Estrategia Prioritaria 2.2	Promover la integración de energías limpias y renovables en todas las etapas de las cadenas de valor de la economía mexicana para garantizar el suministro energético sustentable y competitivo	El Proyecto representa un fortalecimiento en la transición hacia el uso de energías renovables. La conexión con el SEM será a través de una línea de transmisión existente, que suministra a varios usuarios, generando un nuevo valor de sustentabilidad en sus procesos y actividades.
Estrategia Prioritaria 2.6	Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos, en la transformación y en los usos finales de la energía para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental	El desarrollo del Proyecto representaría un aumento en la capacidad instalada de energía producida a través de fuentes renovables (radiación solar), una reducción en el impacto ambiental, y un aumento en la seguridad energética.
Objetivo 3		

Estrategia prioritaria	Descripción	Vinculación
Estrategia prioritaria 3.3	Promover el acceso a la energía e infraestructura energética confiable, asequible, segura y sustentable, para contribuir a la disminución de las desigualdades sociales y de género	El Proyecto se caracteriza por la producción de energía de manera segura, confiable y sustentable, contribuyendo a la disminución de desigualdades sociales.

El proyecto "PS Altamirano" se alinea a los objetivos y estrategias del PROSENER ya que consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una central de generación de energía eléctrica de tipo renovable. Se trata de un parque solar que utilizará la tecnología de módulos fotovoltaicos para la producción de electricidad a partir de una fuente de energía primaria (el sol). La energía producida será vertida a la Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano perteneciente al Sistema Eléctrico Mexicano. En este sentido, en la región no sólo se aumentará la capacidad instalada para generar energía eléctrica, sino que esta será limpia al venir de una fuente renovable como la solar.

II.1.4.3 Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico (PLADESE)

El pasado 17 de octubre de 2025, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación y emitido por la Secretaría de Energía (SENER), el Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico (PLADESE), a grandes rasgos, es el instrumento de planeación que busca la modernización y expansión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) hacia el 2030.

El sector eléctrico es un eje estratégico del desarrollo nacional, clave para fortalecer la soberanía, la seguridad y la justicia energética, mejorar la competitividad económica y asegurar una transición energética sostenible. En congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, el Gobierno de México concibe a la electricidad como un insumo esencial para garantizar derechos y detonar el progreso. En este contexto, el PLADESE establece la planeación de mediano y largo plazo para la expansión y modernización del

Sistema Eléctrico Nacional, con el objetivo de asegurar la autosuficiencia energética y proveer electricidad a menor costo, sin fines de lucro, en beneficio de la sociedad.

A continuación, se describe la vinculación entre el Proyecto y el Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico.

Tabla 29. Vinculación del Proyecto con el PLADESE

Enfoque del Plan	Vinculación
Aumento en la capacidad de instalada, distribuida, modernización y evolución del sector.	El Proyecto está ampliamente vinculado con el enfoque del Plan en primera instancia porque pertenece al sector y busca generar energía eléctrica a través de la captación de la radiación solar. El PLADESE integra la realidad actual del sector y la prospección a futuro, en términos de capacidad instalada, consumo, distribución, modernización y evolución. En este sentido, el desarrollo del Proyecto se alinea con el plan debido a que su desarrollo representa un fortalecimiento en el sector, con capacidad instalada, y al mismo tiempo con la producción de energía a través de fuentes limpias (No generadoras de GEI). Al mismo tiempo, la tecnología empleada representa una evolución y modernización de la infraestructura del sector debido a que anteriormente, la infraestructura instalada y de distribución estaba asociada a la producción de energía a través de fuentes convencionales (No renovables).
Evaluación de los impactos sociales de los proyectos del sector eléctrico	El PLADESE busca también fortalecer la justicia energética y social por medio de un es estudio que analice los efectos positivos y negativos de un Proyecto. Previo a comenzar con el desarrollo del Proyecto, se realizará una evaluación por medio de una Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (MISSE), esta será integrada de acuerdo con la modalidad del Proyecto y las características mismas solicitadas por la Secretaría, apegándose a la transparencia en la información, garantizando la justicia

Enfoque del Plan	Vinculación
	energética, el respeto a los derechos humanos y el bienestar tangible para las comunidades

El Proyecto Solar Fotovoltaico se encuentra alineado con los objetivos estratégicos del Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico, al promover la generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable, limpia e inagotable. Su implementación contribuye a diversificar la matriz energética, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y fortaleciendo la seguridad energética.

Asimismo, el proyecto favorece el cumplimiento de las metas nacionales de transición energética y mitigación del cambio climático, al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación convencional de electricidad. Esto se traduce en beneficios ambientales, sociales y económicos para la región donde se desarrolla.

En el ámbito económico y social, la construcción y operación de la planta generan empleos directos e indirectos, promueven la inversión en infraestructura energética y fortalecen el desarrollo regional.

II.1.4.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT)

El 8 de septiembre de 2025 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación y emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el "Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales".

El Programa, es el eje rector para las dimensiones de Medio Ambiente y Recursos Naturales que seguirá el país hacia el 2030. Aquí se establecen los objetivos, metas, acciones y mecanismos de acción contribuir al Eje General 4 "Desarrollo Sustentable", del Plan nacional de Desarrollo 2025-2030.

La visión del PROMARNAT establece 5 objetivos prioritarios que de manera general refieren lo siguiente:

1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.

2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.

3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.

4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.

5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

A continuación, se presenta la vinculación del desarrollo del Proyecto con los objetivos del Programa:

Tabla 30. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Línea de acción Estratégica	Vinculación
Objetivo 1	

Línea de acción Estratégica	Vinculación
1.5.1. Desarrollar acciones que fomenten la ocupación territorial con actividades productivas sustentables que conserven los ecosistemas terrestres, costeros, marinos e insulares, aumenten la resiliencia climática y provean bienes y servicios con valor ambiental, a través de la regulación y el ordenamiento ecológico, en coordinación con los tres órdenes de gobierno	El Proyecto se caracteriza por ser sustentable pues consiste en la ocupación del territorio para la instalación de un parque fotovoltaico que genera energía sin emitir GEI. Su desarrollo está completamente apegado a los procedimientos establecidos en la normatividad, ordenamientos ecológicos y de evaluación, en caso de que sea autorizado por la Secretaría, se implementarán las mejores prácticas ambientales para su desarrollo.
1.5.3. Promover el cumplimiento de programas federales de ordenamiento ecológico del territorio mediante la regulación, control, autorregulación y auditoría ambiental, así como mecanismos de seguimiento, evaluación y actualización, con fortalecimiento técnico y en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad	El desarrollo del Proyecto estará en función de la autorización por parte de la Secretaría, si bien los Ordenamientos Ecológicos muestran limitantes, se seguirán todos procedimientos establecidos en estos y se mantendrá la implementación de buenas prácticas ambientales y medidas de mitigación de impactos, que garanticen la integridad del territorio.
Objetivo 2	
2.3.4. Promover acciones de prevención ambiental para reducir el impacto de las actividades productivas sobre las poblaciones de especies silvestres y sus hábitats, con participación de la APF, otros órdenes de gobierno, sectores productivos y comunidades locales, indígenas y afromexicanas	El desarrollo del Proyecto considera acciones de mitigación de impactos ambientales desde su diseño. Entre estas se considera la realización de un programa de rescate y reubicación de especies, un programa de conservación de suelo, y un programa de reforestación, además de estar apegado a la implementación de buenas prácticas ambientales.
Objetivo 4	
4.1.5 Eliminar el uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono y reducir el consumo de sustancias con alto potencial de calentamiento global.	Para el desarrollo del Proyecto no serán utilizadas sustancias generadoras de GEI, e incluso, el Proyecto mismo contribuye a la generación de energía libre de emisiones.

Línea de acción Estratégica	Vinculación
4.1.7 Impulsar una gestión integral de residuos sólidos y aguas residuales, a través de la colaboración intersectorial y la participación de otros órdenes de gobierno, con el fin de reducir su impacto en las emisiones nacionales	El desarrollo del Proyecto en cada una de sus etapas implementará acciones para llevar a cabo una correcta gestión de residuos, además, no habrá procesos que como producto generen aguas residuales. Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante las diferentes etapas del proyecto.
4.2.2. Promover acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo climático, aumentando la resiliencia de la población, infraestructura estratégica y sistemas productivos, mediante la construcción de infraestructura de protección, soluciones basadas en la naturaleza y enfoques de adaptación climática.	Al tratarse de un proyecto de producción de energía a partir de fuentes renovables, contribuye a la mejora en sistemas productivos a través del aumento de infraestructura estratégica y como una solución tecnológica de mitigación climática.
4.4.1 Fomentar la adopción de patrones de producción y consumo con enfoque de economía circular y con menor huella ambiental, así como estilos de vida sostenibles basados en el uso eficiente de los recursos y con menores impactos ambientales	La gestión de residuos generados en el Proyecto buscará implementar la valorización de residuos, con el fin de disminuir las cantidades de estos destinadas a disposición final. Además, al no tener procesos generadores de GEI su huella ambiental es menor a la de Proyectos que si generan emisiones. Por otro lado, su desarrollo se realizará implementando medidas de mitigación de impactos ambientales que garanticen la integridad del medio.
4.4.5. Promover acciones de manejo adecuado de residuos peligrosos (incluyendo plaguicidas, agroquímicos y sus residuos) y de manejo especial para su minimización, valorización y reciclaje, así como establecer medidas de control de los movimientos transfronterizos	Para cada una de las etapas del Proyecto, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, este considerará su separación, el monitoreo de cantidades generadas y puestas a disposición y un destino final con prestadores de servicio debidamente autorizados.
Objetivo 5	

Línea de acción Estratégica	Vinculación
5.1.2 Prevenir el daño ambiental y la afectación a los recursos naturales mediante medidas voluntarias de prevención como la autorregulación, la declaración voluntaria, la auditoría, la certificación, el reconocimiento de calidad ambiental y los mecanismos voluntarios de gestión ambiental en las empresas	El desarrollo del Proyecto considera la implementación de medidas de mitigación en cada una de sus etapas, con el fin de reducir los impactos ambientales y garantizar la integridad del medio. Así mismo, su desarrollo estará apegado a la aplicación de buenas prácticas ambientales. El seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación durante las distintas etapas del proyecto estará asociado a un Programa de Vigilancia Ambiental, que integra además una serie de indicadores de eficiencia y cumplimiento para garantizar que las medidas aplicadas sean suficientes y en su caso adecuar o incluir medidas adicionales según se considere.
5.2.3. Fortalecer los sistemas de gobernanza territorial a diferentes escalas, con el propósito de desarrollar capacidades para la participación y toma de decisiones de las comunidades locales, indígenas y afromexicanas, otros actores locales relevantes, con enfoque de igualdad.	Para la realización del Proyecto, se consideró la participación de las comunidades y poblaciones cercanas a este. Además, en paralelo a la realización de la presente MIA-R, se desarrolla una Manifestación de Impacto Social en el Sector Energético que evalúa el impacto social asociado a su desarrollo. De manera que se busca garantizar la participación de comunidades vulnerables y actores locales.
5.6.3. Promover una cultura del cuidado del ambiente para la concientización sobre la importancia de la prevención ambiental y el respeto a la legalidad ambiental	El desarrollo del Proyecto estará apegado a la aplicación de buenas prácticas ambientales. Además, al personal encargado de su realización se le brindarán platicas de concientización ambiental que destaquen el respeto a la legalidad ambiental y las acciones que pueden realizar con el propósito mitigar impactos ambientales.

El Proyecto Solar Fotovoltaico presenta una vinculación directa con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030, al contribuir a la transición energética, la mitigación del cambio climático, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el fortalecimiento de la gestión ambiental. Su desarrollo es congruente con los objetivos nacionales de protección del medio ambiente, al incorporar criterios de prevención, mitigación y manejo ambiental que favorecen la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible.

II.1.4.5 Plan Veracruzano de Desarrollo 2025-2030

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030 es el documento rector que guía las acciones del Gobierno del Estado durante el sexenio. Fue construido con base en la participación ciudadana, los diagnósticos de las dependencias estatales y los 81 compromisos de campaña de la gobernadora.

El Plan contiene cuatro Ejes Rectores y dos Ejes Transversales que simbolizan los valores públicos que permearán y adoptarán cada una de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal. Los Ejes son los siguientes:

1. Veracruz con bienestar y humanismo
2. Veracruz con economía y sustentabilidad
3. Veracruz con infraestructura y movilidad
4. Veracruz con gobernanza y seguridad
5. Un gobierno honesto, transparente y digital
6. Un gobierno de derechos, inclusivo y participativo

Es importante resaltar que la estructura del PVD 2025-2030 se encuentra totalmente alineada a los objetivos y ejes enunciados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030, así como

a los objetivos de la Agenda 2030. El PVD contempla explícitamente proyectos de energía solar dentro de sus ejes rectores y líneas de acción: Eje de Energía: Dentro del Eje Rector 2. "Veracruz con Economía y Sustentabilidad", se establece la línea de acción de "Promover la transición energética mediante la electrificación con energías renovables".

Tabla 31. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030.

Ejes	Vinculación
Eje Rector 2 Veracruz con Economía y Sustentabilidad	
2.1.14. Desarrollar proyectos energéticos que amplíen la proyección internacional de Veracruz, aprovechando el capital humano del Estado	La construcción de parques fotovoltaicos se presenta como una herramienta para lograr un crecimiento económico que sea, a la vez, sustentable, en línea con los principios del "humanismo mexicano" y los objetivos de la Cuarta Transformación.
2.1.16 Promover la transición energética mediante la electrificación con energías renovables.	El Proyecto consiste en la ocupación del territorio para la instalación de un parque fotovoltaico que genera energía sin emitir gases de efecto invernadero. Su desarrollo está completamente apegado a los procedimientos establecidos en la normatividad, ordenamientos ecológicos y de evaluación, en caso de que sea autorizado por la Secretaría, se implementarán las mejores prácticas ambientales para su desarrollo.

Por lo tanto, el Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030 se vincula directamente con la construcción de parques solares fotovoltaicos, enmarcando esta acción dentro de su estrategia de crecimiento económico sostenible y transición energética.

II.1.4.6 Plan Municipal de Desarrollo Manlio Fabio Altamirano, Actualización 2024-2025

El Plan Municipal de Desarrollo tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de Manlio Fabio Altamirano mediante un gobierno honesto, cercano y eficiente, que impulse

el desarrollo social, económico, sustentable y seguro del municipio, con pleno respeto al medio ambiente y a los derechos humanos.

El Plan se organiza en 6 Ejes Rectores, cada uno con objetivos estratégicos, estrategias y líneas de acción:

Tabla 32. Ejes y Objetivos del Plan de Desarrollo Municipal de Manlio Fabio Altamirano.

Ejes	Vinculación
1. Manlio Fabio Altamirano con Bienestar Social	Reducir desigualdades mediante programas de salud, educación, cultura, deporte, inclusión y apoyo a mujeres.
2. Manlio Fabio Altamirano Próspero	Impulsar una economía competitiva, fortalecer el comercio, el empleo, el campo y atraer inversiones.
3. Manlio Fabio Altamirano con Desarrollo Sostenible	Mejorar servicios públicos, infraestructura vial, alumbrado y uso de suelo con visión sustentable.
4. Manlio Fabio Altamirano Seguro	Prevenir el delito, fortalecer la seguridad pública y la protección civil
5. Manlio Fabio Altamirano con Buen Gobierno	Implementar transparencia, combate a la corrupción, mejora regulatoria y recaudación eficiente.
6. Manlio Fabio Altamirano Protege al Medio Ambiente	Fomentar la educación ambiental, proteger ecosistemas, manejar residuos sólidos, rescatar cuencas hidrológicas y reforestar.

Aunque el Plan Municipal no menciona explícitamente la construcción de un parque solar fotovoltaico como un proyecto específico, existen múltiples vínculos directos e indirectos que hacen viable y coherente su implementación:

Tabla 33. Vinculación con las Estrategias y líneas de acción aplicables para el Proyecto.

Ejes	Vinculación
Estrategia 6.1.B Garantizar el desarrollo territorial del municipio sin impactar negativamente al medio ambiente.	

Ejes	Vinculación
6.1.B.1 Asegurar que los cambios de uso de suelo estén basados en estudios técnicos de impacto ambiental.	Para obtener la autorización correspondiente en términos del Artículo 28, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional (MIA-R). Esta es de competencia federal al tratarse de un Proyecto que consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto solar de generación de energía eléctrica de tipo renovable. Al prever la remoción de vegetación forestal, el Proyecto también se someterá a lo señalado en el artículo 93 y 98 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento, correspondiente a la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, presentando un Estudio Técnico Justificativo ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS) de la SEMARNAT.
6.1.B.2 Garantizar que el ordenamiento territorial obedezca a la vocación de cada zona o región, de sus recursos naturales, a la distribución de la población y a las actividades económicas preponderantes.	Su desarrollo está completamente apegado a los procedimientos establecidos en la normatividad, ordenamientos ecológicos y de evaluación, en caso de que sea autorizado por la Secretaría, se implementarán las mejores prácticas ambientales para su desarrollo.
Estrategia. 6. 2. A Contar con una política ambiental municipal para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.	
6.2.A.3 Garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales renovables se realice asegurando su conservación y renovabilidad.	El proyecto prevé el aprovechamiento sustentable de la energía solar. En el Capítulo IV se enlistan las medidas y acciones necesarias para evitar, reducir y mitigar los posibles impactos identificados en el suelo, agua, aire, vegetación y fauna por el

Ejes	Vinculación
	desarrollo del Proyecto, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción.
6.2.A.4 Garantizar el derecho de las comunidades, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad.	Previo a comenzar con el desarrollo del Proyecto, se realizará una evaluación por medio de una Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (MISSE), esta será integrada de acuerdo con la modalidad del Proyecto y las características mismas solicitadas por la Secretaría, apegándose a la transparencia en la información, garantizando la justicia energética, el respeto a los derechos humanos y el bienestar tangible para las comunidades

Por lo tanto, la construcción y operación del Proyecto Solar Fotovoltaico "PS Altamirano" sería una acción estratégica perfectamente alineada con las prioridades del municipio, y podría integrarse como un proyecto prioritario en futuras actualizaciones del Plan Municipal.

II.1.5 Áreas Naturales Protegidas

Una vez analizada la ubicación del Proyecto PS Altamirano, se procedió a revisar su proximidad y posible incidencia sobre algún Area Natural Protegida (ANP) de carácter Federal, Estatal o Municipal y con ello revisar la compatibilidad del Proyecto con los distintos criterios y disposiciones establecidas en el decreto y Programa de Manejo correspondiente.

Para realizar el análisis de incidencias del Proyecto con alguna ANP se consultó la información cartográfica publicada por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP), así como por la información vectorial publicada por el gobierno del Veracruz de Ignacio de la Llave. De lo anterior se concluye que el Proyecto PS Altamirano **No se ubica al interior de ninguna Área Natural Protegida, ya sea zona núcleo o de amortiguamiento**, no obstante, si se ubica en

la zona de influencia del ANP Sistema Arrecifal Veracruzano. La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto con respecto a esta ANP y las de carácter Estatal.

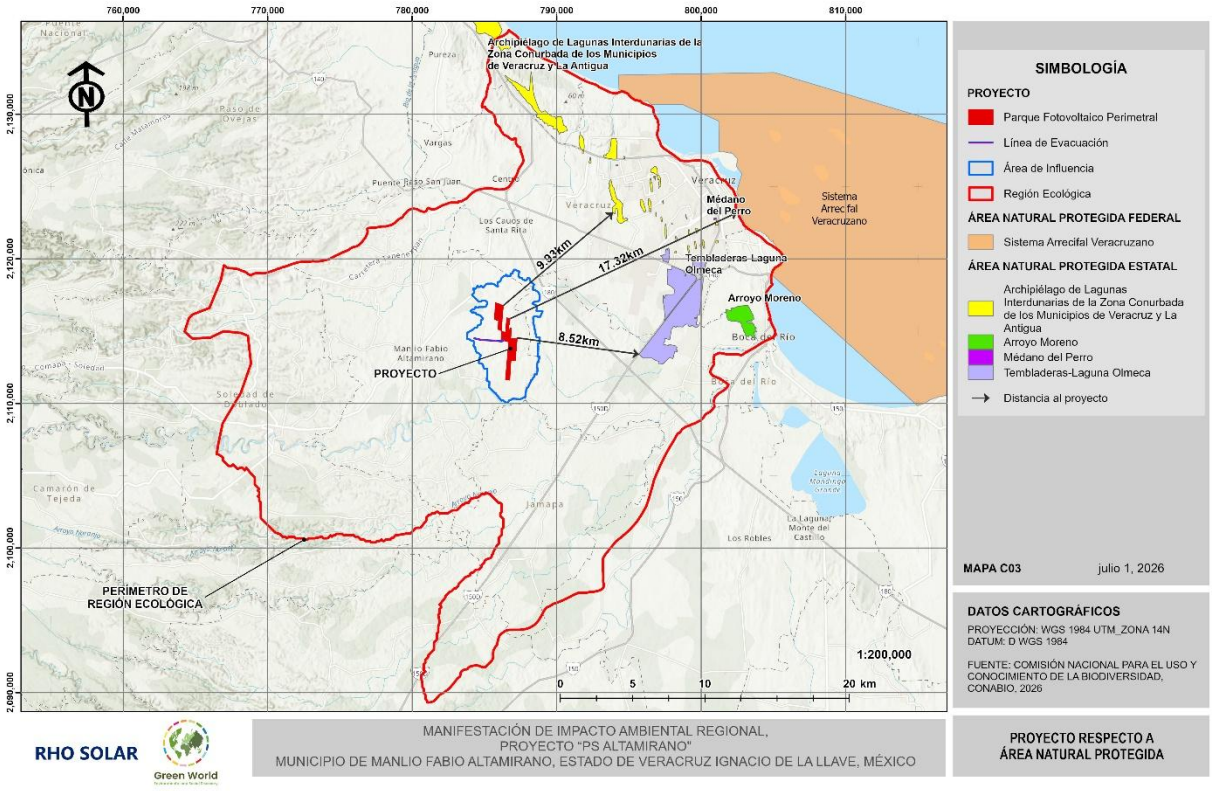


Figura 3. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP de carácter Federal y Estatal

Tal como lo muestra la figura, la distancia del Area del Proyecto al ANP Sistema Arrecifal Veracruzano es de 17.32 km. Con respecto a las ANP de carácter federal, el proyecto guarda una distancia de 8.52 km con respecto a la Reserva Ecológica, Tembladeras – Laguna Olmeca, aproximadamente 13 km con respecto a la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno y aproximadamente 9.93 km con respecto al Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua. La figura también muestra que el Area del Proyecto no se superpone sobre ninguna de estas ANP.

Con respecto al ANP Sistema Arrecifal Veracruzano, el Proyecto se ubica en el polígono perteneciente al Área de influencia. Para verificar la compatibilidad del Proyecto con respecto

a las reglas establecidas en el Programa de Manejo del ANP se procedió a realizar una vinculación. Sobre el Area de Influencia, el Programa de Manejo no establece ni enuncia las reglas de Operación, actividades permitidas o actividades no permitidas, como es el caso de las otras subzonas que se identifican en el Programa, únicamente se establece lo que a continuación se recupera a pie de letra:

> *"(…) En esta Zona de Influencia se incluyen superficies agrícolas, urbanas e industriales que se ubican en las cuencas que descargan en las inmediaciones del Parque Nacional, las cuales cobran importancia debido a que la calidad del agua que aportan a los arrecifes del Área Natural Protegida puede afectar el desarrollo biológico y ecológico de los mismos, toda vez que el aporte de sedimentos y sustancias tóxicas puede desencadenar en una reducción de las coberturas de tejido vivo de los corales. En el área costera de la zona de influencia se ubican localidades donde los pescadores y prestadores de servicio realizan actividades económicas dentro del Parque Nacional, con la finalidad de obtener beneficios económicos, sin embargo, el desarrollo no planeado de las mismas puede impactar en las poblaciones de corales y de peces del Área Natural Protegida."*

Una vez analizada la información, se concluye que no hay criterios que limiten el desarrollo del Proyecto en la parte correspondiente al Area de Influencia del Area Natural Protegida Sistema Arrecifal Veracruzano. Por otro lado, es necesario que el Proyecto se desarrolle con amplia consideración y apego a la visión planteada para esta zona la cual reconoce la importancia del aporte del agua que proveniente de esta zona que descarga en los arrecifes, misma que puede afectar la funcionalidad ecológica de los mismos. Por lo anterior, el desarrollo del Proyecto deberá realizarse de la manera en que se ha comentado: aplicando buenas prácticas ambientales, en estricto apego a la normatividad aplicable y bajo una visión una visión integradora en la que se busque el desarrollo, y al mismo tiempo se priorice la conservación de la funcionalidad ecológica del medio.

II.1.6 Áreas de Importancia para la conservación de las Aves (AICAS)

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, conocidas como AICAS, tiene como finalidad integrar una red de sitios relevantes para la conservación de las

poblaciones de aves que se distribuyen de manera natural en dichos espacios. Su importancia radica en que estos sitios contribuyen al mantenimiento de las poblaciones de aves a largo plazo, por lo que representan áreas estratégicas para orientar acciones de conservación.

En México, la identificación de las AICAS surgió a partir de una iniciativa conjunta entre la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International, con el apoyo inicial de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA). El objetivo fue conformar una red regional de áreas relevantes para la conservación de las aves. Actualmente, la Comisión Nacional para el Conocimiento y supe la Biodiversidad (CONABIO) resguarda la base de datos nacional correspondiente a las AICAS. En el país se reconocen 243 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Como parte del análisis de vinculación del Proyecto PS Altamirano, se identificó que su ubicación se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA No. 150, denominada Centro de Veracruz. Esta AICA se caracteriza por estar conformada por una extensión del Eje Neovolcánico localizada al este del volcán Cofre de Perote, la cual divide la Planicie Costera del Golfo en dos porciones. Asimismo, destaca por presentar el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo, exceptuando la porción norte de la Península de Yucatán, además de registrar una alta heterogeneidad ambiental asociada a la presencia de 18 tipos de vegetación y un gradiente altitudinal que va de 0 a 4,400 msnm en una distancia lineal aproximada de 85 km (Biodiversidad, Sin Fecha). Estas condiciones permiten que el área funcione como hábitat para 528 especies de aves. La siguiente figura muestra la ubicación del Proyecto con respecto al AICA Centro de Veracruz. La siguiente figura muestra la ubicación del Proyecto con respecto al AICA No. 150 Centro de Veracruz.

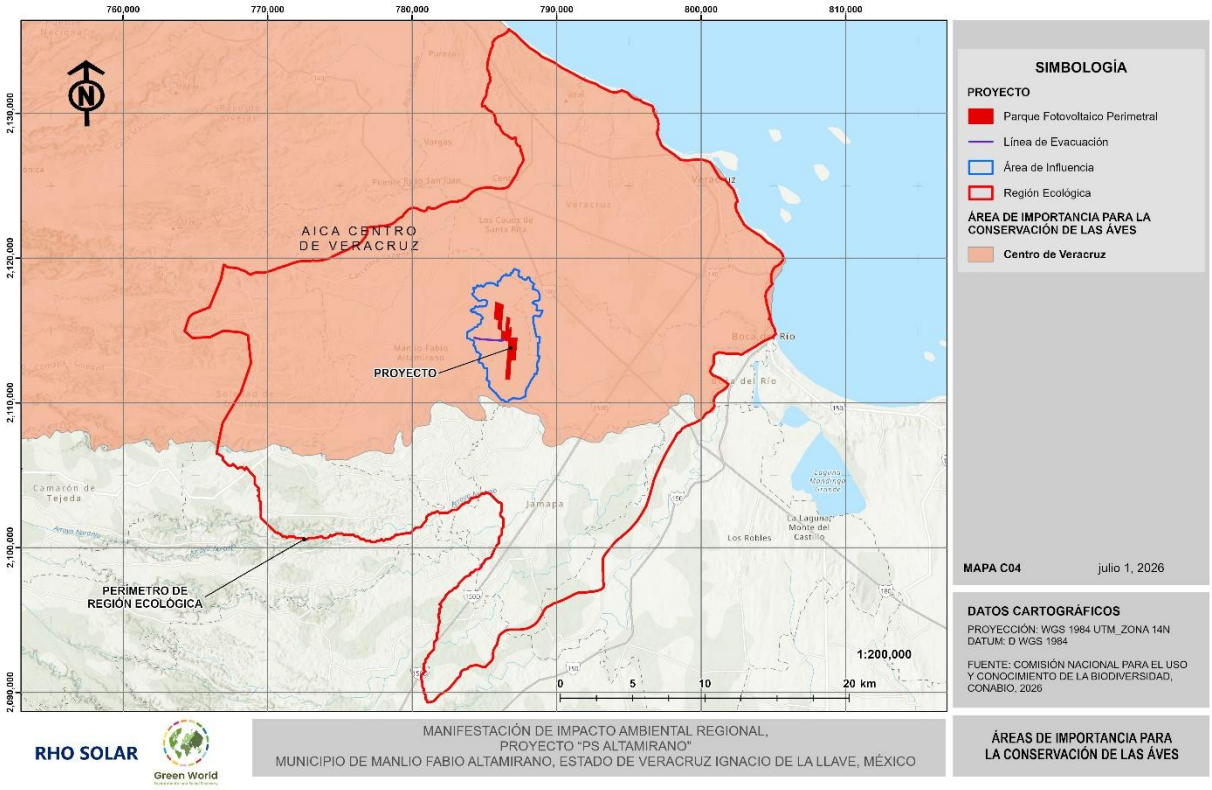


Figura 4. Ubicación del Proyecto respecto al AICA No.150 Centro de Veracruz

Debido a la importancia ecológica y a la biodiversidad registrada en el AICA Centro de Veracruz, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción, se propone la elaboración y ejecución de un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, que tendrá como objetivo general minimizar afectaciones a los ejemplares localizados dentro de las zonas de trabajo del Proyecto tanto para fauna voladora como terrestre. Lo anterior permitirá establecer una línea base sobre este grupo faunístico y, con ello, identificar de manera precisa las posibles afectaciones que pudieran generarse sobre las aves presentes en el área. A partir de estos resultados, se definirán medidas de mitigación específicas, orientadas a prevenir y reducir los efectos negativos que pudieran derivarse del Proyecto, con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de las especies registradas en el sitio.

II.1.7 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP)

La regionalización, como herramienta de clasificación, incluye el establecimiento de unidades geográficas temáticas que pueden ser de tipos muy diversos como las regiones geoeconómicas, geopolíticas o biológicas. Las regionalizaciones biológicas y las de vegetación comprenden distintos rasgos del relieve, clima, suelos, hidrografía, flora y comunidades vegetales, así como otros recursos naturales, cuya cuantificación y categorización se ha utilizado con el objetivo de planear e invertir fondos para la conservación de la biodiversidad.

Entre 1998 y el 2000 la CONABIO delimito las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad: terrestres (RTP), marinas (RMP) e hidrológicas (RHP), con el fin de identificar zonas de la mayor importancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor grado de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos.

Dada la importancia de estas regiones se realizó la sobreposición cartográfica de las poligonales, en donde se identificó que **el Proyecto "PS Altamirano" no incide en ninguna Region Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria o Región Marina Prioritaria**.

II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas

La Normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral, a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio, este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional. Las normas pueden ser de tres tipos, principalmente, sin embargo, para los fines de este apartado nos centraremos en las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales, se definen como

…la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias normalizadoras competentes a través los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, conforme al artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), la cual establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje. marcado o etiquetado y las que se le refieran a su cumplimiento o aplicación.[1]

A continuación, se describen las Normas Oficiales Mexicanas aplicables que se vinculan con Proyecto.

II.1.8.1 Aire

Las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 34. NOM´s en materia de aire

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
NOM-050-SEMARNAT-2018	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores, en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

[1] Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2025

Vinculación y cumplimiento con el Proyecto:

Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán verificados periódicamente, según les corresponda, para dar cumplimiento cabal a las normas referidas. Para garantizar dicho cumplimiento se provee llevar a cabo la supervisión y seguimiento ambiental del parque vehicular a través del residente de obra durante las diferentes fases del proyecto y se asentará en la bitácora correspondiente. Por tanto, se solicitarán comprobantes de verificación vehicular a los propietarios de vehículos automotores que utilicen gasolina, diésel u otros combustibles alternos y que sean utilizados en las labores del proyecto.

II.1.8.2 Ruido

La norma oficial mexicana en materia de ruido que se vincula al Proyecto se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 35 NOM´s en materia de Ruido

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Vinculación y cumplimiento

Es importante reconocer que el Proyecto emitirá ciertos niveles de ruido, principalmente durante las fases de preparación del sitio y construcción, no obstante, para garantizar que dichos niveles no rebasen los Decibeles (dB) permitidos, se realizará un estudio de caracterización ambiental para reconocer a los receptores potenciales y con ello considerar horarios de trabajo factibles, además se monitoreará la emisión de ruido perimetral con el fin de estar por debajo de los límites establecidos en la norma. Así mismo le dará mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria que será utilizada durante el desarrollo de actividades del Proyecto.

II.1.8.3 Aguas residuales

En materia de aguas residuales, los proyectos de este tipo de infraestructura deben garantizar que su descarga de agua residual esté alineada con lo estipulado en las Normas Oficiales Mexicanas.

Tabla 36. NOM´s en materia de Aguas residuales

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-003- SEMARNAT-1997.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Vinculación y cumplimiento

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán sanitarios portátiles para el personal que estará laborando en campo y se contratará una empresa que se hará cargo del manejo y disposición final de las aguas residuales en sitios autorizados.

En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito y se contratará a una empresa para su mantenimiento periódico y disposición de los residuos en sitios autorizados.

El desarrollo del Proyecto no involucra procesos en los que se genere agua residual, por lo que no habrá descarga hacia la red municipal o algún cuerpo de agua.

II.1.8.4 Residuos

El manejo de los residuos generados en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las normas contenidas en la tabla siguiente:

Tabla 37. NOM´s en materia de residuos

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como

Norma Oficial Mexicana	Descripción
	peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de 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

Vinculación y cumplimiento

Para dar cumplimiento a las normas citadas, se implementarán acciones para el manejo integral de los residuos. Por lo tanto, se destinará un área especial con las condiciones adecuadas para el almacenamiento temporal de los residuos y se clasificaran en peligrosos, no peligrosos, de manejo especial, etc., según corresponda, a fin de prevenir la contaminación del suelo y agua, así como, su manejo adecuado y disposición final por parte de una empresa especializada y certificada para tal efecto. Para garantizar el cumplimiento de dicha norma se realizará una supervisión periódica, asentándose en una bitácora y generando reportes mensuales de cumplimiento, con evidencia fotográfica.

II.1.8.5 Flora y Fauna

Durante los trabajos de campo se registraron especies de flora y especies de fauna, identificando aquellas que se encuentren protegidas conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 38 NOM en materia de flora y fauna

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

Vinculación y cumplimiento

Al respecto, el Proyecto contempla elaborar e implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, dentro del cual, se establecerán medidas para el manejo adecuado de las especies que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo, según se distribuyan dentro del área del proyecto. Dichas medidas consistirán en rescate y reubicación de flora y fauna, ahuyentamiento de fauna, manejo especial de aquellas especies de flora de lento crecimiento, entre otras. Además, se contempla el monitoreo de estas medidas para para garantizar su efectividad y sobrevivencia de las especies, con la finalidad de no poner en riesgo su sobrevivencia.

II.2 Susceptibilidad ante riesgos geológicos y meteorológicos

II.2.1 Riesgos geológicos

En el Estado de Veracruz, las diferentes expresiones morfológicas de su territorio son complejas y variadas. Las tierras altas comprenden entre los 5,675 y 3,000 metros sobre el nivel del mar; la primera corresponde al Pico de Orizaba o Citlaltépetl, máxima altura del país y el volcán más alto de Norteamérica.

En este rango de elevaciones, las pendientes suelen ser muy pronunciadas y los terrenos están cortados por valles en forma de "V". Las zonas intermedias se encuentran entre los 3,000 y 500 metros sobre el nivel del mar; están conformadas por mesetas, lomas redondeadas y algunas elevaciones aisladas. Aquí los ríos han formado profundas barrancas que cortan gruesas secuencias de sedimentos y depósitos volcánicos. Las tierras bajas se encuentran por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar; se distinguen por tener lomeríos suaves, extensas planicies y ríos caudalosos que presentan patrones meándricos antes de su desembocadura al océano (Florescano, 2010).

La geología estructural, estudia la estructura de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas).

Las rocas que componen la corteza terrestre se ven frecuentemente sometidas a fuerzas internas que producen en ellas diversos tipos de deformaciones. El comportamiento mecánico de las rocas frente a la deformación depende de su composición y estructura, de las condiciones de presión y temperatura, y de la velocidad con que se produce dicha deformación. Se entiende como una fractura a cualquier superficie de discontinuidad producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil). Hay dos tipos principales de fracturas: las fallas y las diaclasas. Las fallas son fracturas con un desplazamiento relativo de los bloques que separan, mientras que en el caso de las diaclasas no existe un desplazamiento apreciable.

Además, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

Como ya se mencionó, para el estado de Veracruz, se presenta una geología estructural compleja, una topografía muy irregular, la cual varía desde pendientes muy pronunciadas hasta valles amplios y planicies de inundación. Asociados a esta morfología, se presentan una intensa precipitación pluvial, inestabilidad de ciertos materiales superficiales, deforestación de los bosques y selvas, así como las alteraciones producidas por la urbanización y otros procesos constructivos (Rodríguez, 2011).

Es así que, de acuerdo con la cartografía de la zona, se determina que no existen fallas, fracturas, es decir, algún riesgo geológico extremo de este tipo que incida en el área del proyecto (AP). Por lo que, la geología estructural del área no representa condiciones de inestabilidad tectónica significativa para el desarrollo del PS Altamirano.

Entre los ejemplos puede destacar la actividad sísmica del área del proyecto, la cual, de acuerdo con el Atlas de Riesgo del Estado de Veracruz (Protección Civil, 2023), se encuentra en la Zona B, considerada zona de actividad intermedia y los sismos que ocurren generalmente son de baja frecuencia y magnitud; lo anterior se observa en la siguiente imagen.

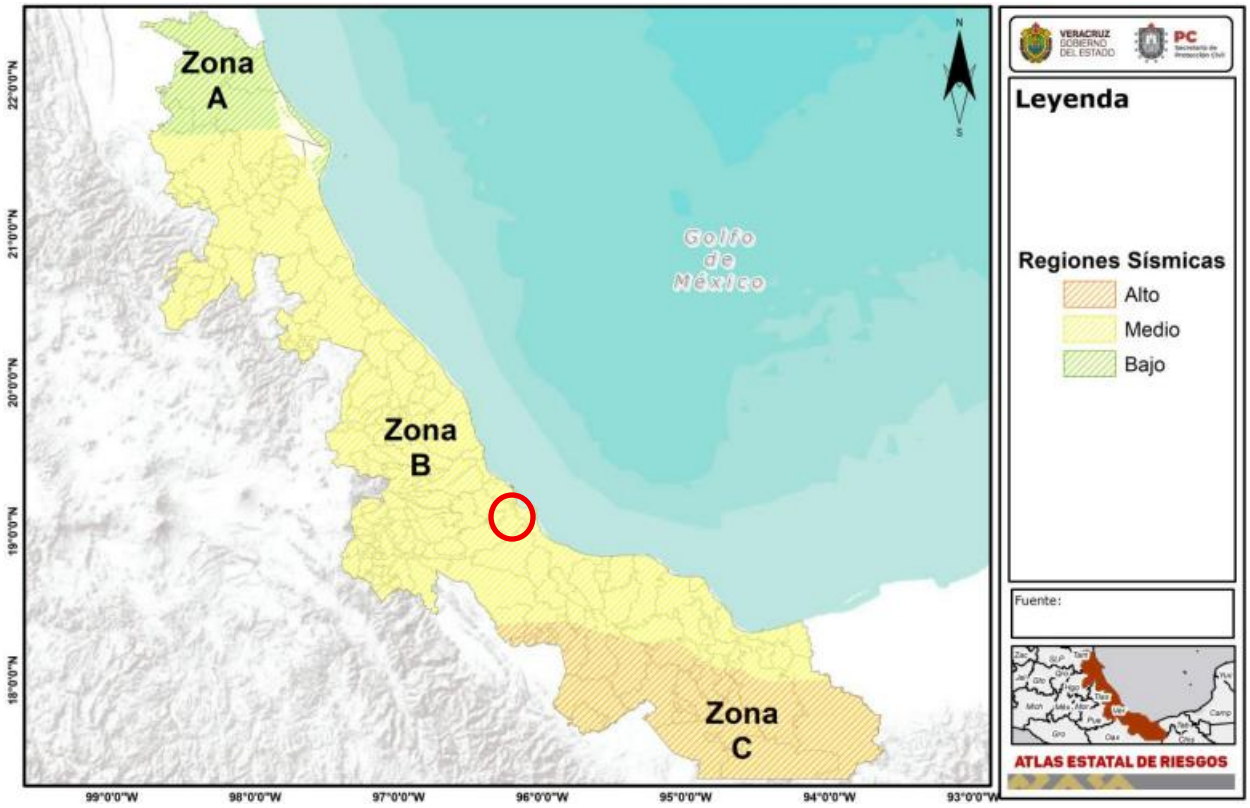


Figura 5. Zonas sísmicas del estado de Veracruz. Imagen tomada del Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz (Protección Civil, 2023). En rojo se señala el área del proyecto.

II.2.2 Fenómenos climatológicos

Lo fenómenos naturales son los comportamientos y eventos atmosféricos que caracterizan a una región a lo largo del tiempo basados en eventos derivados de la interacción entre temperatura, precipitación, viento, radiación solar y humedad observados en un periodo de alrededor 30 años y que definen las condiciones climáticas de un sitio y su influencia sobre el medio ambiente. Se incluyen dos tipos de fenómenos climatológicos, los recurrentes (periodos secos prolongados, altos niveles de radiación solar, vientos, sequías) y los extremos (olas de calor, heladas, vientos fuertes, tormentas eléctricas, sequías severas) el resultado del desarrollo activo de la atmósfera del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra.

El análisis de los fenómenos climatológicos del área de estudio se realizó con base en la información histórica, representativa de Veracruz y en particular del municipio Manlio Fabio Altamirano. La caracterización climática adquiere relevancia para el desarrollo del "PS Altamirano", ya que las variables atmosféricas influyen directamente tanto en el desempeño del proyecto como en la dinámica ambiental del sitio y en la magnitud de los impactos potenciales sobre el medio abiótico.

Tanto el estado de Veracruz, como el municipio de Manlio Fabio Altamirano, son afectados por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos principalmente por la concentración estacional de lluvias, las altas temperaturas y los recurrentes periodos de ciclones tropicales y huracanes, a continuación, se describen brevemente los más importantes (Tecnológica, 2026; Civil, 2026).

- Frentes Fríos (FF) y Nortes: partir de la segunda quincena de septiembre inicia la llegada al Golfo de México de los FF, asociados a los llamados comúnmente "Nortes", que son vientos fríos, secos e intensos, en el Golfo de México. Se desarrollan cuando una masa de aire frío empuja a otra de aire caliente o menos frío en una dirección hacia el sur o sureste en el hemisferio norte, logrando llegar hacia latitudes más bajas. Los eventos que ocasionan los sistemas frontales en el estado de Veracruz son: lluvias, nieblas, nevadas en zonas altas, mientras que las masas frías dan lugar a viento generalizado del Norte (que puede ser mayor a 120 km/h, especialmente entre la zona de Laguna Verde y Alvarado) y descenso de temperatura. La temperatura puede disminuir hasta 15 grados Celsius en 24 horas. Los Nortes que provocan los periodos de frío más intensos se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que la máxima intensidad de sus vientos puede ocurrir en cualquiera de los meses en que se presentan.

- Ondas tropicales: a partir de junio y hasta finales de noviembre en promedio unas 45 ondas tropicales (sistemas de baja presión ondulatorios que se originan en África y que viajan de Este a Oeste, llamadas también ondas del este) logran llegar o cruzar la zona tropical de México. La mayoría de ellas pasan sobre el Estado y suelen provocar lluvias fuertes y/o intensas. En ocasiones se desarrollan trenes de ondas tropicales que entre una y otra sólo las separan 48 a 72 horas o menos. Las lluvias continúas ocasionadas por estos

sistemas pueden favorecer avenidas (conocidas como crecidas de ríos o más coloquialmente golpes de agua) importantes e incluso inundaciones en zonas bajas. En este mismo período del año y a partir de una onda tropical pueden desarrollarse los disturbios y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes). En septiembre y noviembre hay una alta probabilidad que los FF interactúen con los sistemas tropicales; debido a la abundante humedad de estos, su combinación con la masa fría del FF puede favorecer lluvias localmente intensas con acumulados de hasta más de 200 mm (200 litros por metro cuadrado).

- Surada: viento del sur que se presentan generalmente de febrero a abril; son vientos cálidos, secos e intensos y que tienen sus mayores efectos en la zona de Córdoba-Orizaba, Los Tuxtlas y la parte baja de la cuenca del río Coatzacoalcos. El evento puede alcanzar rachas superiores a los 120 km/h. Además, favorecer un ambiente cálido y seco, son propicios para que se originen o propaguen incendios forestales, de pastizales o de basureros.

- Tormentas: se presentan entre la segunda quincena de marzo y finales de mayo. Obedecen al calentamiento superficial durante el día, el flujo de humedad del Golfo de México a partir del mediodía, y el relieve de las zonas montañosa del estado, o al paso de sistemas frontales mayormente durante el otoño y la primavera.

- Lluvias y ciclones tropicales: la temporada para el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México, inicia el 1° de junio y concluye el 30 de noviembre de cada año, esta representa un periodo de alto riesgo para la población, con potencial de provocar inundaciones, deslaves, afectaciones a la infraestructura y, en casos extremos, poner en peligro la vida de las personas. Estos provocan vientos fuertes que arrastran objetos sueltos como proyectiles y algunos casos pueden desprender techos de viviendas, derriban árboles, estructuras de anuncios espectaculares colocados en edificios o a nivel del suelo, postes y torres de los sistemas de alumbrado. Las lluvias intensas incrementan el nivel de ríos y arroyos hasta llegar a su desbordamiento, provocando inundaciones en sus márgenes, en zonas bajas o de planicie. Además, el oleaje y la marea de tormenta altos ocasionan

penetraciones del mar, que se traducen en inundaciones costeras. Así como serias afectaciones por deslizamientos o derrumbes en zonas serranas o lomeríos.

- Sequías: la temporada de estiaje y sequía meteorológica abarca del 1 de febrero al 31 de mayo, representa un periodo crítico en el que la reducción de precipitaciones y el aumento de temperaturas pueden generar diversas afectaciones para la población, los ecosistemas y las actividades económicas. Durante esta época, se intensifican fenómenos como la disminución de cuerpos de agua, el incremento del riesgo de incendios forestales, afectaciones al suministro de agua potable y la propagación de enfermedades relacionadas con el calor. A su vez, la canícula es un evento climático que año con año se presenta en el estado de Veracruz, se caracteriza por el descenso en las precipitaciones pluviales y el incremento en las temperaturas hacia la mitad de la temporada de lluvias, cuando transcurre el verano, es decir entre los meses de julio y agosto, teniendo una duración aproximada de 40 días. Todo lo anterior puede provocar en las personas: deshidratación, insolación, golpes de calor, enfermedades diarreicas, y en algunos casos Cólera.

- Heladas y Nevadas: para Veracruz la temporada inicia desde el primer día de octubre y finaliza el último día de marzo, por lo tanto, se encuentra inmersa en la temporada de Frentes Fríos y Nortes. Representa un periodo de riesgo para la población debido a las bajas temperaturas y las condiciones climáticas extremas que pueden afectar la salud, la infraestructura y la vida cotidiana. Durante este tiempo, se incrementa la probabilidad de enfermedades respiratorias, accidentes en vías de comunicación y daños a la vivienda, cultivos y servicios básicos.

Como ya se ha mencionado el área del proyecto se encuentra ubicada dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano, mismo que al estar muy cerca del Puerto de Veracruz, los principales riesgos hidrometeorológicos que se pueden presentar son los ciclones, huracanes, tormentas, ondas tropicales, los frentes fríos y las sequías.

Es así que el área del proyecto presenta un riesgo alto de verse afectado por alguno o varios de estos fenómenos meteorológicos; por lo que esto se debe tomar en consideración cuando se ejecute el proyecto.

II.3 Hidrología superficial en el área del proyecto

El estado de Veracruz es una zona de alta precipitación pluvial, es la entidad con el mayor volumen de agua superficial vertida al mar por sus ríos. Sus principales ríos son el Pánuco (frontera con Tamaulipas), Tempoal y Tuxpan (parte del límite con el Estado de Puebla), Cazones, Tecolutla, Nautla, Misantla, Actopan, La Antigua, Jamapa, Blanco, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá (Mariles, 2014). Por su parte el municipio de Manlio Fabio Altamirano, su hidrología superficial se caracteriza por un terreno plano y permeable, por lo que prevalecen los escurrimientos y arroyos temporales. Esta zona destaca por el uso agrícola a gran escala. El riego depende en gran medida del agua superficial procedente de las presas derivadoras "Ixtapilla" y "La Comunidad". La hidrología superficial del área es altamente variable y puede verse alterada por actividades de movimiento de tierras, compactación del suelo y modificación de cauces naturales. Por ello, en proyectos como estos es fundamental mantener la continuidad de los escurrimientos naturales y evitar la obstrucción o concentración artificial del flujo superficial.

Es así que la cartografía de la Red hidrográfica muestra que a lo largo del Área del Proyecto existen 5 corrientes que atraviesan con el mismo; estas solo conducen agua durante y después de eventos pluviales intensos, así mismo, estos cauces no tienen una fuente de alimentación constante y depende totalmente de la escorrentía superficial. A continuación, se presentan sus características principales.

Tabla 39. Corrientes en el área del proyecto

ID	Área del Proyecto	Entidad	Condición	Orden	Longitud (km)
1	Parque	Corriente	Intermitente	1	4.46
2	Línea de Transmisión	Corriente	Intermitente	1	1.54
3	Línea de Transmisión	Corriente	Intermitente	1	2.42
4	Parque	Corriente	Intermitente	1	3.17
5	Parque	Corriente	Intermitente	1	4.25

En las corrientes presentadas en la tabla anterior se lograron observar individuos vegetales propios de la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, así como del Pastizal Inducido. Algunas de las especies mayormente identificadas que se asocian a las corrientes de la zona son *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Gliricidia sepium* (Cacahuananche), *Tabebuia rosea*

(Apamate rosa), *Bursera simaruba* (Palo mulato), *Pisonia aculeata* (Coma de uña), *Acrocomia aculeata* (Guacoyul), *Bonellia macrocarpa* (Amoñe), *Bromelia pinguin* (Piñuela), *Eragrostis tenuifolia* (Pasto elástico), *Desmodium incanum* (Amor seco), *Cenchrus purpureus* (Pasto Taiwán), entre otras.

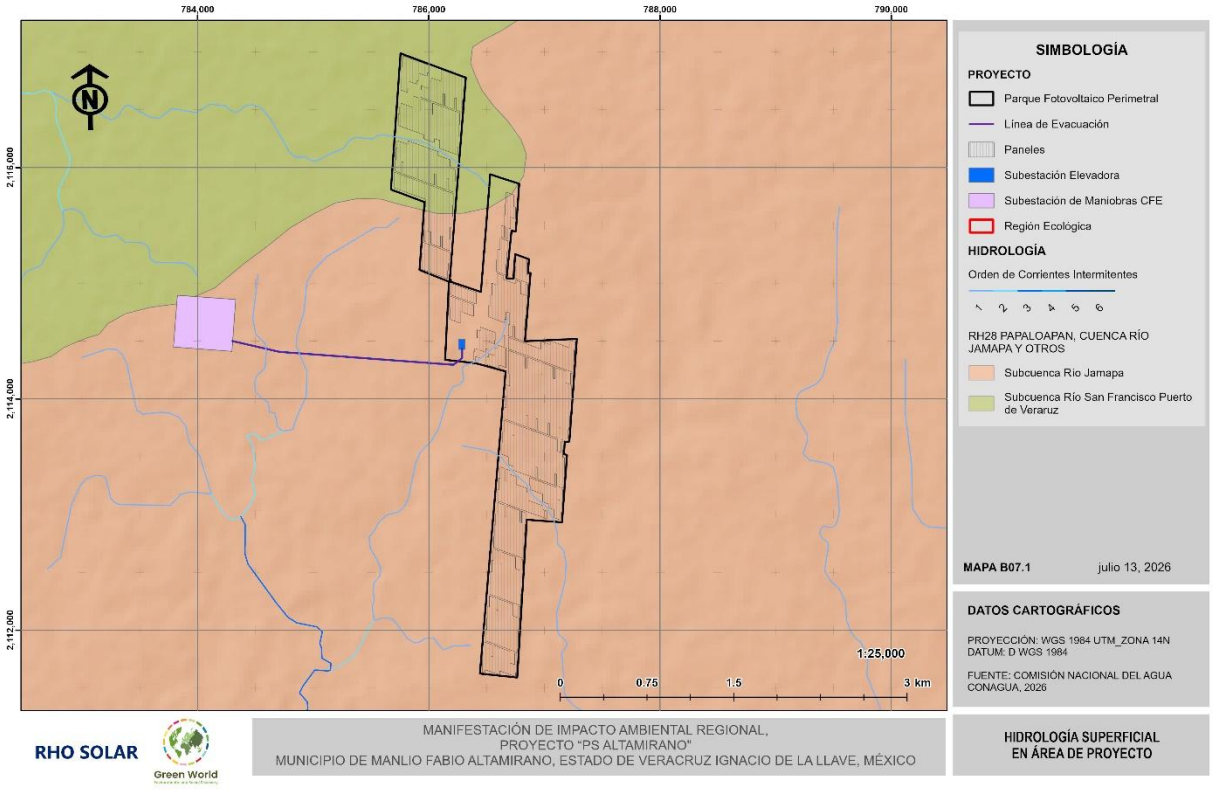


Figura 6. Corrientes que cruzan el área del proyecto

De acuerdo con la observado en campo, la ubicación del proyecto no representa una restricción ambiental crítica, pero si puede condicionar el diseño, particularmente en lo relativo al manejo de escurrimientos, conservación de cauces y control de erosión, lo cual puede ser prevenible con las debidas medidas de mitigación adecuadas.

II.4 Localidades con población indígena y afromexicana en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia.

Con el propósito de identificar la presencia de población indígena y afromexicana en las localidades vinculadas con el sitio de intervención y su zona de influencia, se revisó la información del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Base de Localidades con Población Indígena del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) y la información técnica y social previamente generada para el Proyecto PS Altamirano. Para ello, se consideraron los registros disponibles sobre población en hogares indígenas, hablantes de lengua indígena, pueblo o agrupación indígena registrada por el INPI y población afromexicana por autoadscripción, con el fin de identificar la diversidad demográfica y cultural presente en el entorno territorial del proyecto. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 40. Localidades con presencia de población indígena en relación con el Área de Influencia del proyecto.

Entidad (ID)	Municipio (ID)	Localidad (ID)	Población total	Población en hogares indígenas	Pueblo o agrupación indígena (INPI)	Hablantes de lengua indígena (5 años y más)	Población afromexicana	Observaciones
Veracruz (30)	Manlio Fabio Altamirano (100)	Colonia El Espinal de Ceballos (0015)	212	1	Na savi / Ñuu Saavi (Mixteco)	1	0	Presencia de una persona perteneciente a un hogar indígena; no se registra población afromexicana.
Veracruz (30)	Manlio Fabio Altamirano (100)	Mata Loma (0025)	2,121	3	Q'eqchi'	1	35	Presenta población indígena y la mayor población afromexicana entre las localidades analizadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Palmira (0046)	369	7	Mazateco	2	0	Registra la mayor población en hogares indígenas del conjunto de localidades analizadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Cedral (0015)	431	0	Sin registro	0	3	Registra población afromexicana, sin población indígena identificada en las fuentes consultadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Mata Ortiz (0040)	340	0	Sin registro	0	7	Registra población afromexicana, sin población indígena

Entidad (ID)	Municipio (ID)	Localidad (ID)	Población total	Población en hogares indígenas	Pueblo o agrupación indígena (INPI)	Hablantes de lengua indígena (5 años y más)	Población afromexicana	Observaciones
								identificada en las fuentes consultadas.

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI, 2020) e información técnica y social generada para el Proyecto Solar Altamirano

Los registros identificados corresponden a cinco localidades ubicadas en el entorno del sitio de intervención: Colonia El Espinal de Ceballos y Mata Loma, en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, así como Palmira, Cedral y Mata Ortiz, en el municipio de Medellín de Bravo. Es importante señalar que estas localidades se localizan fuera del polígono donde se desarrollará el Proyecto PS Altamirano, el cual se ubica sobre predios destinados principalmente a actividades agropecuarias y forestales, donde no existen asentamientos humanos permanentes. En consecuencia, la presencia de población indígena y afromexicana se analiza desde la perspectiva del área de influencia, permitiendo contextualizar la diversidad demográfica y cultural del territorio en el que se inserta el proyecto.

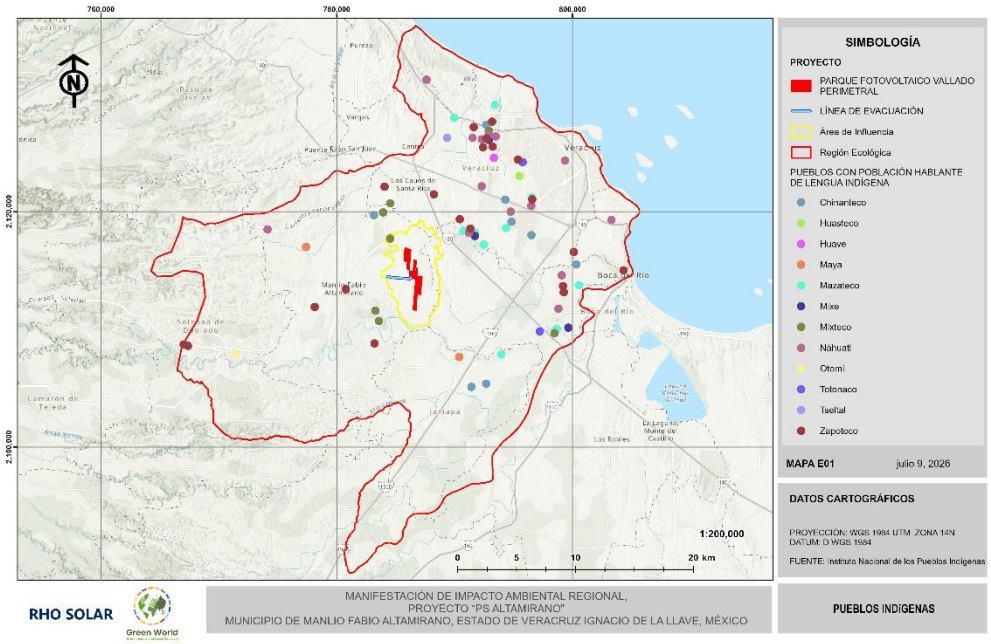


Figura 7 . Localidades con presencia de población indígena en relación con el área del proyecto, área de influencia y la Región Ecológica delimitada

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI, 2020) e información técnica del Proyecto Solar Altamirano.

Los indicadores empleados por el INEGI y el INPI representan dimensiones distintas de la pertenencia étnica y cultural. La población en hogares indígenas considera a las personas que forman parte de un hogar donde alguno de sus integrantes mantiene vínculos con una lengua

o identidad indígena; el indicador de hablantes de lengua indígena identifica a las personas de tres años y más que hablan una lengua originaria; mientras que la población afromexicana corresponde al criterio de autoadscripción incorporado por el Censo de Población y Vivienda 2020, mediante el cual las personas se reconocen como afromexicanas, afrodescendientes o negras. Debido a que cada indicador responde a criterios metodológicos distintos, los registros no son directamente comparables entre sí y, por lo tanto, deben interpretarse de manera complementaria.

La información disponible muestra una presencia reducida y dispersa de población indígena y afromexicana en las localidades analizadas. En Colonia El Espinal de Ceballos se registra población perteneciente al pueblo Na savi (mixteco); en Mata Loma se identifica población del pueblo q'eqchi'; mientras que en Palmira se registra población mazateca. Estos registros son consistentes con los procesos de movilidad y migración interna documentados para la región central de Veracruz, donde la llegada de población indígena procedente de entidades como Oaxaca, Puebla y Chiapas se ha relacionado históricamente con actividades agropecuarias, la producción de caña de azúcar, la ganadería y otras actividades rurales, además del crecimiento de la zona metropolitana de Veracruz. De igual manera, la población afromexicana registrada en Mata Loma, Cedral y Mata Ortiz refleja los procesos de autoadscripción documentados por el INEGI y forma parte de la diversidad poblacional característica de la región.

De manera consistente con la información técnica y social utilizada para la caracterización del Proyecto PS Altamirano, no se identificaron elementos que evidenciaran la existencia de comunidades indígenas organizadas, autoridades tradicionales, organizaciones afromexicanas o condiciones que requirieran mecanismos específicos de comunicación o representación comunitaria, tanto en el sitio de intervención como en su zona de influencia. Esta situación resulta congruente con la información censal disponible, ya que los registros del INEGI y del INPI reflejan la presencia de personas y hogares con pertenencia indígena o afromexicana, sin que ello implique necesariamente la existencia de comunidades con organización territorial propia dentro del área donde se desarrollará el proyecto.

En este contexto, la presencia de población indígena y afromexicana constituye un elemento relevante para comprender la diversidad social y cultural del territorio y aporta información para que, durante las diferentes etapas del proyecto, se consideren las características identificadas en el área de influencia, sin que ello represente por sí mismo la existencia de formas de organización social diferenciadas dentro del polígono del proyecto.

El análisis de estos componentes se amplía en el apartado III.5.3 "Descripción del componente socioeconómico" de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, donde se integran y analizan las condiciones demográficas, económicas, sociales y culturales de la Región Ecológica delimitada para el proyecto desde las escalas local, municipal y regional, proporcionando un contexto más amplio para comprender las dinámicas territoriales del área de estudio. De forma complementaria, el Proyecto PS Altamirano cuenta con una Manifestación de Impacto Social (MISSE), en la cual estos elementos se desarrollan con un mayor nivel de detalle conforme a los objetivos y alcances propios de dicho instrumento, incorporando la caracterización de la población, los procesos de participación, las dinámicas territoriales y demás componentes sociales vinculados con el proyecto. En conjunto, ambos estudios proporcionan una base técnica complementaria para comprender las condiciones ambientales y sociales del territorio, fortaleciendo la evaluación integral del Proyecto PS Altamirano.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Contenido

CONTENIDO III-1
III DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. III-1

III.1 Criterios empleados para la delimitación de la Región Ecológica con características y alcances del proyecto III-2

III.1.1 Ubicación y distribución del proyecto III-2
III.1.2 Instrumentos de planificación y gestión del territorio III-3
III.1.3 Aspectos Bióticos y Abióticos III-7
III.1.4 Análisis final de la Región Ecológica del proyecto "PS Altamirano" III-12

III.2 Área de Influencia III-15
III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica (RE) III-22
III.4 Especies potenciales III-29

III.4.1 Flora III-29
III.4.2 Fauna III-36

III.5 Resumen y metodología de muestreos en el AP, AI Y RE III-68

III.5.1 Flora III-70
III.5.2 Fauna III-79
III.5.3 Especies de flora identificadas en campo endémicas o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. III-94
III.5.4 Especies de fauna identificadas en campo endémicas o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010III-94
III.5.5 Resultados obtenidos (composición de flora) III-96
III.5.6 Suficiencia de Muestreo (Flora) III-120
III.5.7 Resultados obtenidos (Composición de Fauna Silvestre) III-131

III.6 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica III-192

III.6.1 Descripción del componente biótico III-192
III.6.2 Descripción del componente abiótico III-197

III.6.3 Descripción del componente socioeconómico III-268

III.6.4 Localidad(es) con población indígena y afrodescendiente en las que incide el proyecto dentro la Región Ecológica del PS Altamirano III-296

III.7 Diagnostico ambiental III-340

III.7.1 Síntesis e Interpretación del Medio Abiótico III-340

III.7.2 Síntesis e Interpretación del Medio Biótico III-342

III.7.3 Síntesis e Interpretación del Medio Socioeconómico III-348

III.7.4 Problemáticas ambientales en la región ecológica III-351

III.8 Incidencias del Proyecto y el AI III-353

III.8.1 Áreas de importancia ambiental (ANP, ADVC, RAMSAR, UMAS, Manglar, etc.) III-353

Índice de Tablas

Tabla 1. Usos de suelo y vegetación en la RE. III-22
Tabla 2. Usos de suelo y vegetación en el AI III-24
Tabla 3. Usos de suelo y vegetación en el AP III-25
Tabla 4. Especies de flora con distribución potencial en el área del proyecto y su área de influencia. III-32
Tabla 5. Composición taxonómica de la fauna con distribución potencial en el área del proyecto PV Altamirano y su área de influencia. III-37
Tabla 6. Listado de especies de fauna con distribución potencial en el área del proyecto PS Flavio Altamirano y su área de influencia III-39
Tabla 7. Coordenadas de localización de las cámaras trampa y tiempo de operación III-86
Tabla 8. Coordenadas de localización de los transectos de trampas Sherman III-88
Tabla 9. Coordenadas de los sitios de colocación de redes de niebla y muestreo ultrasónico de quirópteros. III-89
Tabla 10. Especies de fauna silvestre bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en las unidades ambientales del PS Altamirano. III-95
Tabla 11. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación para las tres unidades ambientales del PS Altamirano. III-97

Tabla 12. Listado de especies de flora registradas en las tres unidades ambientales de muestreo correspondientes al PS Altamirano.....III-104
Tabla 13. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbóreo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-107
Tabla 14. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbustivo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-108
Tabla 15. Índice de valor de importancia para las especies del estrato herbáceo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-110
Tabla 16. Índice de valor de importancia para las especies del estrato cactáceo-rosetófilo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-111
Tabla 17. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbustivo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-112
Tabla 18. Índice de valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-113
Tabla 19. Índice de valor de importancia para las especies del estrato cactáceo-rosetófilo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.....III-114
Tabla 20. Síntesis de los índices de diversidad y equitabilidad de las comunidades florísticas para los diferentes tipos de vegetación.....III-120
Tabla 21. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC del AP.....III-121
Tabla 22. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI del AP.....III-123
Tabla 23. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC del AI.....III-125
Tabla 24. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI del AI.....III-127
Tabla 25. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC de la RE.....III-128
Tabla 26. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI de la RE.....III-130
Tabla 27. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna silvestre para las tres unidades ambientales del PV Altamirano.....III-131
Tabla 28. Composición taxonómica de la fauna silvestre registrada en el muestreo de las tres unidades ambientales de proyecto PV Altamirano.....III-136

Tabla 29. Listado general de especies de fauna silvestre registrada en las unidades ambientales del proyecto PS Altamirano III-141
Tabla 30. Abundancia absolutas y relativas de la fauna registrada por tipo de vegetación en el AP ... III-152
Tabla 31. Abundancia absoluta y relativa de la fauna registrada por tipo de vegetación en el AI .III-156
Tabla 32. Abundancia absolutas y relativas de la fauna registrada por tipo de vegetación en la RE.... III-160
Tabla 33. Síntesis de los índices de diversidad obtenidos para los grupos faunísticos registrados en las tres unidades ambientales III-163
Tabla 34. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en el AP III-167
Tabla 35. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en el AI III-170
Tabla 36. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en la RE III-174
Tabla 37. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas del AP III-178
Tabla 38. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas del AI III-183
Tabla 39. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas de la RE III-188
Tabla 40 Prontuario de información geográfica del RE. III-197
Tabla 41. Tipos de climas en la superficie del RE III-199
Tabla 42. Temperatura media en la RE III-201
Tabla 43. Días de lluvia dentro de la RE III-202
Tabla 44. Precipitación normal promedio en la RE III-202
Tabla 45. Normas de calidad del aire vigentes III-206
Tabla 46. Índice metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). III-207
Tabla 47. Sistema de Topoformas presentes en la RE III-214
Tabla 48. Superficies de los tipos de roca en la RE III-216
Tabla 49. Superficies de los tipos de suelo en la RE III-220
Tabla 50. Edafología presente en el AI III-223
Tabla 51. Superficies de los tipos de degradación de suelo en la RE de acuerdo con el INEGI (2004) III-226
Tabla 52. Corrientes en el área del proyecto III-230
Tabla 53. Total de localidades en cuenca visual. III-242
Tabla 54. Localidades en cuenca visual. III-243

Tabla 55. considerados para la valoración de la calidad visual del paisaje. III-252
Tabla 56. Ponderación de los valores de los componentes. III-253
Tabla 57. Clasificación de la calidad paisajística III-254
Tabla 58. Unidad de paisaje 1 (UP1) – Agrícola. III-256
Tabla 59. Unidad de paisaje 2 (UP2) – Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia III-257
Tabla 60. Unidad de paisaje 2 (UP2) – Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia III-259
Tabla 61. Valoración de la calidad paisajística III-260
Tabla 62. Calidad visual de las unidades de paisaje. III-260
Tabla 63. Absorción visual vs calidad visual III-261
Tabla 64. Elementos considerados para la valoración de la CAV del paisaje III-262
Tabla 65. Clasificación de la capacidad de absorción visual. III-263
Tabla 66. Valoración de la CAV de las UP III-263
Tabla 67. Capacidad de absorción visual vs fragilidad de las unidades de paisaje III-264
Tabla 68. Matriz de integración de calidad y fragilidad. III-267
Tabla 69. Integración de calidad y fragilidad. III-267
Tabla 70. Datos generales municipio Manlio Fabio Altamirano. III-269
Tabla 71. Estructura poblacional de Manlio Fabio Altamirano III-272
Tabla 72. Crecimiento poblacional de Manlio Fabio Altamirano. III-272
Tabla 73. Indicadores de población indígena. III-274
Tabla 74. Indicadores de migración Manlio Fabio Altamirano. III-278
Tabla 75. Población económicamente activa de Manlio Fabio Altamirano. III-280
Tabla 76. Participación de la población ocupada por sector económico. III-282
Tabla 77. Características de las viviendas en Manlio Fabio Altamirano. III-285
Tabla 78. Indicadores educativos de Manlio Fabio Altamirano. III-287
Tabla 79. Derechohabiencia a servicios de salud en Manlio Fabio Altamirano. III-291
Tabla 80.Población indígena y afromexicana o afrodescendiente en las localidades del Área de Influencia del proyecto. III-329

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto "PS Altamirano". III-3
Figura 2. Región Ecológica, Criterio UAB 75 ..... III-5
Figura 3. Proyecto respecto a UGA's III-6
Figura 4. Región Ecológica, Criterio Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. III-8
Figura 5. Región Ecológica, criterio Subcuencas. III-10
Figura 6. Región Ecológica, Criterio Topoformas. III-12
Figura 7. Criterios de delimitación de la Región Ecológica. III-13
Figura 8. Región Ecológica "PS Altamirano". III-14
Figura 9. Radios de referencia III-17
Figura 10. Criterio microcuenca-nanocuecas III-18
Figura 11. Uso Actual del Suelo. III-19
Figura 12. Criterios red vial y centros de población. III-20
Figura 13. Criterios que delimitan el área de influencia. III-21
Figura 14. Área de Influencia. III-21
Figura 15. Usos de Suelo y Vegetación en la RE del proyecto. III-23
Figura 16. Usos de Suelo y Vegetación en la AI del proyecto. III-24
Figura 17. Usos de Suelo y Vegetación en la AP del proyecto III-25
Figura 18. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI III-31
Figura 19. Composición potencial de la fauna silvestre por grupo taxonómico en el AP y AI del PV Altamirano. III-37
Figura 20. Diseño de muestreo estratificado, con un patrón regular guiado por una malla. III-70
Figura 21. Esquema del cuadrante de muestreo estratificado para vegetación. III-72
Figura 22. Elaboración de cuadrantes en los diferentes tipos de vegetación y estratos. III-72
Figura 23. Metodología para el registro de la información dasométrica de flora a) Toma de DAP, b) altura, c) cobertura, d) DAP de estrato arbóreo. III-74
Figura 24. Registro fotográfico de las especies y detalle de estructuras (Flores, frutos, hojas). III-75
Figura 25. Búsqueda activa de anfibios y reptiles en microhábitats. III-80
Figura 26. Captura manual de anfibios y reptiles para registro fotográfico y observación de caracteres taxonómicos para identificación. III-81
Figura 27. Métodos de registro acústico y visual de aves mediante binoculares y aplicación de Merlin Bird ID, de The Cornell Lab.® III-82
Figura 28. Observación y registro fotográfico de aves mediante telefotos profesionales. III-83
Figura 29. Observación de aves en zonas de cuerpos de agua de VSSBC. III-83

Figura 30. Identificación de rastros de mamíferos. III-85
Figura 31. Observación directa de mamíferos diurnos y nocturnos. III-85
Figura 32. Colocación de fototrampas para registro de mamíferos medianos. III-86
Figura 33. Colocación de transectos de trampas Sherman para captura de roedores. III-87
Figura 34. Colocación de redes de niebla para la captura y registro de quirópteros. III-89
Figura 35. Especies de fauna registradas en alguna categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010: A) *Bolitoglosa platydactyla*; B) *Ctenosaura acanthura*; C) *Iguana iguana*; D*) Psarocolius montezuma*; E) *Micrastur semitorquatus*. III-95
Figura 36. Sitios de muestreo en la RE (RE) delimitada III-99
Figura 37. Sitios de muestreo en el Área de Influencia (AI) delimitada III-100
Figura 38. Sitios de muestreo en el Área del Proyecto (AP) III-100
Figura 39 Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia observada en campo. III-101
Figura 40 Pastizal inducido observado en campo III-102
Figura 41. Familias registradas para la VSSBC en las tres unidades ambientales de muestreo. III-103
Figura 42. Familia botánicas registradas para el PI en las tres unidades ambientales de muestreo. III-104
Figura 43. Gráfico de los Índices de Shannon obtenidos para la VS/SBC en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano. III-115
Figura 44. Gráfico de los Índices de Shannon obtenidos para el PI en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano. III-116
Figura 45. Gráfico de los Índices de Equidad de Pielou obtenidos para la VS/SBC en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano. III-118
Figura 46. Gráfico de los Índices de Equidad de Pielou obtenidos para el PI en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano III-119
Figura 47. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en el AP estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-122
Figura 48. Curva de acumulación de especies en PI en el AP estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-124
Figura 49. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en el AI estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-126
Figura 50. Curva de acumulación de especies en PI en el AI estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-127
Figura 51. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en la RE estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-129

Figura 52. Curva de acumulación de especies en PI en la RE estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. III-130
Figura 53. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en el área del proyecto (AP)....III-133
Figura 54. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia (AI)....III-134
Figura 55. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en la región ecológica (RE)....III-135
Figura 56. Composición de Ordenes y Familias por grupo taxonómico registrado en las unidades ambientales del PV Altamirano. III-137
Figura 57. Riqueza específica total de las comunidades faunísticas por unidad ambiental III-138
Figura 58. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en el AP. III-139
Figura 59. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en el AI....III-139
Figura 60. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en la RE....III-140
Figura 61. Representatividad de especies por estacionalidad registradas. III-149
Figura 62. Patrones de migración y residencia, de las especies de aves registradas (R=Residentes, MI= Migratoria de Invierno, MV=Migratoria de Verano). III-150
Figura 63. Valores de diversidad y riqueza de las comunidades faunísticas por unidad ambiental de muestreo III-166
Figura 64. Valores de equitabilidad y dominancia de las comunidades faunísticas por unidad ambiental de muestreo. III-166
Figura 65. Valores de los índices de diversidad y riqueza por tipo de vegetación en el AP III-169
Figura 66. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en el APIII-170
Figura 67. Valores de los índices de diversidad y riqueza por tipo de vegetación en el AI III-173
Figura 68. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en el AI.III-173
Figura 69. Valores de los índices de abundancia y riqueza por tipo de vegetación en la RE....III-176
Figura 70. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en la REIII-177
Figura 71. Curva de acumulación de los anfibios registrados en la VSSBC del AP....III-178
Figura 72. Curva de acumulación de anfibios registrados en el PI del AP. III-179
Figura 73. Curva de acumulación de reptiles registrados en la VSSBC del AP III-179
Figura 74. Curva de acumulación de reptiles registrado en el PI del AP....III-180
Figura 75. Curva de acumulación de aves registradas en la VSSBC del AP....III-180
Figura 76. Curva de acumulación de aves registradas en el PI del AP. III-181
Figura 77. Curva de acumulación de mamíferos registrados en la VSSBC del AP....III-181

Figura 78. Curva de acumulación de mamíferos registrados en el PI del AP III-182
Figura 79. Curva de acumulación de los anfibios registrados en la VSSBC del AI III-184
Figura 80. Curva de acumulación de los reptiles registrados en la VSSBC del AI III-184
Figura 81. Curva de acumulación de los reptiles registrados en el PI del AI III-185
Figura 82. Curva de acumulación de las aves registradas en la VSSBC del AI III-185
Figura 83. Curva de acumulación de las aves registradas en el PI del AI III-186
Figura 84. Curva de acumulación de las especies de mamíferos registrados en la VSSBC del AI III-186
Figura 85. Curva de acumulación de los mamíferos registrados en el PI del AI. III-187
Figura 86. Curva de acumulación de los registros de anfibios de la VSSBC de la RE III-189
Figura 87. Curva de acumulación de los registros de reptiles de la VSSBC de la RE III-189
Figura 88. Curva de acumulación de los reptiles del PI de la RE III-190
Figura 89. Curva de acumulación de las aves registradas en la VSSBC de la RE III-190
Figura 90. Curva de acumulación de las aves registradas en el PI de la RE III-191
Figura 91. Curva de acumulación de especies de mamíferos registrados en la VSSBC de la RE III-191
Figura 92. Curva de acumulación de especies de mamíferos registrados en el PI de la RE. III-192
Figura 93. Tipos de clima al interior de la RE. III-200
Figura 94. Estaciones climatológicas en la RE. III-201
Figura 95. Climograma (1991-2020) para las estaciones climatológicas en la superficie de la RE III-203
Figura 96. Índice de calidad de aire en Veracruz de acuerda al SINAICA. Obtenido de: https://sinaica.inecc.gob.mx/ III-204
Figura 97. Provincias y subprovincias fisiográficas de la RE. III-213
Figura 98. Sistema de Topoformas en la RE. III-215
Figura 99. Geología superficial presente en la RE. III-218
Figura 100. Edafología en la RE III-223
Figura 101. Degradación de suelos al interior de la RE. III-227
Figura 102. Imagen de la RE dentro de la Región Hidrológica e hidrología superficial. III-230
Figura 103. Corrientes que cruzan el área del proyecto III-231
Figura 104. Hidrología subterránea en la RE III-235
Figura 105. Planos visuales del proyecto III-238
Figura 106. Visibilidad en radios de influencia III-239
Figura 107. Delimitación de Cuenca Visual III-240
Figura 108. Cuenca Visual III-241
Figura 109. Porcentaje visible del parque desde las localidades III-245
Figura 110. Ejemplo de Punto de observación cercano III-246

Figura 111. Puntos de observación radio de influencia medio III-249
Figura 112. Unidades de Paisaje.....III-255
Figura 113. Capacidad de absorción visual.....III-264
Figura 114. Fragilidad III-266
Figura 115. Distribución de la población por sexo en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.....III-271
Figura 116. Evolución de la población y crecimiento intercensal de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 2000-2020.....III-274
Figura 117. Principales lenguas indígenas habladas en Manlio Fabio Altamirano.....III-276
Figura 118. Distribución de la población afromexicana por sexo en Manlio Fabio Altamirano. III-277
Figura 119. Población residente según lugar de nacimiento en Manlio Fabio Altamirano, 2020.....III-279
Figura 120. Población económicamente activa por sexo en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 2020. .....III-281
Figura 121. Condición económica de la población de Manlio Fabio Altamirano.....III-282
Figura 122. Distribución de la población ocupada por sector económico en Manlio Fabio Altamirano III-284
Figura 123. Cobertura de servicios y equipamiento en las viviendas de Manlio Fabio Altamirano.III-287
Figura 124. Grado promedio de escolaridad por sexo en Manlio Fabio Altamirano.....III-289
Figura 125. Población de 15 años y más y población analfabeta en Manlio Fabio Altamirano.....III-290
Figura 126. Población afiliada a instituciones de salud en Manlio Fabio Altamirano. III-292
Figura 127. Distribución municipal de las localidades con registros de población indígena en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano.....III-297
Figura 128. Distribución municipal de la población indígena en hogares y de la población hablante de lengua indígena en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. III-299
Figura 129. Evolución de la población hablante de lengua indígena y de su distribución entre las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 1990-2020. .....III-301
Figura 130. Evolución de la población nacida en otra entidad y de la población residente en otra entidad cinco años antes, en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2000-2020.....III-303
Figura 131. oblación nacida en otra entidad y población residente en otra entidad cinco años antes, en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, agrupadas por municipio, 2020.....III-304
Figura 132. Diversidad y región histórica de origen de los pueblos indígenas registrados en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020. .....III-306

Figura 133. Distribución de hablantes de lengua indígena y lenguas registradas por municipio en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020. ....III-307
Figura 134. Pueblos indígenas en la Región Ecológica y el Área de Influencia del PS Altamirano. III-308
Figura 135. Distribución territorial de la población afromexicana o afrodescendiente en las localidades analizadas del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020. ....III-310
Figura 136. Población afromexicana o afrodescendiente identificada en las localidades analizadas respecto del total municipal de referencia, 2020. ....III-311
Figura 137. Región del Sotavento veracruzano y ubicación de los municipios donde se localizan las localidades que integran el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. III-313
Figura 138. Plano de la costa y puerto de Veracruz, con el fuerte de San Juan de Ulúa (1754). III-314
Figura 139. Johann Moritz R, Vista de Veracruz desde el mar, con el Pico de Orizaba al fondo. III-316
Figura 140. Hacienda del Paraíso Novillero, Veracruz, finales del siglo XIX. III-317
Figura 141. Actividades rurales y ganaderas en el estado de Veracruz a finales del siglo XIX. III-318
Figura 142. Costeño de Veracruz, Claudio Linati (1828). III-319
Figura 143. Personas afrodescendientes en el puerto de Veracruz. La presencia afrodescendiente forma parte de la diversidad cultural contemporánea del Sotavento y continúa expresándose mediante procesos de identidad, memoria y reconocimiento social. III-320
Figura 144. Representación contemporánea del traje jarocho y del son jarocho como expresiones de la identidad regional del Sotavento veracruzano. III-322
Figura 145. Fandango tradicional como espacio comunitario de transmisión del son jarocho y expresión del paisaje cultural del Sotavento veracruzano. III-323
Figura 146. Quinteto Mocambo, agrupación veracruzana que ejemplifica la convergencia entre la música tradicional del Sotavento y las influencias afrocaribeñas presentes en el puerto de Veracruz. Su repertorio integra son, son montuno, guaracha, bolero y música criolla. III-324
Figura 147. Festival Afrocaribeño de Veracruz como espacio de reconocimiento y difusión de las expresiones culturales afrodescendientes presentes en el estado. III-325
Figura 148. Esquema integrador del contexto histórico-cultural del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. III-327
Figura 149. Vista de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (izq.) y pastizal inducido (der.) III-343
Figura 150. Región Hidrológica Prioritaria Río La Antigua en la RE del proyecto III-355
Figura 151. Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras del Centro del Veracruz en la RE del proyecto. III-356
Figura 152. Corredores biológicos respecto a la RE. III-357

Figura 153. AICA "Centro de Veracruz" en la RE. III-359
Figura 154. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales en la RE del proyecto. III-362
Figura 155. Sitios RAMSAR en la RE del proyecto III-364

III DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

De acuerdo con el Articulo 3, fracción XXXI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se define Región Ecológica como: "La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes".

Con base en el precepto anterior, para delimitar la Región Ecológica del PS Altamirano se consideraron los lineamientos establecidos en la "Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental", divulgada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Por lo cual, se analizaron los ecosistemas circundantes que predominan en la zona, así como, los diversos componentes del ambiente (bióticos, abióticos, económicos y sociales) que los conforman. De igual forma se identificaron y analizaron las relaciones de interdependencia entre dichos componentes, así como las problemáticas ambientales existentes, a las que se sumarán los derivados por la construcción y operación del Proyecto.

En este sentido, se identificaron las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) y Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los Programas de ordenamiento Ecológico que inciden en el área del proyecto; de igual forma los usos de suelo y vegetación, aspectos Hidrográficos como: hidrología superficial y subterránea, Subcuencas, microcuencas, etc. Así mismo, se revisaron las áreas de importancia ambiental coque cuentan con algún estatus de regulación o protección, tales como: regiones prioritarias, corredores biológicos, áreas naturales protegidas, entre otros. Así pues, se exponen a continuación los criterios empleados para la definición de la Región Ecológica del PS Altamirano.

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 orográficamente llano al Este del municipio Manlio Fabio Altamirano del estado de Veracruz Ignacio de la Llave, México.

Como se mencionó, se trata de una llanura conformada de pastizales y remanentes de vegetación secundaria de selva baja, la cual, ha sufrido modificación parcial de su paisaje original, sucedida principalmente por la actividad agrícola y pecuaria, así como por algunos asentamientos humanos y redes de infraestructura, a lo que se sumará la construcción del proyecto como impacto acumulativo que modificará parcialmente el entorno actual de la zona.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación y distribución general del proyecto en el ámbito, federal, estatal y local.

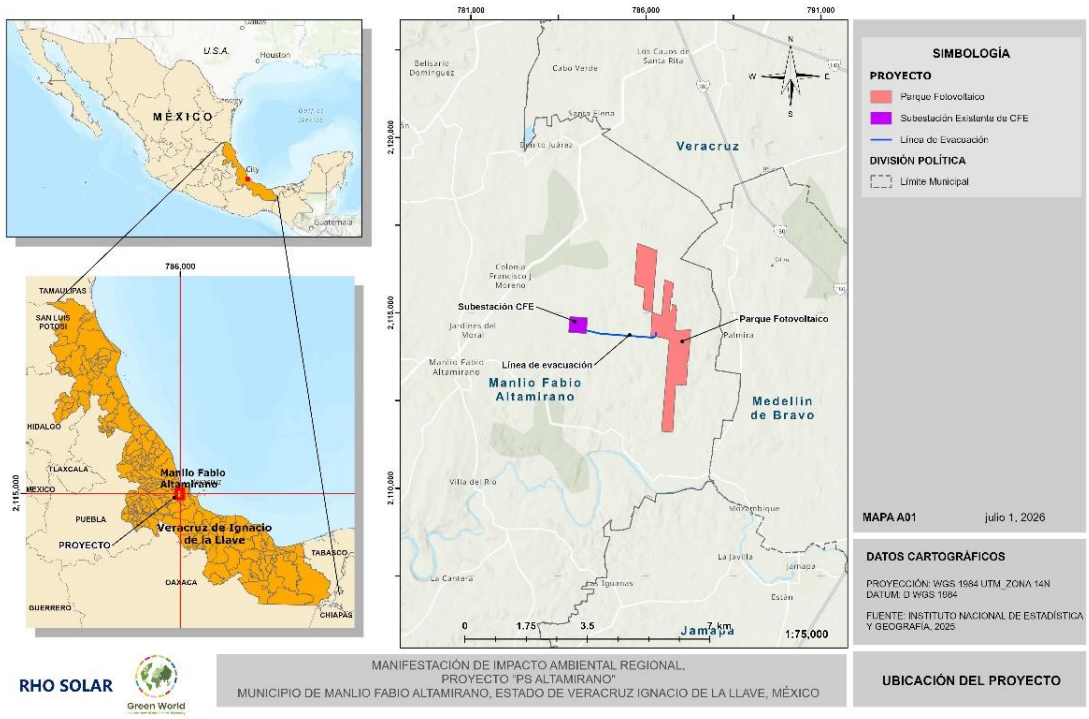


Figura 1. Ubicación del proyecto "PS Altamirano".

III.1.2 Instrumentos de planificación y gestión del territorio

Posterior a tener ubicado el sitio donde se construirá el proyecto y su distribución territorial, se identificaron y analizaron los diferentes Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, así como los Programas de Desarrollo Urbano que inciden en el sitio donde se construirá el proyecto. El propósito es conocer la relación y compatibilidad del Parque Solar con las políticas, estrategias, criterios de regulación ecológica y del uso del suelo establecidos en dichos programas y que en su caso apliquen al proyecto, así como, para tener un marco de referencia territorial y de viabilidad jurídica en materia de política ambiental y aprovechamiento del suelo.

Como se mencionó, para la delimitación de la Región Ecológica se consideraron los lineamientos metodológicos establecidos en la "Guía para la presentación y entrega de la Manifestación del Impacto Ambiental" de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En esta guía se precisa emplear como criterio para la delimitación de la Región Ecológica, las Unidades Ambientales Biofísicas y Unidades de Gestión Ambiental derivadas de

los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET). Lo anterior, debido a que son instrumentos que regulan el uso y aprovechamiento del suelo, ya que cada programa cuenta con una estrategia de ordenamiento territorial, es decir, a través de un Modelo de Ordenamiento conformado por Unidades de Gestión Ambiental zonifican el territorio, y dichas zonas son el resultado de un análisis intersectorial y de aptitud territorial, según las condiciones naturales y actividades sectoriales que se desarrollan sobre cada territorio en particular. En el caso de los Programas de desarrollo Urbano, la tabla de usos del suelo establece los criterios de los usos y destinos del suelo compatibles, incompatibles o condicionados para cada zona.

En concordancia con la cita anterior, para el sitio donde se pretende construir el proyecto, se identificó que únicamente incide el "Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio", el "Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Mar Caribe"; y el "Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Veracruz".

III.1.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Se ubicó el área del proyecto sobre el modelo de ordenamiento del POEGT, para saber en qué Unidad Ambiental Biofísica (UAB) incide e identificar algún rasgo geográfico que permita delimitar el perímetro de la Región Ecológica.

Como resultado, el proyecto se ubica al Norte de la "UAB 75 Llanura Costera Veracruz Norte", la política ambiental que aplica es "Restauración y Aprovechamiento Sustentable". El proyecto por su naturaleza es compatible con la política ambiental de "Aprovechamiento Sustentable" y favorece el desarrollo de diferentes sectores, pues generará y proveerá energía eléctrica producida con energía renovable, y la energía eléctrica es una condición general para el desarrollo de las ciudades, así como de diferentes sectores. En cuanto a la política de "Restauración" el proyecto contempla la elaboración y ejecución de Programas Ambientales, como el de reforestación, con el cual, se pretende compensar la afectación causada al ambiente por la construcción del proyecto y reforestar 108.9440ha.

En general, la UAB 75 se considera como un primer marco de referencia territorial homogéneo para acotar la Región Ecológica, ya que establece los criterios generales de regulación ecológica para la zona, sin embargo, por su amplia extensión territorial en relación con la afectación puntual del proyecto, solo se consideraron los perímetros Este y Oeste de dicha UAB, como se muestra en la siguiente figura.

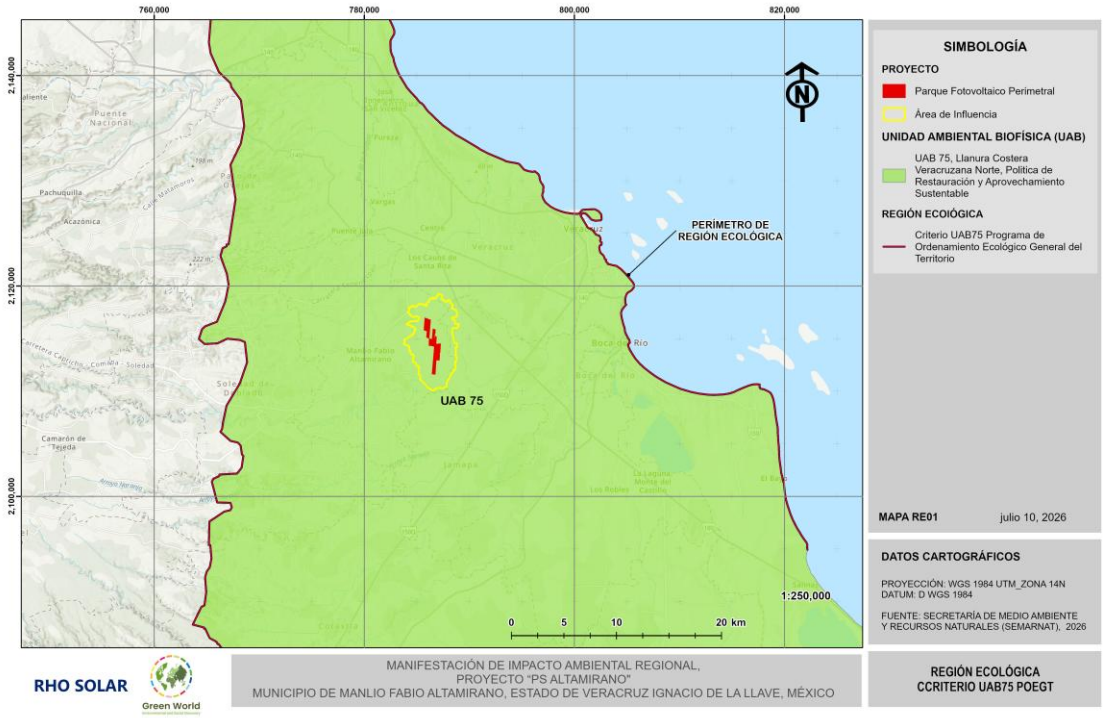


Figura 2. Región Ecológica, Criterio UAB 75

III.1.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo México y Mar Caribe (OEMyRGMyMC)

Por la cercanía del proyecto con la zona costera del Golfo de México, se identificó que queda dentro del perímetro de actuación de este programa, por lo que, se sobrepuso el área del proyecto en su modelo de Ordenamiento Ecológico para precisar su ubicación. En dicho modelo, se definen las Unidades de Gestión Ambiental, lineamientos ecológicos, estrategias ecológicas, etc.

Se considera importante este instrumento, ya que define para la región la política ambiental de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, protección del medio ambiente y preservación, cuyo objetivo es regular el uso del suelo y las actividades productivas… (SEMARNAT, 2012).

Derivado de la sobreposición, se identificó que el proyecto se encuentra al Este de la "UGA-40", como se muestra en la figura siguiente.

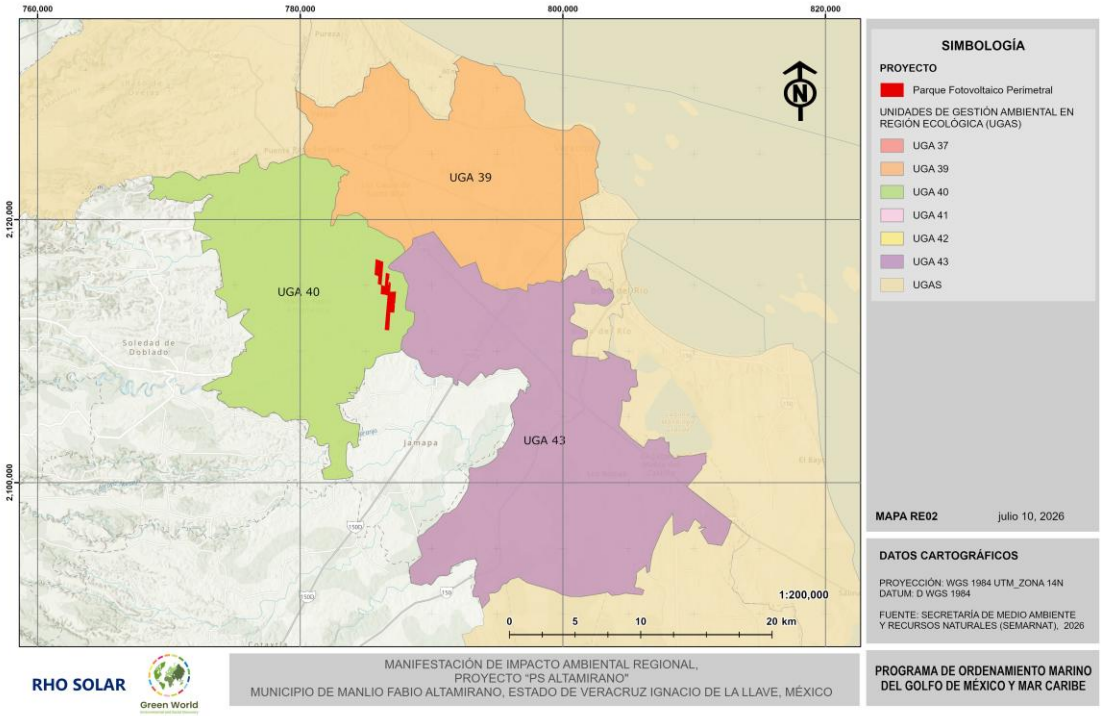


Figura 3. Proyecto respecto a UGA's

Como se aprecia en la figura anterior, el proyecto interactúa con la UGA40, no obstante, se encuentra en el perímetro colindante de la UGA43 y UGA39, que en conjunto crean una poligonal envolvente que se extiende hacia el Sur, no obstante, no se consideró este rubro, ya que la delimitación de las UGAS es paralela a los limites municipales, y de acuerdo con la guía, los limites municipales o estatales no se permiten para delimitar la Región Ecológica.

III.1.3 Aspectos Bióticos y Abióticos

En esta segunda fase, se realizó el análisis con diversa cartografía temática relativa a los elementos bióticos y abióticos que predominan en el lugar, los cuales, podrían verse impactados con la construcción y operación del parque solar. Se sobrepuso cartografía temática editada por diferentes dependencias gubernamentales del país (INEGI, CONABIO, SEMARNAT...), principalmente. Es importante mencionar que, por la puntualidad del proyecto y su área de influencia, algunas capas temáticas analizadas no aportaron algún rasgo geográfico claro o significativo que definiera la Región Ecológica, debido a la escala, extensión territorial, cobertura generalizada, etc. La cartografía temática sobrepuesta y analizada que no fue factible para delimitar el Región Ecológica y que puede consultarse en el anexo cartográfico, fueron: Áreas Naturales Protegidas (ANP's), Regiones Prioritarias, Clima, Fisiografía, Edafología.

No obstante, los aspectos que se analizaron y emplearon para definir la Región Ecológica se exponen a continuación.

III.1.3.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Para el emplazamiento del proyecto es fundamental identificar la ubicación de estas zonas, ya que son importantes para la conservación de las aves y de importancia ecológica. Las AICA's están supervisadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), organizaciones internacionales y la sociedad civil. El proyecto se encuentra al Sur de la AICA Centro de Veracruz, "...es una región crítica (cuello de botella) para aprox. 236 spp migratorias Neotropicales de relevancia a escala mundial. Posee además poblaciones de unas doce especies de aves endémicas o de distribución restringida, y cuatro de las 19 especies de aves enlistados para México en el libro rojo de la IUCN. Posee, además ca. 34% de las especies de la NOM-059. Por lo anterior se consideró importante emplearla para delimitar la Región Ecológica, como se muestra a continuación.

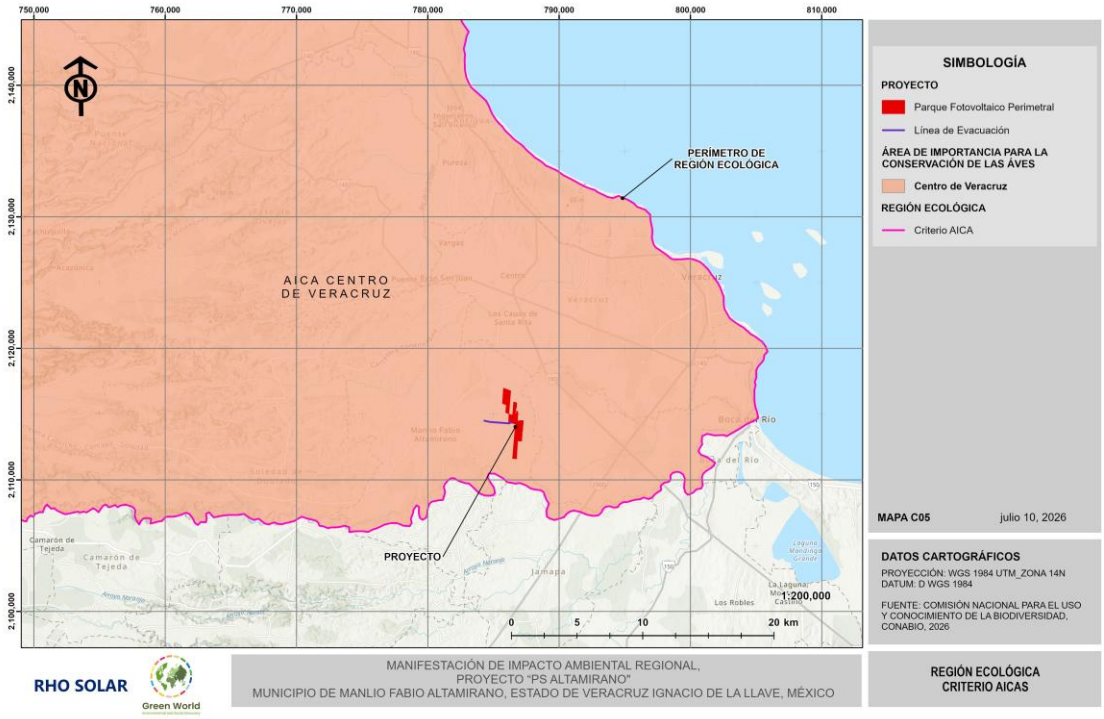


Figura 4. Región Ecológica, Criterio Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

III.1.3.2 Uso del Suelo

Para la delimitación de la Región Ecológica se consideró importante analizar el uso del suelo, debido a que el lugar ha sido modificado en su naturaleza por diversas actividades antrópicas, entre las que destacan la agrícola, pecuaria, asentamientos humanos y redes de infraestructura, por lo tanto, diversos procesos e interacciones que se dan en el lugar están en función del desarrollo y reproducción de dichas actividades, es decir, originalmente las condiciones climáticas, del suelo e hidrológicas favorecían la reproducción de un ecosistema natural (incluyendo la flora y fauna asociada), al día de hoy el terreno a cambiado a uso urbano, agrícola y pecuario, desplazando la flora y fauna hacia los remanentes de vegetación selvática y lomeríos aledaños.

Dado que es una región ampliamente perturbada y homogénea, donde se conjugan los usos mencionados, este rubro no aporto un rasgó claro para acotar la Región Ecológica, no obstante, nos da la pauta para analizar las condiciones hidrológicas y orográficas del paisaje.

III.1.3.3 Hidrología

Las cuencas hidrográficas y sus subunidades (subcuenca, microcuenca, nanocuenca) son un marco geográfico factible para delimitar la Región Ecológica, debido a que constituyen unidades funcionales, pues la superficie de terreno que conforma la cuenca está ligada por la dinámica hidrológica que se da en ella. El impacto de una acción de manejo tenderá a contenerse dentro de la cuenca y lo que se lleve a cabo en la parte alta, tendrá repercusiones en la parte media y baja. Debido a que en el sitio atraviesan varios escurrimientos y que el predio se encuentra en el parteaguas de dos subcuencas, se decidió analizar la función hidrológica del lugar.

Así pues, de acuerdo con los datos vectoriales divulgados por la Comisión Nacional del Agua, el proyecto se encuentra ubicado en el perímetro de la subcuenca "Arroyo Río Jamapa", y en el perímetro de la subcuenca "Río San Francisco Puerto de Veracruz" pertenecientes a la "Región Hidrológica 28 Papaloapan, Cuenca río Jamapa y Otros".

Dada la morfología de las subcuencas, por el proyecto atraviesan cinco corrientes de agua de tipo intermitente, tres por el área del parque fotovoltaico y dos por el Derecho de Vía de la Línea de Transmisión. Cuatro de los escurrimientos desembocan hacia el Sur, en el "Río Jamapa y el otro hacia el Norte, en el "Río Paso Limón". Ambos ríos captan las escorrentías provenientes de la parte alta, configurando el terreno en una unidad hidrológica factible para su análisis.

Al respecto de las ventajas relativas al uso de microcuencas para la delimitación de áreas de análisis, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación – FAO, menciona que:

> ...La microcuenca es el ámbito lógico para planificar el uso y manejo de los recursos naturales, buscando la sustentabilidad de los sistemas de producción, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y nutricional. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente) (FAO, 2008).

Cabe destacar que otro factor que se consideró importante para emplear las subcuencas como referente geoespacial de la Region Ecológica, son las condiciones climáticas y orográficas, debido a que en la zona se la zona donde se pretende construir el proyecto, en general las lluvias son abundantes, con un promedio anual de 1,416.7milímetros de precipitación, es un lugar que se encuentra en las zonas de mayor precipitación del país, con un rango superior a los - 1400mm precipitación media anual. Orográficamente el proyecto se encuentra en la parte alta de la región, y como se mencionó, cruzan diversos causes de corrientes intermitentes por el área del proyecto. Por lo anterior, dentro de los programas ambientales se considerará implementar un programa de manejo de escorrentías.

En conclusión, se decidió emplear el perímetro de las dos subcuencas mencionadas para delimitar el perímetro de la Región Ecológica, como se ilustra en la figura siguiente, donde el perímetro rojo envuelve el parteaguas perimetral que delimita ambas subcuencas.

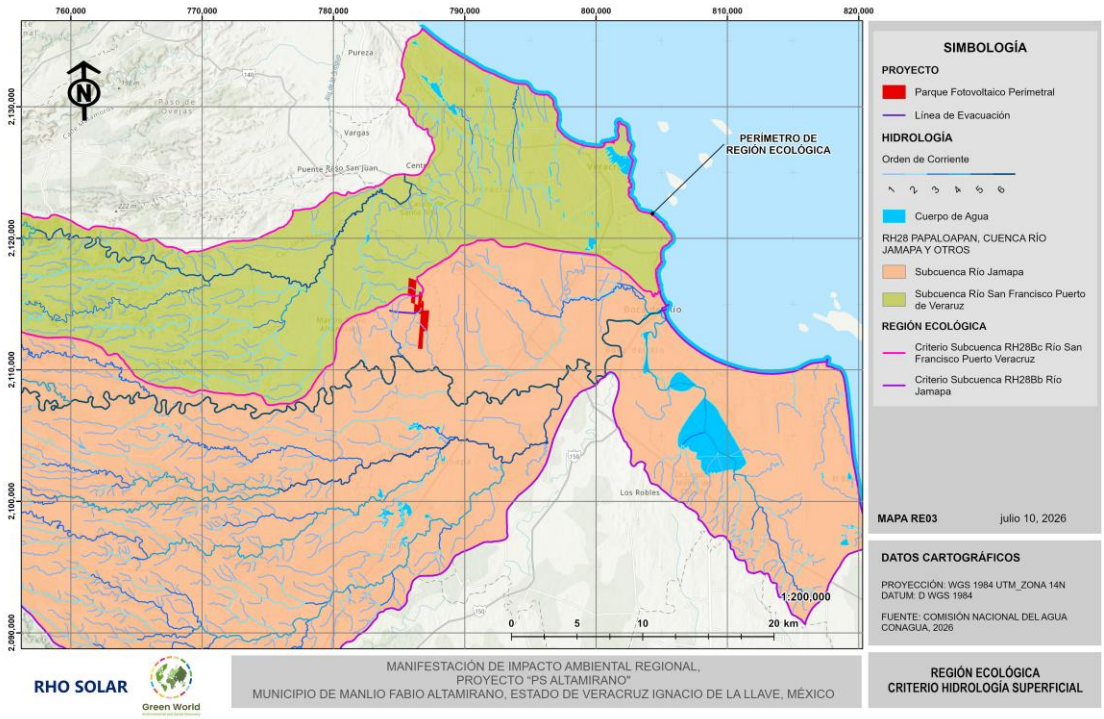


Figura 5. Región Ecológica, criterio Subcuencas.

III.1.3.4 Paisaje

El análisis del paisaje a escala territorial es cada vez más importante para la conservación de la biodiversidad, ya que la degradación de los ecosistemas y sus características están asociadas con el grado de fragmentación espacial, de tal modo que el proyecto contribuye, de algún modo, con dicha fragmentación, pues se extenderá a lo largo de 5.5km aproximadamente, sobre una superficie de 293ha. En consecuencia, el impacto visual directo se dará entorno al área del proyecto, desde las vialidades y centros de población.

Así pues, a partir del sistema de topoformas se decidió identificar en que unidad morfológica se ubica el proyecto, como a continuación se presenta.

- **Topoformas**

De acuerdo con la cartografía de INEGI, relativa al Sistema de Topoformas, el proyecto se encuentra sobre una superficie conformada de "Lomeríos con llanuras", sobre la cual, prácticamente se lleva a cabo la actividad agrícola y pecuaria, cabe mencionar que a poco más de 5km al Este, la orografía se convierte en "llanura aluvial costera", en la ciudad de Veracruz, hacia donde confluyen las vialidades circundantes al proyecto, es decir, por donde se desplazan los posibles observadores visuales, ya que desde determinados sitios se podría alcanzar a percibir el parque fotovoltaico como fondo escénico, modificando o alterando de algún modo el paisaje actual.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto con respecto a la unidad de incidencia del sistema de topoformas, misma que se empleó como referente geoespacial para extender y acotar el perímetro de la Región Ecológica.

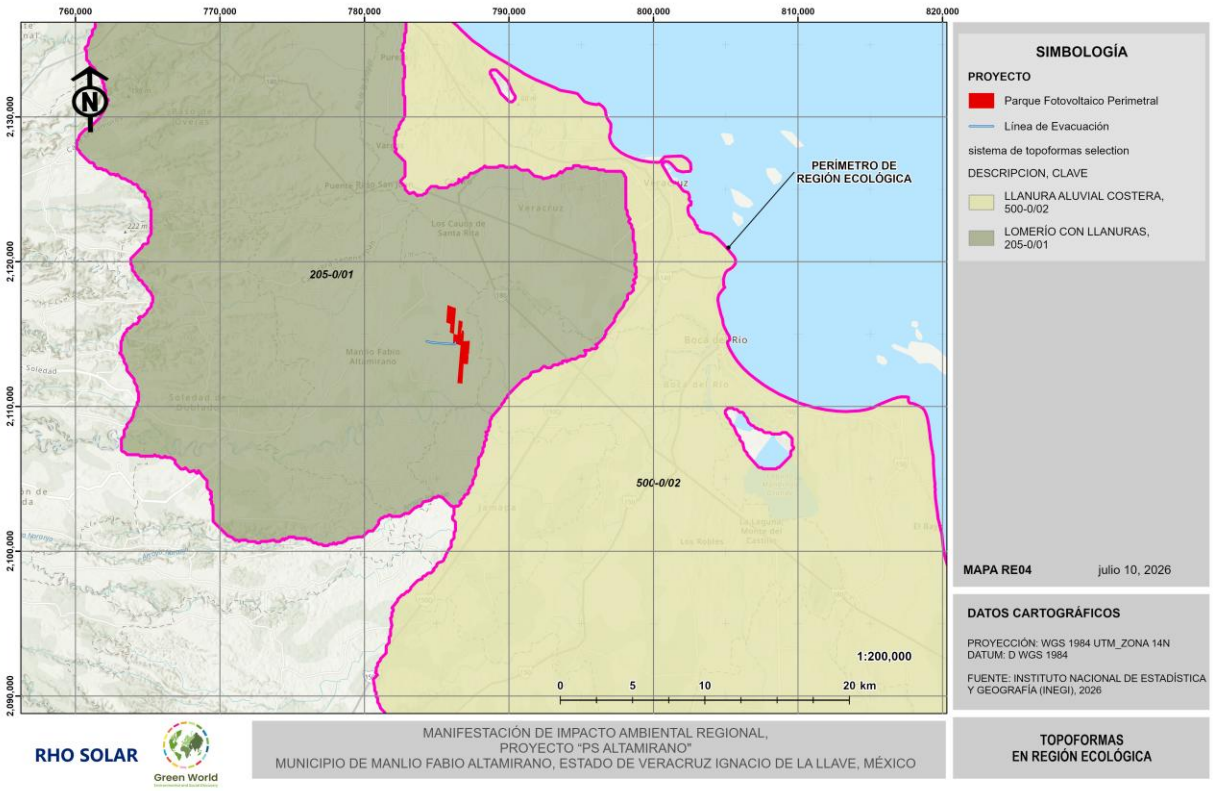


Figura 6. Región Ecológica, Criterio Topoformas.

III.1.4 Análisis final de la Región Ecológica del proyecto "PS Altamirano"

Finalmente, se realizó la sobreposición de los diferentes rasgos y criterios elegidos sobre en una imagen satelital obtenida del sensor Sentinel-2, para definir una poligonal envolvente que describa la "Región Ecológica" del "PS Altamirano". La imagen Satelital nos permitió precisar los límites de la Región Ecológica conforme a los rasgos que prevalecen sobre el territorio.

A manera de resumen, en la siguiente figura se presentan gráficamente los criterios empleados que delimitaron la poligonal envolvente que representa la Región Ecológica.

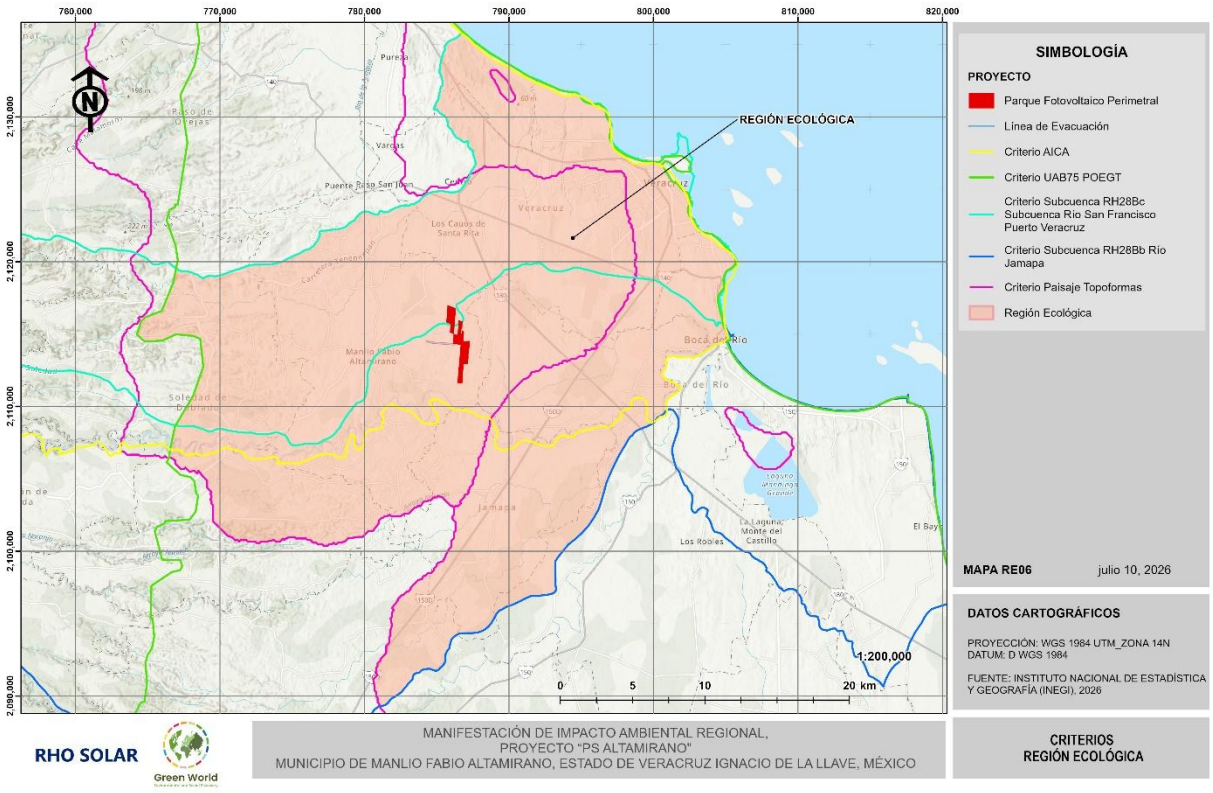


Figura 7. Criterios de delimitación de la Región Ecológica.

III.1.4.1 Región Ecológica del proyecto "PS Altamirano"

En conclusión, con base a todos los puntos anteriores regidos por la evaluación multicriterio, se evaluó la relevancia y cobertura de la mayoría de los factores bióticos y abióticos representados por datos cartográficos. Para el proyecto en análisis se obtuvo un polígono final con una superficie aproximada de **89,880 Ha**, dicho polígono representa las características requeridas para la composición de la Región Ecológica, es decir, ser un espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, presentan una continuidad e interactúan para mantener un equilibrio que permite su desarrollo sostenible, esta delimitación finalmente deriva de la uniformidad, continuidad e integración de sus ecosistemas.

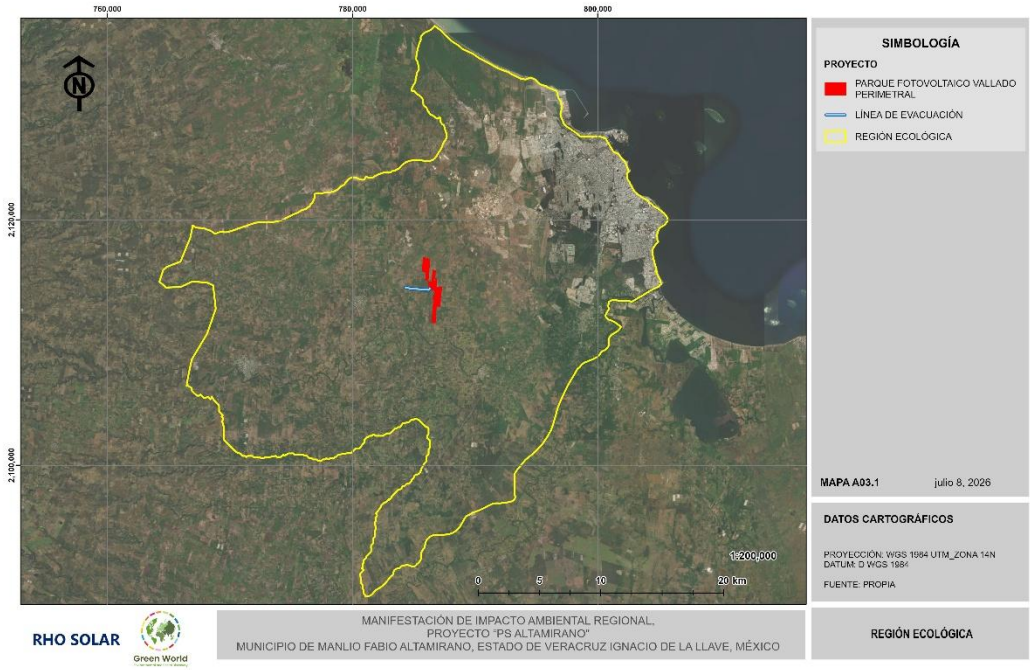


Figura 8. Región Ecológica "PS Altamirano".

III.2 Área de Influencia

La delimitación del área de influencia del proyecto se realizó con base en el análisis integral de diferentes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos; identificados en el entorno inmediato del área del proyecto, mismos que están en función del alcance de los posibles impactos socioambientales ocasionados por el proyecto durante sus fases de preparación del sitio, construcción y operación; el propósito es crear un polígono que sirva de referencia geoespacial que refleje las principales interacciones entre el proyecto y el medio ambiente.

Así pues, los aspectos principales a considerar y que son generados por el emplazamiento del proyecto y las diversas actividades llevadas a cabo en el predio son: ruido, dispersión de emisiones e impacto visual, los cuales, influyen de manera directa tanto en el medio natural como en el artificial inmediato.

Dispersión de emisiones. Durante las fases de preparación y construcción del proyecto, habrá movimiento de tierras y uso de vehículos automotores, por lo que se generarán emisiones a la atmosfera, tanto de polvos como de gases, la mayor concentración de polvos se da en el sitio y en los primeros 250 metros entorno al predio, conforme aumenta la distancia las partículas se van dispersando. Dicho parámetro se establece conforme a los criterios establecidos por el IAQM (Institute of Air Quality Management., 2014), que establece que los efectos del polvo son significativos principalmente en los primeros 100m desde la fuente; sin embargo, bajo condiciones adversas, las partículas de menor tamaño pueden desplazarse a distancias mayores. Es importante mencionar que, la vegetación presente en el entorno inmediato a los componentes del proyecto funciona como barrera natural, disminuyendo el alcance de la dispersión.

Ruido. Este se producirá principalmente durante las fases de preparación del sitio y construcción, ocasionado por el uso ordinario de maquinaria pesada, flujos de vehículo y de las actividades propias de la construcción, de acuerdo con la **NOM-081-SEMARNAT-1994** "la contaminación acústica es un problema ambiental importante con cada vez mayor presencia en la sociedad moderna, debido al desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios que constituyen fuentes tanto fijas como móviles que generan diferentes tipos de

ruido que, de acuerdo a su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no sólo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana." (SEMARNATb, 2013). Dicha Norma establece como límite máximo permisible para fuentes fijas 68 decibeles en horario diurno y 65 en nocturno. Con base en lo anterior, es probable que los 65 dB se concentren dentro de los primeros 500m y más allá de los 500m el ruido se disperse y se mezcle con el ruido ambiental de fondo, cabe mencionar que, durante la fase de operación, el ruido será casi nulo.

Visual. Los rangos de alcance visual se pueden dividir en tres, que de acuerdo a la claridad y nitidez de la percepción visual directa del ojo humano con respecto a las estructuras del Parque Fotovoltaico, es como se definen, es decir: rango cercano, se determina dentro de los primeros 500 metros, es donde se perciben los detalles de los componentes del proyecto; medio; entro los 500 y 1,000 metros, donde se pierden los detalles pero se percibe el proyecto en su conjunto y finalmente, el lejano, donde el proyecto forma parte del fondo escénico mezclándose con el entorno. Cabe resaltar que la visibilidad depende también de la morfología del terreno y la textura superficial.

A partir de los criterios expuestos, se decidió crear los radios de influencia de referencia para identificar las interacciones directas con los factores bióticos y abióticos presentes en el entorno inmediato, como se ilustra a continuación.

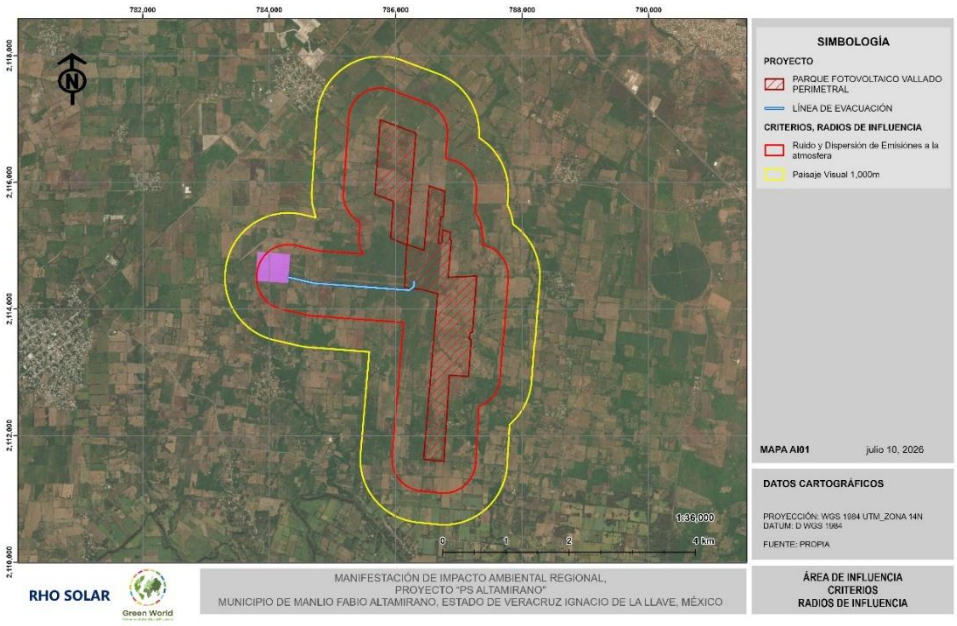


Figura 9. Radios de referencia

Una vez definidos los radios anteriores se identificaron las interacciones con los componentes bióticos y abióticos, destacando principalmente el aspecto hidrológico, uso actual del suelo y cobertura vegetal.

Hidrología. Debido a que el proyecto se encuentra en el parteaguas de dos subcuencas y que, por el predio, así como por el perímetro de referencia de 500m cruzan cinco escurrimientos; se decidió integrar los escurrimientos y su continuidad hasta su intersección con otra vertiente que contribuya su afectación, ya que cualquier impacto directo que se produzca en el cause repercute aguas abajo de la cuenca y se van sumando como impactos acumulativos e indirectos.

Por lo anterior, se decidió conocer la dinámica hidrológica a escala de nanocuencas e identificar aquellas que directamente se intervienen con el emplazamiento del proyecto. Para lo cual, con el apoyo de un programa de cómputo y un modelo digital de elevación (DEM), se estimó la distribución hidrológica y las nanocuencas que integrarían el área de influencia, como se ilustra en la siguiente figura.

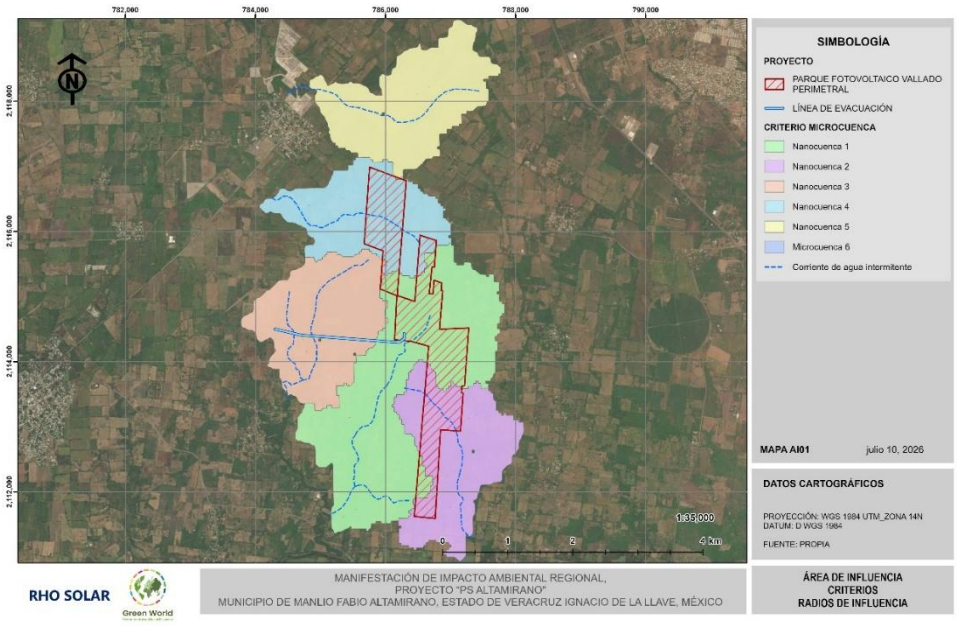


Figura 10. Criterio microcuenca-nanocuecas

Uso Actual del Suelo y Vegetación. Actualmente la mayor parte de la zona está perturbada por el uso agrícola, uso pecuario, en donde predominan amplias llanuras de pastizal inducido para el pastoreo, centros de población urbanos y rurales, entremezclados con remanentes de vegetación secundaria de selva baja, en sus diferentes estratos y estados de conservación, así como de regeneración. Los usos y coberturas mencionados, en su conjunto conforman una zona homogénea característica de la zona, que se extiende ampliamente por la región.

Cabe mencionar que por tratarse de una zona que recibe los vientos dominantes del Este, la mayoría de las parcelas en sus linderos tienen cortinas rompevientos, que funcionan como barrera natural, mismas que mitigan la dispersión de polvos, ruidos y bloquean el impacto visual directo a media distancia.

En la siguiente figura se puede apreciar la cobertura actual del suelo, entremezclada con los usos mencionados, lo cual no permitió definir un punto de acotamiento claro para definir el área de influencia.

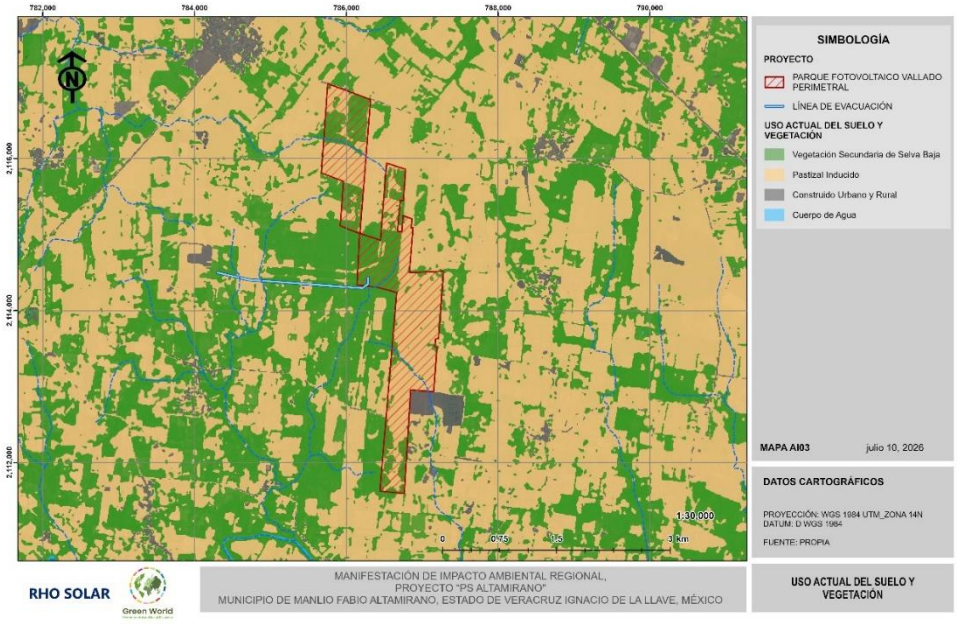


Figura 11. Uso Actual del Suelo.

Aspectos Socioeconómicos

En otro rubro, se consideraron los factores socioeconómicos, ya que condicionan el uso del suelo, la distribución de los recursos, la movilidad de bienes y personas, así como la intensidad de las actividades humanas en el territorio.

Cabe mencionar que, la red de carreteras, caminos rurales y la vía férrea actúan como elementos de fragmentación antrópica del territorio, mismas que experimentarán un incremento temporal del tránsito vehicular durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente hacia la zona urbana de la localidad de Manlio Fabio Altamirano y desde donde se percibirá el cambio de uso del suelo. Por lo tanto, el circuito vía y localidades que se encuentran cerca del perímetro de 1KM a la redonda del proyecto, se emplearon como umbrales de acotamiento para definir el área de influencia.

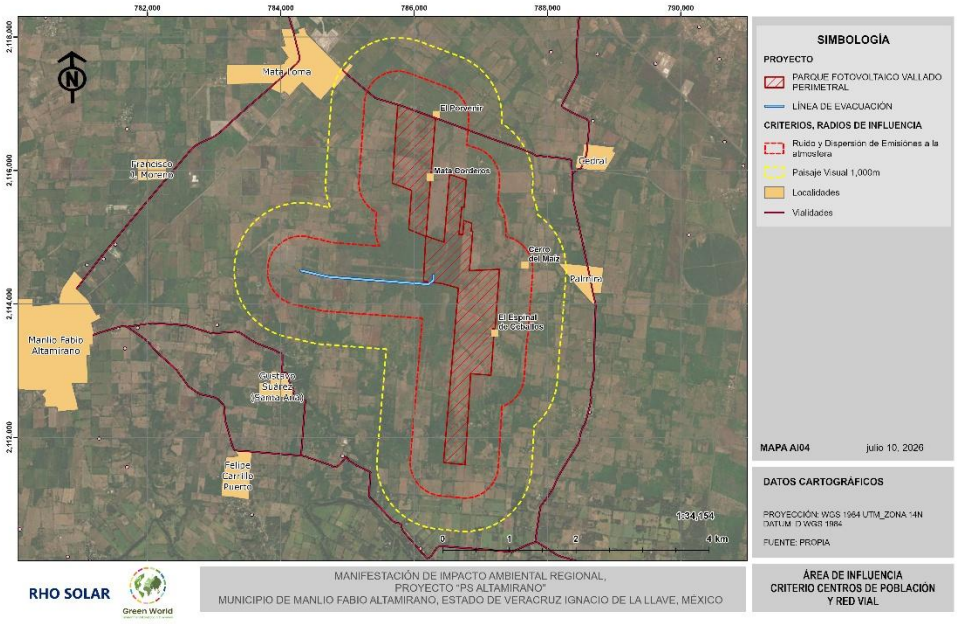


Figura 12. Criterios red vial y centros de población.

Integración de los criterios que delimitan el Área de Influencia del PS Altamirano

Finalmente, se define una poligonal envolvente que integra los criterios empleados para delimitar el área de influencia, sobre la cual, se percibirán las afectaciones directas durante las diferentes fases del proyecto, es decir, el cambio de uso del suelo determinará la dinámica tanto ambiental como social, en relación con las afecciones mencionadas. De manera ilustrativa, en la siguiente figura se integran los criterios que definieron el área de influencia del PS Altamirano.

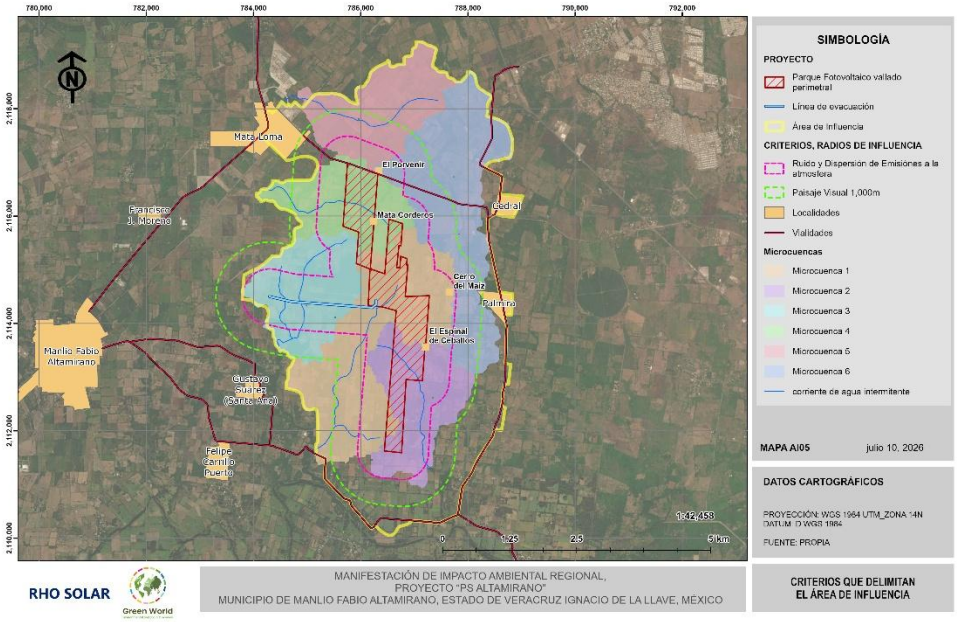


Figura 13. Criterios que delimitan el área de influencia.

Por último, en la siguiente figura se muestra la poligonal envolvente que representa el Área de Influencia del proyecto "PS Altamirano", cuya superficie aproximada es de 3,136 ha.

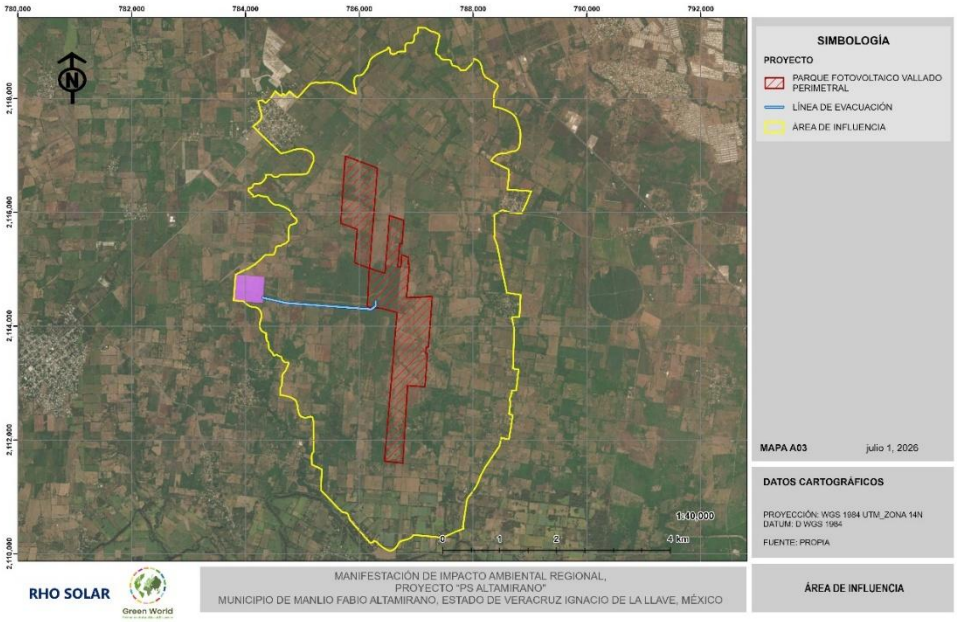


Figura 14. Área de Influencia.

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica (RE)

La información generada con la carta de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI (2021) indica que en RE de estudio se encuentran 6 tipos de vegetación y 13 tipos de uso de suelo. Los tipos de vegetación mejor representados son la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia con el 3.68% de la superficie total de la RE y la Vegetación de Dunas Costeras con 1.75%. Es así que los usos de suelo dominan la RE del proyecto, evidenciando el deterioro en el que se encuentra y el que potencialmente seguirá avanzando; los usos de suelo con mayor presencia son el Pastizal Cultivado con el 33.62% de la superficie de la RE, la Agricultura de Temporal Anual con 19.97%, la Agricultura de Temporal Anual y Permanente con el 14.67% y los Asentamientos Humanos con el 13.76%, mismos que incluyen al Puerto de Veracruz, Boca del Río y Altamirano principalmente. Lo anterior se observa en la siguiente tabla y figura.

Tabla 1. Usos de suelo y vegetación en la RE.

Clave	Uso de suelo o vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
PC	Pastizal Cultivado	30,219.7012	33.62
TA	Agricultura De Temporal Anual	17,945.7796	19.97
TAP	Agricultura De Temporal Anual Y Permanente	13,186.1963	14.67
AH	Asentamientos Humanos	12,369.4691	13.76
TAS	Agricultura De Temporal Anual Y Semipermanente	4,255.4595	4.73
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	3,308.0015	3.68
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	2,150.3647	2.39
VU	Vegetación De Dunas Costeras	1,574.0167	1.75
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	1,106.9000	1.23
RS	Agricultura De Riego Semipermanente	949.4677	1.06
TP	Agricultura De Temporal Permanente	562.2041	0.63
RAP	Agricultura De Riego Anual Y Permanente	482.8042	0.54
VSa/SBS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Subcaducifolia	428.9311	0.48
H2O	Cuerpo De Agua	393.9839	0.44
VA	Popal	328.5296	0.37
VM	Manglar	259.9633	0.29
TSP	Agricultura De Temporal Semipermanente Y Permanente	229.9239	0.26

Clave	Uso de suelo o vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
VSa/VU	Vegetación Secundaria Arbustiva De Vegetación De Dunas Costeras	83.5395	0.09
RP	Agricultura De Riego Permanente	45.1642	0.05
Total		**89,880.4000**	**100.00**

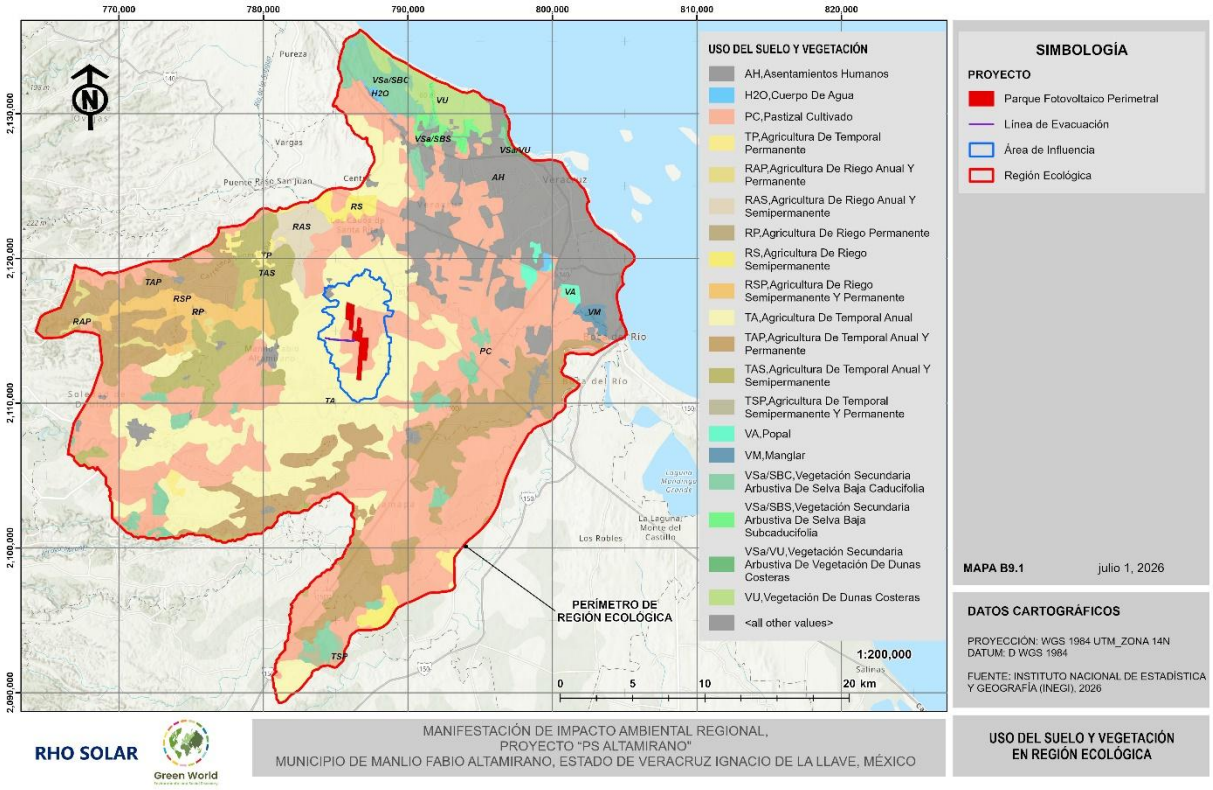


Figura 15. Usos de Suelo y Vegetación en la RE del proyecto.

Para la zona del área de influencia (AI), solo se observan usos de suelo, los cuales corresponden a Agricultura de Temporal Anual con 63.45%, Pastizal Cultivado con 35.16% y a Asentamientos Humanos con el 1.39% del AI, y corresponde a Altamirano. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Tabla 2. Usos de suelo y vegetación en el AI

Clave	Uso de suelo o vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
TA	Agricultura De Temporal Anual	1,990.3965	63.45
PC	Pastizal Cultivado	1,102.7631	35.16
AH	Asentamientos Humanos	43.6782	1.39
Total		**3,136.8378**	**100.00**

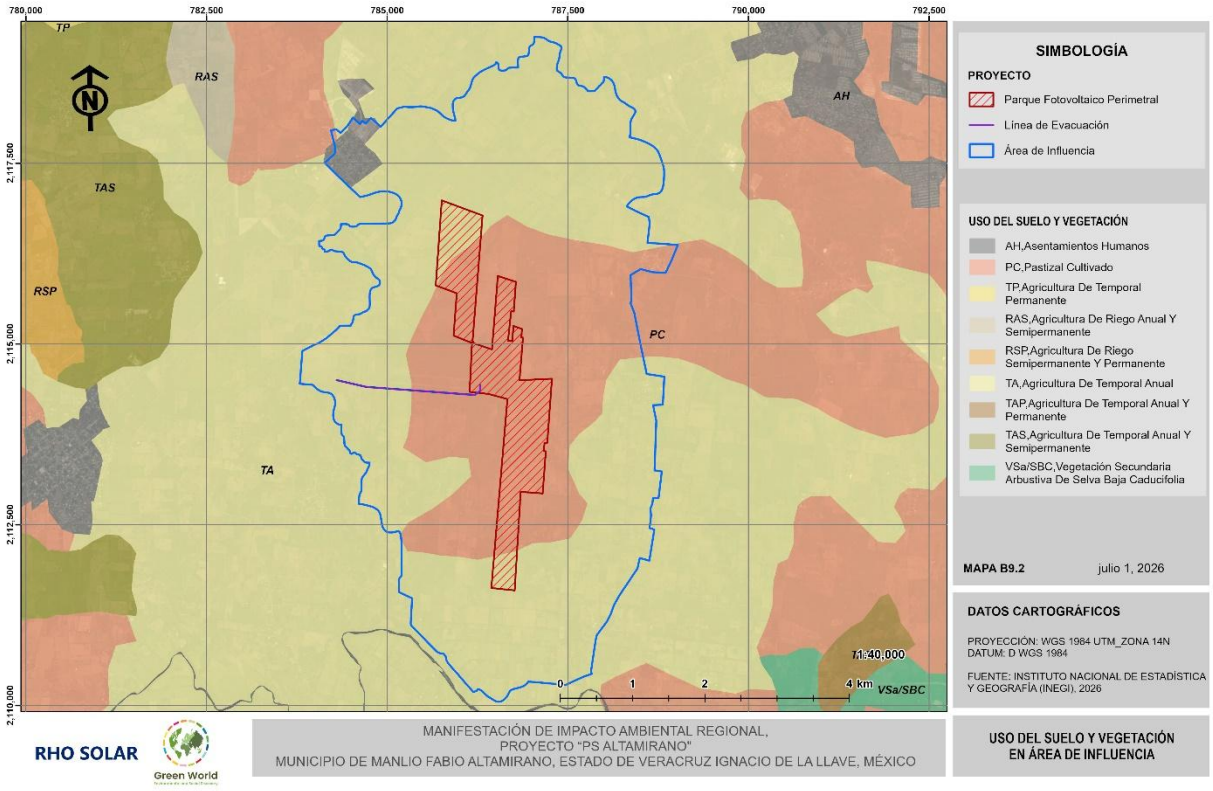


Figura 16. Usos de Suelo y Vegetación en la AI del proyecto.

Finalmente, en el área del proyecto (AP) igualmente solo se observan usos de suelo, los cuales corresponden a Agricultura de Temporal Anual con 74.69% y Pastizal Cultivado con 25.31% Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Sin embargo, es importante mencionar que, en los recorridos de campo tanto dentro de la AI como del AP, se encontraron áreas cubiertas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, misma que se describe y analiza en los siguientes apartados de flora correspondientes.

Tabla 3. Usos de suelo y vegetación en el AP

Clave	Uso de suelo o vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
PC	Pastizal Cultivado	235.8882	74.69
TA	Agricultura De Temporal Anual	79.9499	25.31
Total		**315.8381**	**100.00**

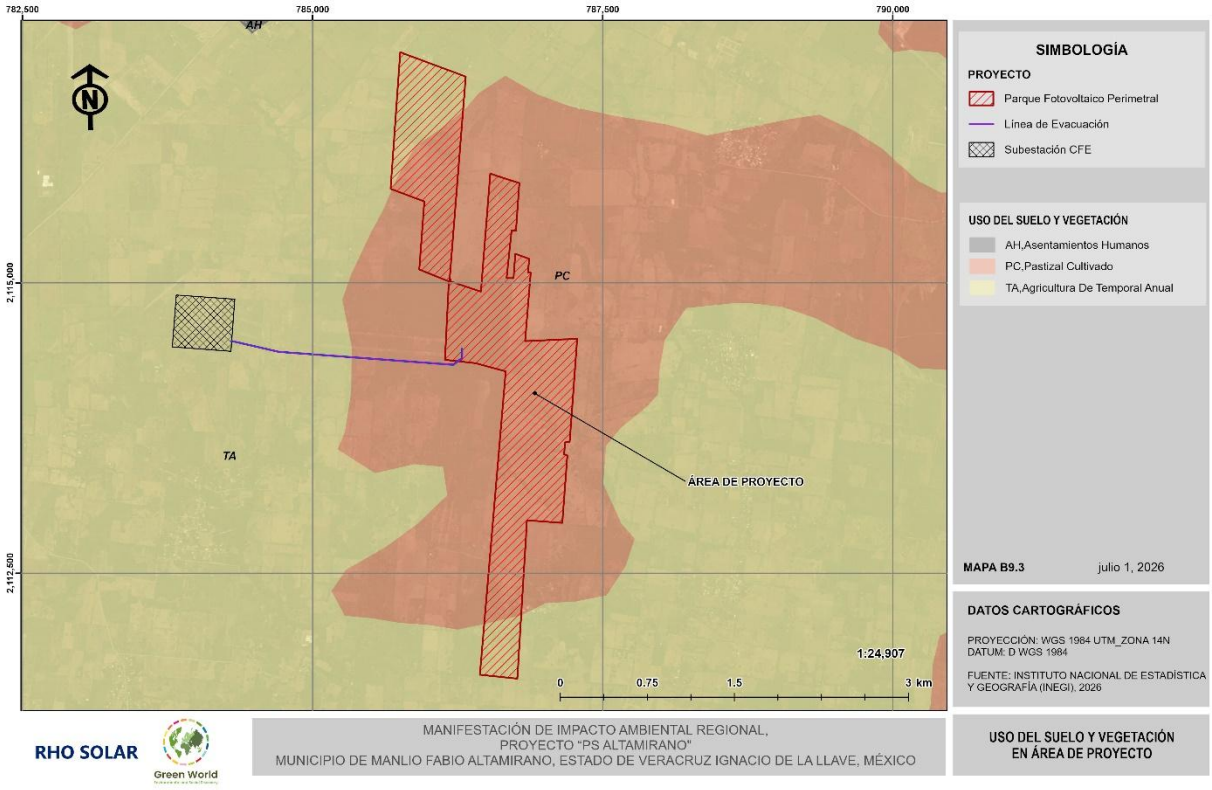


Figura 17. Usos de Suelo y Vegetación en la AP del proyecto

A continuación, se presenta una breve descripción de los usos de suelo y vegetación inmersos en las unidades ambientales (RE, AI, AP (INEGI, 2017)):

- Pastizal Cultivado (PC)

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (zacate pangóla), *Pennisetum ciliaris* (zacate buffet), *Panicum maximum* (zacate guinea o privilegio), *Panicum purpurascens* (zacate pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

- Agricultura de Temporal Anual (TA)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. En este se incluyen todas las variantes de la agricultura de temporal.

- Agricultura de Riego (RA)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. En este se incluyen todas las variantes de la agricultura de riego.

- Vegetación de Dunas Costeras (VU)

Esta comunidad vegetal se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por la presencia de plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton* sp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* sp.) entre otros. La actividad principal que se desarrolla en esta comunidad es el pastoreo de ganado bovino y caprino. En algunos casos se presenta la eliminación de la vegetación de dunas para incorporar terrenos a la agricultura.

- Popal (VA)

Comunidad vegetal propia de lugares pantanosos o de agua dulce estancada, de clima cálido y húmedo, su fisonomía es característica ya que sus dominantes son principalmente plantas herbáceas de 1 a 2 m de alto. Generalmente enraizadas en el fondo, de hojas grandes y anchas que sobre salen del agua formando extensas masas. Las plantas más frecuentes que constituyen a esta comunidad son quentó (*Thalia geniculata*), popoay (*Calathea* sp.), platanillo (Heliconia sp.) y algunas especies acompañantes de las familias ciperáceas y gramíneas como (*Panicum* sp.), (*Paspalum* sp.), (*Cyperus* sp.), además de otros géneros como Bactris y Pontederia. Su importancia radica en el sustento de la ganadería, para uso de ganado bovino y equino, además de que también se puede desarrollar la piscicultura.

- Manglar (VM)

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas, ocasionalmente arbustivas, cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas de lagunas costeras y desembocaduras de ríos, así como en las partes bajas y fangosas de las costas. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco

(*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Esta vegetación ha sido modificada, sobre todo en la Península de Yucatán debido al constante paso de huracanes. El uso más importante que presenta el manglar es el alberge de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto. Sin embargo, la tala de las zonas de manglar afecta su adecuado desarrollo y conservación.

Es importante mencionar que este tan importante tipo de vegetación, únicamente se encuentra en el RE, específicamente en la línea de la costa, en Boca del Río. Por lo que no se verá afectado de ninguna forma por las actividades de este proyecto.

- Selva Baja Caducifolia (SBC)

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus. Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacifico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera* sp. (Cuajiote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma* sp. (Tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba* sp. (Yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea* sp. (Cazahuate); *Pseudobombax* sp. (Amapola, clavellina); *Cordia* sp.

(Ciricote, cuéramo); *Havardia acatlensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá), etc.

- Vegetación secundaria (VS)

Este tipo de vegetación se presenta en sitios donde ha habido la sustitución total o parcial de la comunidad de vegetación original (primaria), ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal, en alguna de las etapas sucesionales de vegetación (INEGI, 2004).

Se puede encontrar en tres categorías de acuerdo con el estrato:

- Vegetación secundaria arbórea: fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la original.

- Vegetación secundaria arbustiva: fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos la cual puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la original.

Vegetación secundaria herbácea: Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

III.4 Especies potenciales

III.4.1 Flora

Como parte de la investigación de gabinete se realizó una búsqueda de registros de especies que pudieran presentar distribución dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano y puntualmente en las inmediaciones del área del proyecto (AP) y su área de influencia (AI), esta delimitación fue excluyente de la mayor parte de la región ecológica (RE), ya que la

superficie que esta ocupa incluye áreas lejanas con tipos de vegetación y ecosistemas que no son representativos de la vegetación presente en al área del proyecto y su área de influencia, tal como el manglar y las dunas costeras y debido a que estas no se verán afectadas de forma directa o indirecta por las actividades del proyecto, no resultan significativas para la caracterización en cuestión; sin embargo las zonas cercanas incluyendo la misma área de influencia que se encuentra inmersa en la RE, ha sido ampliamente considerada para la obtención de registros; estos registros se han obtenido por medio de filtros delimitando su distribución conforme a lo antes mencionado, mediante el uso de las bases de datos de Enciclovida y GBIF, que son plataformas que recopilan información de distintas fuentes de información incluyendo registros pertenecientes a colecciones científicas nacionales y extranjeras; con ello se obtuvo un listado de las especies registradas en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz para tener conocimiento de las especies potenciales que se pudieran encontrar en los muestreos de campo puntualmente para el área del proyecto, su área de influencia y las inmediaciones de la región ecológica. Derivado de la investigación se obtuvieron un total de 83 especies, pertenecientes a 37 familias botánicas, de entre las cuales, 65 especies son nativas (78%), de las cuales, únicamente dos son endémicas (3%); mientras que 10 especies (12%) son especies exóticas, de ellas seis son consideradas como invasoras (7%), esta representatividad se observa de forma gráfica a continuación.

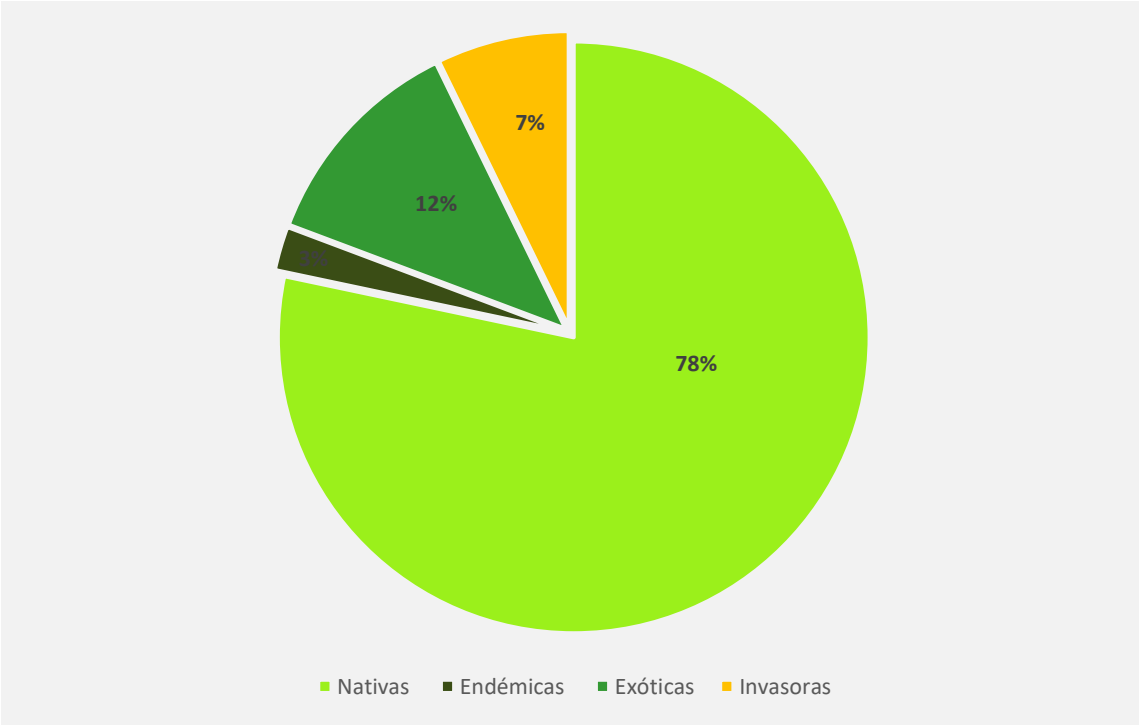


Figura 18. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI.

A continuación, se presenta un listado de las especies de flora con distribución potencial indicando la familia botánica, nombre científico, nombre común, tipo de distribución, y si se encuentra registrada en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actualización de 2019; a su vez, si se encuentra en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y en algún apéndice de la CITES.

Tabla 4. Especies de flora con distribución potencial en el área del proyecto y su área de influencia.

No.	Familia	Nombre científico	Distribución	Nombre común	Fenología (Estacionalidad)	NOM-059	IUCN	CITES
1	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Nativa	Quintonil verde	Anual	-	-	-
2	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Exótica	Mango	Perenne	-	-	-
3	Annonaceae	*Sapranthus microcarpus*	Nativa	Madre de cacao	Caducifolia	-	LC	-
4	Apocynaceae	*Tabernaemontana glabra*	Nativa	Huevos de gato	Perenne	-	LC	-
5	Araliaceae	*Hydrocotyle umbellata*	Nativa	Ombligo de Venus	Perenne	-	LC	-
6	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Exótica	Cocotero	Perenne	-	-	-
7	Arecaceae	*Sabal mexicana*	Nativa	Apachite, huano	Perenne	-	LC	-
8	Asteraceae	*Aldama dentata*	Nativa	Acahual	Anual	-	-	-
9	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Nativa	Acahual amarillo	Anual	-	-	-
10	Asteraceae	*Trixis inula*	Nativa	Árnica	Anual	-	LC	-
11	Asteraceae	*Gymnocoronis latifolia*	Nativa	-	Anual	-	-	-
12	Asteraceae	*Lagascea mollis*	Nativa	Tsa'	Anual	-	-	-
13	Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Nativa	Albahaquilla	Anual	-	-	-
14	Asteraceae	*Zinnia peruviana*	Nativa	Gallito de monte	Perenne	-	-	-
15	Asteraceae	*Baccharis trinervis*	Nativa	Cortadillo	Anual	-	-	-
16	Asteraceae	*Erechtites valerianifolius*	Nativa	Yerba de canela	Anual	-	-	-
17	Bignoniaceae	*Amphitecna apiculata*	Nativa	Jicarillo	Perenne	-	LC	-
18	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Nativa	Apamate rosa	Caducifolia	-	LC	II
19	Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Nativa	Piñuela	Perenne	-	-	-
20	Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Nativa	Gallito	Perenne	-	-	-
21	Bromeliaceae	*Tillandsia concolor*	Nativa	Tillandsia color parejo	Perenne	**A**	-	-
22	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Nativa	Palo mulato	Caducifolia	-	LC	-
23	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Nativa	Cruceta	Perenne	-	LC	II

No.	Familia	Nombre científico	Distribución	Nombre común	Fenología (Estacionalidad)	NOM-059	IUCN	CITES
24	Cactaceae	*Opuntia dejecta*	Nativa	Nopal chumbera	Perenne	-	DD	II
25	Cannabaceae	*Trema micranthum*	Nativa	Capulín cimarrón	Perenne	-	LC	-
26	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Exótica-Invasora	Casuarina australiana	Perenne	-	-	-
27	Cleomaceae	*Cleome viscosa*	Exótica	Cola de rata	Anual	-	-	-
28	Commelinaceae	*Callisia fragrans*	Nativa	Falsa bromelia	Perenne	-	-	-
29	Cordiaceae	*Cordia alliodora*	Nativa	Aguardientillo	Caducifolia	-	LC	-
30	Cordiaceae	*Cordia dodecandra*	Nativa	Ciricote	Caducifolia	-	LC	-
31	Cucurbitaceae	*Sicydium tamnifolium*	Nativa	Sandía de culebra	Anual	-	-	-
32	Cucurbitaceae	*Luffa cylindrica*	Exótica	Estropajo asiático	Anual	-	-	-
33	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Nativa	Haba	Perenne	-	LC	-
34	Euphorbiaceae	*Euphorbia lasiocarpa*	Nativa	Roadside Sandmat	Perenne	-	-	II
35	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Nativa	Guanacaste	Caducifolia	-	LC	-
36	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Nativa	Dormilona	Perenne	-	LC	-
37	Fabaceae	*Albizia occidentalis*	Endémica, Nativa	Palo de escopeta	Caducifolia	**A**	LC	-
38	Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Nativa	Cornezuelo	Perenne	-	LC	-
39	Fabaceae	*Lysiloma auritum*	Nativa	Chicharrón	Caducifolia	-	LC	-
40	Fabaceae	*Calliandra houstoniana*	Nativa	Barba de viejo	Caducifolia	-	LC	-
41	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Nativa	Cacahuananche	Caducifolia	-	LC	-
42	Gentianaceae	*Halenia plantaginea*	Endémica, Nativa	-	Perenne	-	-	-
43	Lamiaceae	*Hyptis suaveolens*	Nativa	Confiturilla	Anual	-	-	-
44	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nativa	Nananche	Perenne	-	LC	-
45	Malvaceae	*Corchorus aestuans*	Nativa	Traquitraqui	Anual	-	-	-

No.	Familia	Nombre científico	Distribución	Nombre común	Fenología (Estacionalidad)	NOM-059	IUCN	CITES
46	Malvaceae	*Luehea candida*	Nativa	Algodoncillo	Perenne	-	LC	-
47	Malvaceae	*Anoda cristata*	Nativa	Alache	Anual	-	-	-
48	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Nativa	Altea	Perenne	-	LC	-
49	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Nativa	Guásima	Caducifolia	-	LC	-
50	Malvaceae	*Waltheria indica*	Nativa	Tapacola	Perenne	-	LC	-
51	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Nativa	Azafrán	Perenne	-	-	-
52	Meliaceae	*Azadirachta indica*	Exótica-Invasora	Neem de la India	Perenne	-	-	-
53	Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Nativa	Capulín	Caducifolia	-	LC	-
54	Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa*	Nativa	Maravilla	Anual	-	-	-
55	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Nativa	Coma de uña	Perenne	-	LC	-
56	Orchidaceae	*Camaridium densum*	Nativa	Camaridium densum	Perenne	-	-	II
57	Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Exótica-Invasora	-	Perenne	-	-	-
58	Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Nativa	Bajatripa	Perenne	-	-	-
59	Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Exótica-Invasora	Pasto pata de pollo	Perenne	-	-	-
60	Poaceae	*Chloris barbata*	Exótica	Pasto con dedos	Perenne	-	-	-
61	Poaceae	*Sorghum bicolor*	Exótica	Sorgo africano	Perenne	-	-	-
62	Poaceae	*Digitaria ciliaris*	Exótica	Pasto pangola	Perenne	-	-	-
63	Poaceae	*Echinochloa colona*	Exótica	Arroz del monte	Perenne	-	LC	-
64	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Exótica-Invasora	Gallitos	Perenne	-	-	-
65	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Nativa	Zacate cadillo	Perenne	-	LC	-
66	Poaceae	*Urochloa fusca*	Nativa	Piojillo granadilla	Perenne	-	-	-

No.	Familia	Nombre científico	Distribución	Nombre común	Fenología (Estacionalidad)	NOM-059	IUCN	CITES
67	Poaceae	*Sorghum halepense*	Exótica	Alpiste africano	Perenne	-	-	-
68	Poaceae	*Eleusine indica*	Exótica-Invasora	Escobilla de la India	Perenne	-	LC	-
69	Poaceae	*Sporobolus indicus*	Nativa	Cola de ratón	Perenne	-	LC	-
70	Poaceae	*Eragrostis mexicana*	Nativa	Zacate de agua	Perenne	-	-	-
71	Poaceae	*Setaria parviflora*	Nativa	Zacate sedoso	Perenne	-	-	-
72	Poaceae	*Eragrostis ciliaris*	Nativa	Amorseco Cola de Tuza	Perenne	-	-	-
73	Poaceae	*Digitaria eriantha*	Exótica	Digitaria	Perenne	-	-	-
74	Poaceae	*Sporobolus pyramidalis*	Nativa	Pitilla	Perenne	-	-	-
75	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Nativa	Roble de la costa	Perenne	-	LC	-
76	Polygonaceae	*Persicaria punctata*	Nativa	Chilillo rojo	Anual	-	LC	-
77	Salviniaceae	*Salvinia minima*	Nativa	Lentejuela acuática	Perenne	-	-	-
78	Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Nativa	Jaboncillo	Perenne	-	LC	-
79	Solanaceae	*Capsicum annuum*	Nativa	Chile	Perenne	-	LC	-
80	Solanaceae	*Datura discolor*	Nativa	Chayotillo	Anual	-	-	-
81	Thymelaeaceae	*Daphnopsis americana*	Nativa	Cuero de toro	Perenne	-	LC	-
82	Zamiaceae	*Zamia loddigesii*	Nativa	Camotillo	Perenne	A	NT	II
83	Zygophyllaceae	*Kallstroemia maxima*	Nativa	Abrojo de flor amarilla	Anual	-	-	-

NOM-059: NOM-059-SEMARNAT2010, **A:** Amenazada. I**UCN:** Lista roja de la IUCN, **LC:** Preocupación menor, **DD:** Datos Insuficientes, **NT:** Casi Amenazado. **CITES:** Apéndice II.

III.4.2 Fauna

De manera inicial en cuanto a la fauna silvestre se refiere, se realizó igualmente un listado potencial de las especies que pudieran tener distribución dentro del municipio de Flavio Altamirano, filtrando la distribución local del área del proyecto (AP), para ello se realizó una búsqueda exhaustiva de registros en la literatura y bases de datos que recopilan la información sobre la distribución de vertebrados para el estado de Veracruz y puntualmente aquellos con mayor ocurrencia probable en las proximidades al área del proyecto (AP) y su área de influencia (AI).

Este listado fue depurado considerando la región biogeográfica, tipo de vegetación, altitud y distribución de las especies en los diferentes ambientes presentes en dichas unidades ambientales previamente definidas obteniendo de esta forma un listado conformado por un total de 373 especies de vertebrados terrestres, de los cuales cinco corresponden a la clase de los anfibios, siete a los saurópsidos o reptiles, 355 a la clase de las aves y seis mamíferos; conforme a esta cantidad de especies por cada grupo taxonómico, podemos observar que los grupos tanto de anfibios, reptiles y mamíferos, cuentan con pocos o escasos registros bibliográficos y de bases de datos reportados para la zona, ya que en conjunto apenas conforman el 5% de la composición potencial, mientras que las aves representan el 95% de las especies reportadas tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

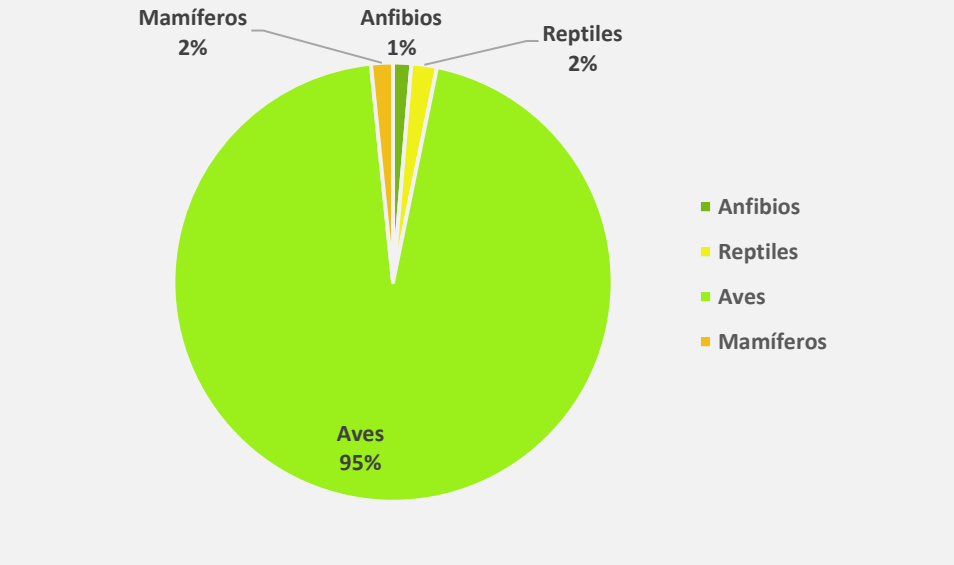


Figura 19. Composición potencial de la fauna silvestre por grupo taxonómico en el AP y AI del PV Altamirano.

Conforme a la composición anterior, podemos detallar que de las 373 especies de vertebrados terrestres con distribución potencial para la zona del AP y su AI, se reconocen de las cinco especies de anfibios, que estos corresponden a dos familias y un solo orden que agrupa únicamente ranas y sapos (Orden Anura), mientras que las siete especies de reptiles se encuentran agrupadas en seis familias e igualmente un solo Orden que agrupa lagartijas y serpientes (Orden Squamata); por su parte las aves con las 355 especies que fueron el grupo con mayor registros potenciales se agrupa en 61 familias y 23 órdenes y finalmente los mamíferos con seis familias y cinco órdenes, esta composición numérica puede observarse de forma resumida en la siguiente tabla, en la que se incluyen además las referencias bibliográficas de donde se han obtenido estos registros potenciales.

Tabla 5. Composición taxonómica de la fauna con distribución potencial en el área del proyecto PV Altamirano y su área de influencia.

Grupo Taxonómico	Órdenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	1	2	5	0
Reptiles	1	6	7	3
Aves	23	61	355	45

Grupo Taxonómico	Órdenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	5	6	6	0
TOTALES	**40**	**75**	**373**	**48**

A continuación, se presenta el listado de las especies de fauna con distribución potencial indicando el grupo taxonómico, su nombre científico, común y el estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo III de 2019.

Tabla 6. Listado de especies de fauna con distribución potencial en el área del proyecto PS Flavio Altamirano y su área de influencia

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
1	Amphibia	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo de la costa	-	LC	S/C	-	P
2	Amphibia	Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo de la caña	-	LC	S/C	-	P
3	Amphibia	Anura	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda	-	LC	S/C	-	TH
4	Amphibia	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana de arborícola mexicana	-	LC	S/C	-	P
5	Amphibia	Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana lechera	-	LC	S/C	-	TH
1	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del caribe	-	LC	S/C	-	P
2	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa de panza rosa	-	LC	S/C	-	P
3	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico Texano	-	LC	S/C	-	P
4	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa	Pr	LC	II	-	P
5	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	LC	II	-	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
6	Sauropsida	Squamata (Lacertilia)	Boidae	*Boa imperator*	Boa/Mazacuata	A	LC	II	-	P
7	Sauropsida	Squamata (Ophidia)	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Bejuquillo	-	LC	S/C	-	P
1	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	LC	S/C	R	P
2	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije Canelo	-	LC	S/C	R	P
3	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anser anser*	Ganso Común	-	LC	S/C	-	-
4	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato Real	P	LC	S/C	R	P
5	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	-	LC	S/C	MI	TH
6	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta Canela	-	LC	S/C	MI	TH
7	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato Cucharón Norteño	-	LC	S/C	MI	TH
8	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mareca strepera*	Pato Friso	-	LC	S/C	MI	TH
9	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mareca americana*	Pato Chalcuán	-	LC	S/C	MI	TH
10	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	-	LC	S/C	MI	TH
11	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas acuta*	Pato Golondrino	-	LC	S/C	MI	TH
12	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	-	LC	S/C	MI	TH
13	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya valisineria*	Pato Coacoxtle	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
14	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya americana*	Pato Cabeza Roja	-	LC	S/C	MI	TH
15	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya collaris*	Pato Pico Anillado	-	LC	S/C	MI	TH
16	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	-	LC	S/C	MI	TH
17	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Lophodytes cucullatus*	Mergo Cresta Blanca	-	LC	S/C	MI	TH
18	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo Copetón	-	LC	S/C	MI	TH
19	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Nomonyx dominicus*	Pato Enmascarado	A	LC	S/C	R	P
20	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Pato Tepalcate	-	LC	S/C	MI	TH
21	Aves	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	-	LC	S/C	R	P
22	Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	-	NT	II	R	P
23	Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	LC	S/C	R	P
24	Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor Pico Grueso	-	LC	S/C	R	P
25	Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	-	LC	S/C	MI	TH
26	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
27	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-	LC	S/C	R	P
28	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina minuta*	Tortolita Pecho Liso	-	LC	S/C	R	P
29	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	-	LC	S/C	R	P
30	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	-	LC	S/C	R	P
31	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	LC	S/C	R	P
32	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	-	LC	S/C	R	P
33	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	-	LC	S/C	R	P
34	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	-	LC	S/C	R	P
35	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	-	LC	S/C	R	P
36	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	-	LC	S/C	R	P
37	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Tapera naevia*	Cuclillo Rayado	-	LC	S/C	R	P
38	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	-	LC	S/C	R	P
39	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo Pico Amarillo	-	LC	S/C	MV	TS
40	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo Manglero	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
41	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus erythropthalmus*	Cuclillo Pico Negro	-	LC	S/C	T	T
42	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	-	LC	S/C	MI	TH
43	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras Zumbón	-	LC	S/C	MV	TS
44	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	-	LC	S/C	R	P
45	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus carolinensis*	Tapacaminos de Carolina	-	LC	S/C	MI	TH
46	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus vociferus*	Tapacaminos Cuerporruín Norteño	-	LC	S/C	MI	TH
47	Aves	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius jamaicensis*	Pájaro Estaca Norteño	-	LC	S/C	R	P
48	Aves	Apodiformes	Apodidae	*Cypseloides niger*	Vencejo Negro	-	LC	S/C	MV	TS
49	Aves	Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Collar Blanco	-	LC	S/C	R	P
50	Aves	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	-	LC	S/C	T	T
51	Aves	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	-	LC	S/C	T	T
52	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí Garganta Negra	-	LC	II	MV	TS
53	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	P	NT	II	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
54	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	LC	II	MI	TH
55	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	-	LC	II	R	P
56	Aves	Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LC	S/C	R	P
57	Aves	Gruiformes	Heliornithidae	*Heliornis fulica*	Pájaro Cantil	Pr	LC	S/C	R	P
58	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	-	LC	S/C	R	P
59	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela Sora	-	LC	S/C	MI	TH
60	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-	LC	S/C	R	P
61	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta Americana	-	LC	S/C	R	P
62	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Porphyrio martinicus*	Gallineta Morada	-	LC	S/C	R	P
63	Aves	Gruiformes	Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	-	LC	S/C	R	P
64	Aves	Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	-	LC	S/C	R	P
65	Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	LC	S/C	R	P
66	Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta Americana	-	LC	S/C	MI	TH
67	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
68	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo Dorado Americano	-	LC	S/C	MI	TH
69	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	-	LC	S/C	MI	TH
70	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo Semipalmeado	-	LC	S/C	MI	TH
71	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius melodus*	Chorlo Chiflador	P	NT	S/C	MI	TH
72	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus wilsonia*	Chorlo Pico Grueso	-	LC	S/C	MI	TH
73	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus collaris*	Chorlo de Collar	-	LC	S/C	R	P
74	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo Nevado	-	LC	S/C	MI	TH
75	Aves	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña	-	LC	S/C	R	P
76	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Zarapito Ganga	-	LC	S/C	T	T
77	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius phaeopus (hudsonicus)*	Zarapito Trinador	-	LC	S/C	MI	TH
78	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito Pico Largo	-	LC	S/C	MI	TH
79	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa haemastica*	Picopando del Este	-	LC	S/C	T	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
80	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando Canelo	-	LC	S/C	MI	TH
81	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras Rojizo	-	LC	S/C	MI	TH
82	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	-	LC	S/C	MI	TH
83	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero Zancón	-	LC	S/C	MI	TH
84	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero Blanco	-	LC	S/C	MI	TH
85	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alpina*	Playero Dorso Rojo	-	LC	S/C	MI	TH
86	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	LC	S/C	T	P
87	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	LC	S/C	MI	TH
88	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playero Rabadilla Blanca	-	LC	S/C	T	P
89	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero Pectoral	-	LC	S/C	T	P
90	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	-	NT	S/C	MI	TH
91	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	-	LC	S/C	MI	TH
92	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero Pico Corto	-	LC	S/C	MI	TH
93	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero Pico Largo	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
94	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	-	LC	S/C	MI	TH
95	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	-	LC	S/C	MI	TH
96	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	-	LC	S/C	MI	TH
97	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla Menor	-	LC	S/C	MI	TH
98	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuiuí	-	LC	S/C	MI	TH
99	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla Mayor	-	LC	S/C	MI	TH
100	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo Pico Largo	-	LC	S/C	MI	TH
101	Aves	Charadriiformes	Stercorariidae	*Stercorarius parasiticus*	Salteador Parásito	-	LC	S/C	R	P
102	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Mínimo	Pr	LC	S/C	MV	TS
103	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán Pico Grueso	-	LC	S/C	R	P
104	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	-	LC	S/C	MI	TH
105	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán Negro	-	LC	S/C	T	P
106	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán Común	-	LC	S/C	T	P
107	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
108	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	-	LC	S/C	MI,R	TH,P
109	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	-	LC	S/C	MI	TH
110	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador Americano	-	LC	S/C	MI	TH
111	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Chroicocephalus philadelphia*	Gaviota de Bonaparte	-	LC	S/C	MI	TH
112	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	-	LC	S/C	MI	TH
113	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	-	LC	S/C	T	P
114	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota Pico Anillado	-	LC	S/C	MI	TH
115	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Larus smithsonianus*	Gaviota Argentes Americana		LC	S/C	R	P
116	Aves	Phaethontiformes	Phaethontidae	*Phaethon aethereus*	Rabijunco Pico Rojo	A	LC	S/C	R	P
117	Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	LC	S/C	MI	TH
118	Aves	Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	-	LC	S/C	R	P
119	Aves	Suliformes	Sulidae	*Sula leucogaster*	Bobo Café	-	LC	S/C	R	P
120	Aves	Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga Americana	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
121	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán Orejón	-	LC	S/C	MI	TH
122	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	-	LC	S/C	R	P
123	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	-	LC	S/C	R	P
124	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	Ibis Cara Oscura	-	LC	S/C	MI	TH
125	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-	LC	S/C	MI	TH
126	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula Rosada	-	LC	S/C	MI	TH
127	Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	-	LC	S/C	MI	TH
128	Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	-	LC	S/C	R	P
129	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC	S/C	R	P
130	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza Cucharón	-	LC	S/C	R	P
131	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro Menor	Pr	LC	S/C	R	P
132	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	LC	S/C	MI	TH
133	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus pinnatus*	Avetoro Neotropical	A	LC	S/C	R	P
134	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza Azul	-	LC	S/C	MI	TH
135	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	-	LC	S/C	MI	TH
136	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	Pr	NT	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
137	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	-	LC	S/C	R	P
138	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	-	LC	S/C	R	P
139	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	-	LC	S/C	R	P
140	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	LC	S/C	R	P
141	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	-	LC	S/C	R	P
142	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	-	LC	S/C	R	P
143	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza Morena	-	LC	S/C	R	P
144	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	S/C	R	P
145	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	S/C	R	P
146	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote Sabanero	Pr	LC	S/C	R	P
147	Aves	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	LC	II	R	P
148	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	LC	II	R	P
149	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	LC	II	R	P
150	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	LC	II	T	P
151	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	LC	II	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
152	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	LC	II	MI	TH
153	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	LC	II	MI	TH
154	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	LC	II	T	P
155	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Busarellus nigricollis*	Aguililla Canela	Pr	LC	II	R	P
156	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán Zancón	A	LC	II	R	P
157	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán Caracolero	Pr	LC	II	R	P
158	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	LC	II	R	P
159	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC	II	R	P
160	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	-	LC	II	R	P
161	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	LC	II	R	P
162	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	-	LC	II	R	P
163	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	LC	II	MI	TH
164	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla Cola Corta	-	LC	II	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
165	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC	II	MV	TS
166	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	LC	II	MI	TH
167	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	LC	II	MI	TH
168	Aves	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza de Campanario	-	LC	II	R	P
169	Aves	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	-	LC	II	R	P
170	Aves	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	LC	II	MI	TH
171	Aves	Strigiformes	Strigidae	*Strix virgata*	Búho Café	-	LC	II	R	P
172	Aves	Strigiformes	Strigidae	*Asio clamator*	Búho Cara Blanca	A	LC	II	R	P
173	Aves	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	-	LC	S/C	R	P
174	Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	-	LC	S/C	R	P
175	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín Pescador de Collar	-	LC	S/C	R	P
176	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín Pescador Norteño	-	LC	S/C	MI	TH
177	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín Pescador Amazónico	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
178	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín Pescador Enano	-	LC	S/C	R	P
179	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín Pescador Verde	-	LC	S/C	R	P
180	Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	-	LC	S/C	R	P
181	Aves	Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero Moteado	-	LC	S/C	MI	TH
182	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	-	LC	S/C	R	P
183	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	-	LC	S/C	R	P
184	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	-	LC	II	R	P
185	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC	II	R	P
186	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	-	LC	II	R	P
187	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	LC	II	MI	TH
188	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	-	LC	II	MI	TH
189	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón Fajado	A	LC	II	R	P
190	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco rufigularis*	Halcón Murcielaguero	-	LC	II	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
191	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	LC	II	MI	TH
192	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	LC	II	R	P
193	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	LC	II	R	P
194	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus senilis*	Loro Corona Blanca	A	LC	II	R	P
195	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	LC	II	R	P
196	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	-	LC	II	R	P
197	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona farinosa*	Loro Corona Azul	P	LC	II	R	P
198	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona oratrix*	Loro Cabeza Amarilla	P	EN	II	R	P
199	Aves	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	-	LC	S/C	R	P
200	Aves	Passeriformes	Tityridae	*Tityra inquisitor*	Titira Pico Negro	-	LC	S/C	R	P
201	Aves	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	-	LC	S/C	R	P
202	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito Espatulilla Común	-	LC	S/C	R	P
203	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
204	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero Elenia Copetón	-	LC	S/C	R	P
205	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	-	LC	S/C	R	P
206	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Cenizo	-	LC	S/C	MI	TH
207	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas Viajero	-	LC	S/C	MI	TH
208	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	LC	S/C	R	P
209	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	-	LC	S/C	R	P
210	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	-	LC	S/C	R	P
211	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	S/C	R	P
212	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	-	LC	S/C	MV	TS
213	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	Papamoscas Rayado Chico	-	LC	S/C	MV	TS
214	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	LC	S/C	R	P
215	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuír	-	LC	S/C	R	P
216	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano Pálido	-	LC	S/C	MV	TS

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
217	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano Dorso Negro	-	LC	S/C	T	P
218	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano Tijereta Rosado	-	LC	S/C	MV	TS
219	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	Tirano Tijereta Gris	-	LC	S/C	R	P
220	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas Copetón	-	LC	S/C	R	P
221	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	-	NT	S/C	MV	TS
222	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	-	LC	S/C	MV	TS
223	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	-	LC	S/C	T	P
224	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	-	LC	S/C	MI	TH
225	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax virescens*	Papamoscas Verdoso	-	LC	S/C	T	P
226	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax alnorum*	Papamoscas Ailero	-	LC	S/C	T	P
227	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax traillii*	Papamoscas Saucero	-	LC	S/C	MI	TH
228	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax albigularis*	Papamoscas Garganta Blanca	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
229	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	-	LC	S/C	MI	TH
230	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas Negro	-	LC	S/C	R	P
231	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas Fibí	-	LC	S/C	MI	TH
232	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	-	LC	S/C	R	P
233	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará Barrado	-	LC	S/C	R	P
234	Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis erythrothorax*	Hormiguero Pepito	-	LC	S/C	R	P
235	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	-	LC	S/C	MI	TH
236	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	NT	S/C	MV	TS
237	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	-	LC	S/C	MI	TH
238	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo solitarius*	Vireo Anteojillo	-	LC	S/C	MI	TH
239	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	-	LC	S/C	MI	TH
240	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	-	LC	S/C	T	P
241	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo Verdeamarillo	-	LC	S/C	MV	TS
242	Aves	Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
243	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea	-	LC	S/C	R	P
244	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina Ribereña	-	LC	S/C	T	P
245	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina Bicolor	-	LC	S/C	MI	TH
246	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina Manglera	-	LC	S/C	R	P
247	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	LC	S/C	R	P
248	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	-	LC	S/C	MV	TS
249	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	-	LC	S/C	MV	TS
250	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	-	LC	S/C	MV	TS
251	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina Risquera	-	LC	S/C	MV	TS
252	Aves	Passeriformes	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	-	LC	S/C	MI	TH
253	Aves	Passeriformes	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	-	LC	S/C	MI	TH
254	Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-	LC	S/C	R	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
255	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	-	LC	S/C	R	P
256	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	-	LC	S/C	R	P
257	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	-	LC	S/C	R	P
258	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus rufinucha*	Matraca Nuca Canela	-	LC	S/C	R	P
259	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	-	LC	S/C	MI	TH
260	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris	-	LC	S/C	MI	TH
261	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	-	LC	S/C	R	P
262	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle Norteño	-	LC	S/C	R	P
263	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus fuscescens*	Zorzal Canelo	-	LC	S/C	T	P
264	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus minimus*	Zorzal Cara Gris	-	LC	S/C	T	P
265	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	-	LC	S/C	MI	TH
266	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
267	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	-	LC	S/C	MI	TH
268	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	-	LC	S/C	R	P
269	Aves	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	-	LC	S/C	R	P
270	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra	-	LC	S/C	R	P
271	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	-	LC	S/C	R	P
272	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón Mexicano	-	LC	S/C	R	P
273	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	LC	S/C	R	P
274	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión Chapulín	-	LC	S/C	MI	TH
275	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	-	LC	S/C	R	P
276	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	-	LC	S/C	MI	TH
277	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión Pálido	-	LC	S/C	MI	TH
278	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión Cola Blanca	-	LC	S/C	MI	TH
279	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión Sabanero	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
280	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	LC	S/C	MI	TH
281	Aves	Passeriformes	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-	LC	S/C	MI	TH
282	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo Cabeza Amarilla	-	LC	S/C	MI	TH
283	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	-	LC	S/C	R	P
284	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	-	LC	S/C	R	P
285	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	Pr	LC	S/C	R	P
286	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria Caperuza Negra	-	LC	S/C	R	P
287	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-	LC	S/C	MI	TH
288	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	LC	S/C	R	P
289	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus mesomelas*	Calandria Cola Amarilla	-	LC	S/C	R	P
290	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	-	LC	S/C	MI	TH
291	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	-	LC	S/C	R	P
292	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
293	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	-	LC	S/C	R	P
294	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	-	LC	S/C	R	P
295	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo Cabeza Café	-	LC	S/C	MI	TH
296	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	-	LC	S/C	R	P
297	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	-	LC	S/C	R	P
298	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe Suelero	-	LC	S/C	MI	TH
299	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	Chipe Gusanero	-	LC	S/C	MI	TH
300	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe Arroyero	-	LC	S/C	MI	TH
301	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe Charquero	-	LC	S/C	MI	TH
302	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora chrysoptera*	Chipe Alas Amarillas	-	NT	S/C	MI	TH
303	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe Alas Azules	-	LC	S/C	MI	TH
304	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe Trepador	-	LC	S/C	MI	TH
305	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe Dorado	-	LC	S/C	MI	TH
306	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe Corona Café	Pr	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
307	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe Peregrino	-	LC	S/C	MI	TH
308	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	-	LC	S/C	MI	TH
309	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-	LC	S/C	MI	TH
310	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	-	LC	S/C	R	P
311	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	LC	S/C	MI	TH
312	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis philadelphia*	Chipe de Pechera	-	LC	S/C	MI	TH
313	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis formosa*	Chipe Patilludo	-	LC	S/C	MI	TH
314	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	-	LC	S/C	MI	TH
315	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	-	LC	S/C	MI	TH
316	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	-	LC	S/C	MI	TH
317	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga tigrina*	Chipe Atigrado	-	LC	S/C	MI	TH
318	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga cerulea*	Chipe Celeste	-	VU	S/C	MI	TH
319	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	-	LC	S/C	MI	TH
320	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	-	LC	S/C	MV	TS

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
321	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	-	LC	S/C	MI	TH
322	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe Castaño	-	LC	S/C	T	P
323	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe Garganta Naranja	-	LC	S/C	T	P
324	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	-	LC	S/C	R	P
325	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	-	LC	S/C	MI	TH
326	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga striata*	Chipe Cabeza Negra	-	LC	S/C	T	P
327	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe Playero	-	LC	S/C	MI	TH
328	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pinus*	Chipe Pinero	-	LC	S/C	R	P
329	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	LC	S/C	MI	TH
330	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe Garganta Amarilla	-	LC	S/C	MI	TH
331	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	-	LC	S/C	MI	TH
332	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga chrysoparia*	Chipe Cachetes Amarillos	P	EN	S/C	MI	TH
333	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	-	LC	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
334	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina canadensis*	Chipe de Collar	-	LC	S/C	T	P
335	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	-	LC	S/C	MI	TH
336	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	S/C	MI	TH
337	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga olivacea*	Piranga Escarlata	-	LC	S/C	T	P
338	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga Capucha Roja	-	LC	S/C	MI	TH
339	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado	-	LC	S/C	R	P
340	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Driophlox fuscicauda*	Piranga Hormiguera Garganta Roja	-	LC	S/C	R	P
341	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	-	LC	S/C	R	P
342	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	-	LC	S/C	MI	TH
343	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	-	LC	S/C	R	P
344	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	-	LC	S/C	MI	TH
345	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	-	LC	S/C	MI	TH
346	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	NT	S/C	MI	TH

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
347	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Spiza americana*	Arrocero Americano	-	LC	S/C	MI	TH
348	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgris	-	LC	S/C	R	P
349	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis abbas*	Tangara Alas Amarillas	-	LC	S/C	R	P
350	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis luteola*	Gorrión Canario Sabanero	-	LC	S/C	R	P
351	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	-	LC	S/C	R	P
352	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero Patas Rojas	-	LC	S/C	R	P
353	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	-	LC	S/C	R	P
354	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	-	LC	S/C	R	P
355	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris	-	LC	S/C	R	P
1	Mammalia	Didelphimorpha	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	LC	S/C	-	P
2	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	LC	S/C	-	P
3	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	LC	S/C	-	P
4	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	LC	S/C	-	P

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Residencia	Estacionalidad
5	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	S/C	-	P
6	Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	LC	S/C	-	P

Residencia: R= Residente; **MI=** Migratoria de Invierno; **MV=** Migratoria de Verano; **T=** Transitoria. **Estacionalidad: P=** Permanente todo el año; **TH=** Temporada Húmeda; **TS=** Temporada de Secas. **NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr =** Sujeta a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** Peligro de Extinción. **IUCN: LC=** Preocupación menor; **NT=** Casi amenazada; **Vu=** Vulnerable; E**N=** En Peligro. **CITES: II=** Apéndice II

III.5 Resumen y metodología de muestreos en el AP, AI Y RE

Posterior a la revisión bibliográfica y de las bases de datos con las que elaboraron los listados potenciales anteriormente presentados, se llevó a cabo un muestreo para la caracterización de flora y fauna de la región, dividido en las tres unidades ambientales previamente definidas (AP, AI y RE), que sirvieron como puntos de partida y comparación de la composición y diversidad florística y faunística entre ellas, con el fin de realizar un diagnóstico sobre la presencia puntual de las especies que pueden verse afectadas por la implementación del proyecto **PS Altamirano** y en general para obtener un panorama que permita reconocer el estado de conservación y los impactos actuales sobre sus comunidades, a fin de poder plantear las estrategias de mitigación correspondientes para garantizar la viabilidad ambiental del proyecto.

Dicho muestreo, estuvo comprendido del 04 al 14 de junio de 2026 y que conforme a los parámetros climáticos y de estacionalidad correspondientes a la región de la Vertiente del Golfo de México, descritos en el apartado de medio abiótico del presente capítulo, esta temporalidad de muestreo corresponde al periodo final de la estación seca, la cual se presenta desde noviembre a mediados de junio, mientras que la estación lluviosa comprende propiamente los meses de julio a octubre, siendo el clímax de la estación lluviosa en los meses de julio-agosto, sin embargo es importante en este punto considerar que durante el año 2026 se ha observado un inicio más temprano de las precipitaciones en diversas regiones del Golfo de México, incluyendo el centro-sur del estado de Veracruz; región que envuelve el área del proyecto en cuestión.

El establecimiento del periodo lluvioso en esta región, puede presentar variaciones interanuales derivadas de la circulación atmosférica regional, el transporte de humedad y la influencia de fenómenos de gran escala como ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) (CONAGUA, Temporada de ciclones tropicales 2026, 2026), con el cual, desde finales de mayo se registró una intensificación de la actividad convectiva en el sureste del país debido a la combinación de un incremento en la humedad procedente del Golfo de México, el establecimiento de canales de baja presión sobre el interior del territorio nacional, el paso temprano de ondas tropicales y la interacción con sistemas ciclónicos y circulación atmosférica en niveles altos

(SMN, 2026). Estas condiciones generaron lluvias de fuertes a muy fuertes en Veracruz antes del inicio climatológico habitual de la temporada lluviosa; sin embargo para poder observar el cambio de estación en las comunidades florísticas de las selvas bajas caducifolias, se requiere de una precipitación más constante, mediante la cual la fenología de los estratos que la conforman puedan ser mayormente evidente (Murphy, P. & Lugo, A., 1986), los principales cambios se pueden observar en el estrato herbáceo y arbustivo, los cuales pueden incrementar su riqueza con la presencia de especies anuales, además de la formación de estructuras que hacen a la vegetación mayormente detectables, como flores y frutos, incrementando la probabilidad de identificación y con ello la riqueza observable (Dirzo, 2011).

La región del Golfo de México constituye una de las principales fuentes de humedad para el este y sureste del país. La convergencia de masas de aire cálido y húmedo favorece el desarrollo de nubosidad y tormentas, especialmente cuando existen anomalías en la circulación regional (Magaña V. O., 2003). Asimismo, la variabilidad del ENSO modifica la distribución espacial y temporal de las lluvias en México, provocando adelantos o retrasos en el establecimiento de la estación húmeda (Magaña V. , 2004; Zavala-Hidalgo, 2011).

En consecuencia, el adelanto observado en la temporada lluviosa durante 2026 representa una variación a las condiciones habituales que pueden observarse hacia finales de la estación seca, generando un mosaico de condiciones paisajísticas de transición entre las dos estacionalidades derivado por el aprovechamiento de humedad de las comunidades florísticas y la presencia de algunas especies propias de la temporada lluviosa, sin que estas lleguen a su clímax, el cual se intensifica en los meses de julio, agosto y septiembre, por lo que la diversidad observable puede contener elementos propios de la temporada húmeda a pesar de que cronológicamente la temporada corresponda a la parte final de la estación seca.

Por lo anterior, la temporalidad del presente muestreo pertenece propiamente a la estación seca, a pesar de que este adelanto de las lluvias ha permitido registrar algunas especies que pueden presentar igualmente afinidad hacia la estación húmeda, se sugiere un muestreo complementario en la temporada clímax de lluvias para evidenciar este cambio de estacionalidad.

III.5.1 Flora

- **Metodología de Muestreo**

Para el muestreo de flora tanto en el área de proyecto (AP), área de influencia (AI) y región ecológica (RE), se implementó la propuesta dada por la CONAFOR (CONAFOR, Documentos Metodológicos, s.f.) para los procedimientos de muestreo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos se utilizó un muestreo estratificado sistemático. Que consiste en colocar las zonas de muestreo con un patrón regular guiado por una malla en la zona de estudio de forma sistemática lo cual permite detectar variaciones espaciales en la comunidad, tal como se observa en la siguiente figura.

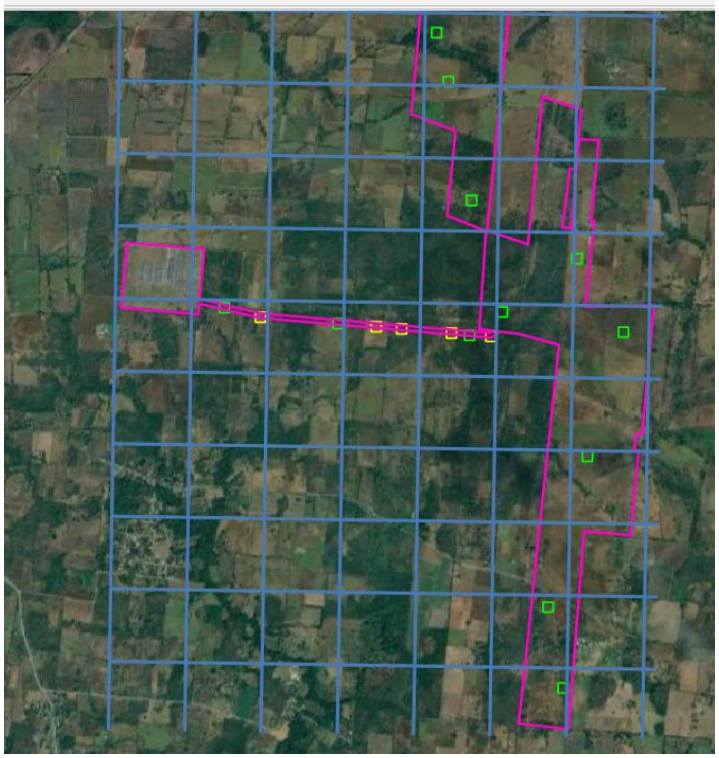


Figura 20. Diseño de muestreo estratificado, con un patrón regular guiado por una malla.

Respecto a la estratificación del muestreo se dividió a la población en subpoblaciones llamadas estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y el último de cactáceas, rosetas y palmas).

Esta estratificación aumenta la precisión de las estimaciones de la población (Mcroberts, 1992). A continuación, se describen las subpoblaciones que se analizan para este estudio.

Estrato arbóreo: con un área de 400 m^2 donde se incluyeron árboles maduros, se consideraron aquellos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor 7.5 centímetros, y se consideraron aquellos que incluyeran bifurcaciones antes del 1.30 metros de altura de manera independiente.

Estrato arbustivo: con un área de 100 m^2 incluyendo individuos mayores a 50 centímetros y en caso de presentar un hábito arbóreo tendrían que registrar un DAP menor a 7.5 centímetros.

Estrato herbáceo: en un área de 1 m^2 se consideraron individuos con tallos no leñosos.

Estrato de cactáceas, rosetas y palmas: en un área de 400 m^2 no importando sus dimensiones se incluyeron cactáceas, agaves, bromelias y palmas.

El muestreo se realizó en cuadrantes de forma rectangular de 40 metros de largo por 10 metros de ancho para el estrato arbóreo y cactáceas, rosetas y palmas; de 10 metros por 10 metros para el estrato arbustivo y de 1 metro por 1 metro para el estrato herbáceo, esto con el objetivo de hacer muestreos más homogéneos y con menor impacto de borde (Mueller-Dombois, 1974). De acuerdo con las adecuaciones para los diferentes estratos las dimensiones varían como se ilustran a continuación.

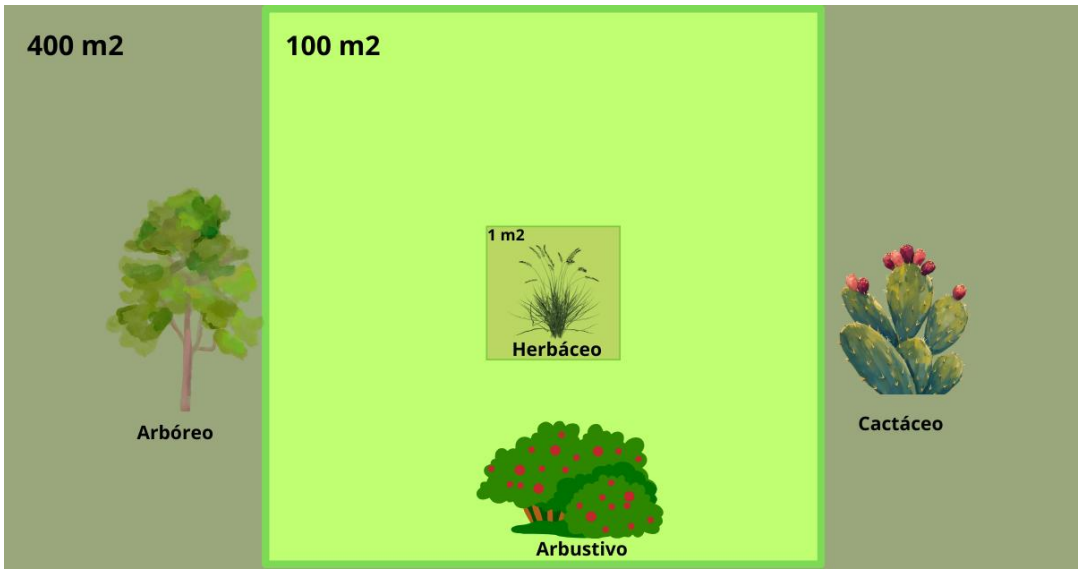


Figura 21. Esquema del cuadrante de muestreo estratificado para vegetación.



Figura 22. Elaboración de cuadrantes en los diferentes tipos de vegetación y estratos.

Para el levantamiento de datos una vez en los sitios de muestreo antes mencionados se procedió a marcar el cuadrante en las tres regiones de muestreo (AP, AI, RE). Utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) marca Garmín® *modelo Etrex 10* se tomaron las coordenadas centrales de cada sitio.

El levantamiento de los datos de flora consistió en el registro a mano, mediante formatos de campo, de la siguiente información:

- ✓ Número de Sitio y unidad ambiental al que corresponde (AP, AI RE)
- ✓ Coordenadas centrales
- ✓ Tipo de vegetación observada
- ✓ Nombre común de especies registradas en el cuadrante
- ✓ Nombre científico de especies registradas en el cuadrante
- ✓ Altura
- ✓ DAP (diámetro a la altura del pecho)
- ✓ Cobertura máxima y mínima
- ✓ Estrato
- ✓ Observaciones (características para su posterior identificación cuando no es posible determinar en campo)

Además de la toma de fotografías de los 4 puntos cardinales respecto al centro del cuadrante, así como de las especies y sus estructuras de interés para una determinación taxonómica precisa.

Para la toma de información dasométrica en el caso de árboles se midió el DAP, altura y cobertura máxima y mínima. En el caso de arbustos, herbáceas, cactáceas, rosetas y palmas se registra la altura, así como cobertura máxima y mínima, tal como se muestra a continuación.



Figura 23. Metodología para el registro de la información dasométrica de flora a) Toma de DAP, b) altura, c) cobertura, d) DAP de estrato arbóreo.

- **Identificación taxonómica**

La determinación inicial de las especies se llevó a cabo *in situ* a partir de la experiencia de los especialistas botánicos de campo, apoyados con el registro fotográfico de las especies y sus estructuras observables que se pudieron evidenciar durante el muestreo.



Figura 24. Registro fotográfico de las especies y detalle de estructuras (Flores, frutos, hojas).

Mediante las evidencias del registro fotográfico, se elaboró el catálogo fotográfico de especies que se presenta en el Anexo **Catálogo Fotográfico de Flora-PS Altamirano.**

Para la identificación precisa en gabinete de las especies que se registraron durante el muestreo, se consultaron diferentes bibliografías, entre las que destacan claves taxonómicas (Pennington, 2005; Rzedowski G. &., 2005); listados Florísticos de México (Instituto de Biología, (UNAM, s.f.)), bases de datos EncicloVida y Portal de Datos Abiertos de la UNAM (IBUNAM, s.f.); también se utilizaron bases de datos del Missouri Botanical Garden y de Plant List, así como la Flora de Veracruz.

- **Evaluación de importancia ecológica**

Para evaluar la importancia ecológica se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual nos permite comparar el peso o la importancia ecológicos relativa de cada especie de cada

tipo de vegetación esto con la premisa de que las especies indicadoras tienen igualdad o semejanza en composición y estructura entre los sitios.

El IVI de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativas. Los valores van de 0 a 300 (Franco, 1989).

$$IVI = D_R + F_R + Do_R$$

Donde:

IVI: Índice de valor de Importancia

Densidad: Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

$D_{R:}$ Densidad relativa. Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.

Frecuencia = Número de muestras en las que se encuentra una especie.

F_R= Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.

Dominancia = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

DoR = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.

- **Análisis de Diversidad**

Los métodos para determinar la diversidad consisten en cálculos de índices y normalmente se aplican por estrato y por tipo de vegetación (Mostacedo, 2000). Para este estudio se utilizó la diversidad alfa o diversidad local a partir de los siguientes indicadores, mismos que fueron realizados en Excel de Microsoft y comprobados con el software Past (*Paleontological Statistics* versión 4.03) (Hammer O. H., 2001).

- **Índice de Shannon Wiener (H')**

El índice de Shannon-Wiener es el más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Moreno C. , 2001). Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$H = -\sum_{i}^{S} pi\, In(pi)$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln = Logaritmo natural (log_e)

pi = Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Equidad de Pielou**

Se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies y se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H'}{In\,(s)}$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln= Logaritmo natural (log_e)

S = Número total de especies.

Los valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- **Suficiencia de muestreo (curvas de acumulación)**

Las curvas de acumulación de especies es uno de los métodos para conocer la riqueza total de especies, estas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de recolecta de un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en que por más que se recolecten especies el número de estas alcanzará un máximo y se estabiliza la asíntota. Los métodos no paramétricos o de libre distribución son llamados así porque no tienen un tipo de distribución particular dentro de estos modelos se utilizan para la estimación de riqueza Jacknife de 1° y 2° orden, Bootstrap, Chao 2. Respecto a los no paramétricos de estructura, están Chao 1. Los estimadores no paramétricos son herramientas que permiten conocer la riqueza específica de la diversidad y evaluar el grado de conocimiento del taxa encontrado en un área determinada, para analizar estos estimadores, los datos se corrieron mediante el software EStimates 9.1.0 ® (Colwell R. , 2013).

- **Especies protegidas y estatus de origen**

Para las especies registradas dentro del AP, AI y RE se consultó su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actualización del anexo normativo III de 2019 (SEMARNAT, 2010), así como en la Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2026), así como en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

El estatus de origen depende de la historia y de las capacidades de dispersión de las especies que pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas áreas además de las actividades humanas que pueden modificar esta distribución para conocer estas distribuciones se revisó la información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y

Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Biodiversidad mexicana. Distribución de las especies, 2023).

Los resultados del análisis de la flora, así como la curva de acumulación de especies, se presentan más adelante.

III.5.2 Fauna

- **Metodología de Muestreo**

Posterior a la revisión bibliográfica y de bases de datos con las que se elaboró el listado potencial previamente presentado, se llevó a cabo un muestreo de la fauna silvestre de la región, dividido en las tres unidades ambientales previamente definidas (AP, AI y RE), que sirvieron como puntos de partida y comparación de la diversidad y composición entre ellas.

Debido a que los grupos taxonómicos que corresponden a la fauna silvestre presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad, a cada grupo faunístico (entiéndase por grupo faunístico, cada clase de vertebrados terrestres; anfibios reptiles, aves y mamíferos), por lo que los métodos de muestreo antes mencionados, fueron específicos, realizando las anotaciones generales del nombre de las especies registradas y cantidad de individuos registrados. Estos datos se utilizaron para elaborar el listado general de especies y las bases de datos mediante las cuales se elaboraron los análisis de la composición y la estructura de las comunidades faunísticas, además las especies fueron fotografiadas en la medida de lo posible, debido a que algunas de ellas por sus hábitos o su propia biología no resultan posibles de fotografiar o son especies de encuentros fortuitos, las fotografías se presentan en el **Anexo: Catálogo Fotográfico_Fauna Silvestre**.

A pesar de que para cada grupo taxonómico se aplicaron diferentes técnicas de muestreo, los transectos son un método convencional mediante el cual se pueden contabilizar individuos a lo largo de una distancia determinada, para ello, se registraron las coordenadas UTM de los sitios iniciales y finales de estos transectos, así como las longitudes o distancias recorridas mediante el uso de un GPS Garmin etrex 10.

A continuación, se describen las metodologías empleadas para el registro de las especies de fauna de acuerdo con su grupo taxonómico:

- Métodos de Muestreo de Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

La herpetofauna está conformada por anfibios y reptiles, estos dos grupos al compartir rasgos ecológicos y tener hábitos similares, pueden ser muestreados mediante las mismas técnicas; para ello fue utilizado el método de búsqueda activa a lo largo de 13 transectos por unidad ambiental, (AP=13, AI=13, RE=13), con una longitud promedio de 500m y una amplitud de recuento de organismos de hasta 1 m a cada lado de la línea de progresión del transecto, resultando una superficie de muestreo de 13,300m^2 en el AP, 13,460 m^2 en el AI y 13,200m^2 en la RE.

La búsqueda activa de estos organismos consiste en la exploración exhaustiva de los diferentes micro hábitats potenciales en donde se pudieran resguardar estas especies, el muestreo se llevó a cabo principalmente en horarios matutinos, crepusculares y nocturnos, en donde ocurren las principales horas de actividad de la herpetofauna de acuerdo con Jiménez Velázquez *et al.* (2012), las horas de restricción del muestreo estuvieron en función de las condiciones climáticas, en las que a las horas de mayor y menor temperatura, los organismos se resguardan; principalmente para el caso de los anfibios además de realizar la búsqueda en los transectos, se revisaron a detalle los cuerpos de agua que pudieran estar presentes tanto en los sitios de muestreo.



Figura 25. Búsqueda activa de anfibios y reptiles en microhábitats.

Algunos ejemplares fueron capturados manualmente para tener una mayor certeza de sus características diagnósticas para una identificación más precisa, una vez determinados y fotografiados los ejemplares que eran capturados, se liberaron en el mismo sitio donde estos eran registrados.



Figura 26. Captura manual de anfibios y reptiles para registro fotográfico y observación de caracteres taxonómicos para identificación.

La nomenclatura empleada para la herpetofauna registrada, está basada en los trabajos de Balderas Valdivia (2026), Darrel (2026), Uetz, (2026) y Wilson *et al.*, (2013).

- Métodos de Muestreo de Ornitofauna (Aves)

Las aves se registraron a través del método de transectos de conteo/avistamiento de longitud definida, siendo este uno de los métodos más efectivos para el registro de organismos de este grupo Ralph *et.al.* (1996). Se realizaron 13 transectos por unidad ambiental (AP=13, AI=13, RE=13), con una longitud promedio para estos transectos de aproximadamente 500 m por 25 m de rango de amplitud que es la distancia promedio que alcanza un observador a detectar especies de forma precisa, dando un total de 166,250 m^2 para el AP, 168,250 m^2 para el AI y 165,000 m^2 para la RE.

A lo largo de cada transecto, el observador registró todas las especies avistadas mediante el apoyo de binoculares y sus abundancias absolutas durante su recorrido, además de realizar tres puntos de conteo en cada uno, al inicio, a 250 m y al final del transecto con un tiempo

de aproximadamente 10 min; en los cuales se realizaron registros acústicos mediante el uso de plataformas de identificación acústica, siendo en este caso la aplicación de Merlin Bird ID, de The Cornell Lab. ®

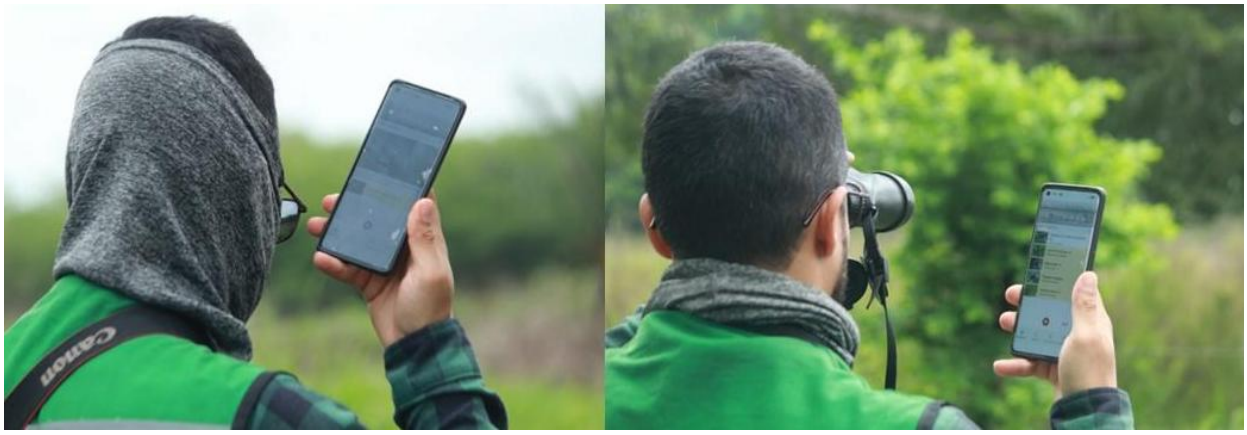


Figura 27. Métodos de registro acústico y visual de aves mediante binoculares y aplicación de Merlin Bird ID, de The Cornell Lab.®

La observación y registro de aves se realizó al amanecer, siendo este horario el de mayor pico de actividad para detectar a estos organismos (Bibby, 2000), la hora de término estuvo determinada por la hora de mayor calor, alrededor de medio día, que es cuando las aves disminuyen su actividad y buscan resguardo; teniendo un segundo pico de actividad en horarios crepusculares al atardecer. Para la observación y registro de las aves se utilizaron binoculares y cámaras fotográficas semiprofesionales y profesionales con telefoto de cuando menos 50X.



Figura 28. Observación y registro fotográfico de aves mediante telefotos profesionales.

Igualmente, en aquellas zonas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, se aprovecharon los cuerpos de agua temporales que quedaban sobre el curso de los transectos, realizando puntos de conteo para la observación de especies que pudieran presentar hábitos acuáticos o bien que pudieran estar sobrevolando la zona en búsqueda de este recurso.



Figura 29. Observación de aves en zonas de cuerpos de agua de VSSBC.

Para la determinación de este grupo se utilizaron las guías de campo William y Schmitt (2017) y Van Perlo (2006).

La nomenclatura de la ornitofauna se empleó de acuerdo con lo establecido con la American Ornithological Society 2025 y su suplemento no. 66 Cheser *et.al.,* (2025), mientras que para los nombres comunes se utilizaron las referencias de Berlanga *et.al.,* (2021).

- **Métodos de Muestreo de Mastofauna (Mamíferos)**

Para el caso de los mamíferos, el muestreo se llevó a cabo tanto por métodos directos, como indirectos. La aplicación combinada de ambos métodos permite un acercamiento al conocimiento de la mastofauna local que habita o frecuenta los sitios de muestreo para identificar a aquellas especies más abundantes y recurrentes.

En cuanto a los métodos indirectos de muestreo, se realizaron 13 transectos por unidad ambiental de muestreo (AP=13, AI=13 y RE=13), de una longitud promedio de 500 m de longitud con una amplitud de hasta 5 m a cada lado de la línea de progresión, dando una superficie de muestreo de 66,500 m^2 para el AP, 67,300m^2 en el AI y 66,000m^2 para la RE.

A lo largo de estos transectos, se buscaron rastros (huellas, excretas, pelo, huesos, madrigueras, entre otros) a modo de poder identificar la presencia de mamíferos, los cuales fueron corroborados mediante el uso de la Guía de Rastros de Aranda Sánchez (2012), a los rastros se les colocó una escala y registro fotográfico, para su identificación.



Figura 30. Identificación de rastros de mamíferos.

En cuanto a los métodos directos, en algunos casos sobre los mismos transectos, fue posible el avistamiento fortuito y con la oportunidad de lograr el registro fotográfico oportuno de las especies *in situ* durante los recorridos tanto diurnos, como nocturnos.



Figura 31. Observación directa de mamíferos diurnos y nocturnos.

Además de lo anterior, se realizó la colocación de cámaras trampa, a las cuales se les coloco un cebo de sardina y semillas, por única vez al momento de su instalación, con el fin de atraer mamíferos medianos para su registro.



Figura 32. Colocación de fototrampas para registro de mamíferos medianos.

Se colocaron un total de ocho cámaras trampa, que fueron reubicándose a lo largo de diferentes sitios del AP, AI y la RE, resultando un total de cuatro sitios de fototrampeo para cada unidad de muestreo, estas cámaras se pudieron dejar en operación durante intervalos de 72 horas conforme a la logística de progresión del muestreo en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de localización y duración de operación de las cámaras trampa.

Tabla 7. Coordenadas de localización de las cámaras trampa y tiempo de operación

Punto de Fototrampeo	Punto de Muestreo asociado	Coordenadas (UTM WGS-84)		Uso de suelo	Tiempo de operación
		X	Y		
FT-1	AP-02	785810	2116345	VS/SBC	72 hrs.
FT-2	AP-13	786674	2111614	VS/SBC	72 hrs.
FT-3	AP-05	786785	2115032	PI	72 hrs.
FT-4	AP-11	786883	2113215	PI	72 hrs.
FT-5	AI-12	787415	2113603	PI	72 hrs.
FT-6	AI-02	786441	2116713	VS/SBC	72 hrs.
FT-7	AI-03	785867	2114453	VS/SBC	72 hrs.
FT-8	AI-04	784667	2115005	PI	72 hrs.
FT-9	RE-03	783807	2113698	PI	72 hrs.
FT-10	RE-05	784234	2111346	VS/SBC	72 hrs.

Punto de Fototrampeo	Punto de Muestreo asociado	Coordenadas (UTM WGS-84)		Uso de suelo	Tiempo de operación
		X	Y		
FT-11	RE-07	787866	2109197	VS/SBC	72 hrs.
FT-12	RE-02	783779.	2114931	PI	72 hrs.
Esfuerzo de muestreo					**864 hrs.**
VS/SBC: Vegetación secundaria de selva baja caducifolia; **PI:** Pastizal Inducido					

En estos sitios, las cámaras trampa, fueron colocadas con una configuración para la toma de videos y fotografías con una sensibilidad intermedia a tres fotogramas y video con intervalos de 5 segundos tras la detección de movimiento, seleccionando los sitios para su colocación, en donde hubiera evidencia de rastros de mamíferos (huellas o excretas) así como la presencia de cuerpos de agua.

Aunado a los métodos indirectos, se realizó la colocación trampas Sherman, mediante tres transectos lineales en cada unidad ambiental (AP, AI y RE), de 10 trampas, con una separación de 10 metros entre cada una de ellas a fin de cubrir una distancia lineal de 100m; las trampas fueron colocadas al atardecer de cada día y cebadas con cacahuate como atrayente para la captura de pequeños mamíferos (roedores), una vez cebadas, estas quedaban en operación durante la noche y se revisaban al día siguiente al amanecer para la captura de roedores y su inmediata liberación.



Figura 33. Colocación de transectos de trampas Sherman para captura de roedores.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de localización inicial y final de los transectos de trampas Sherman utilizadas.

Tabla 8. Coordenadas de localización de los transectos de trampas Sherman

Unidad ambiental	Transecto	Inicio		Fin	
		Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
AP	1	786295	2116667	786295	2116742
	2	786085	2116009	785985	2115987
	3	786691	2111617	786709	2111713
AI	4	784339	2114863	784481	2114854
	5	787388	2113691	787446	2113779
	6	786370	2116667	786459	2116654
RE	7	783748	2114910	783776	2114972
	8	783734	2113676	783737	2113723
	9	784231	2111317	784325	2111329

Adicionalmente para el caso particular de los quirópteros (Murciélagos), se realizó la colocación de tres estaciones de redes de niebla en cada unidad ambiental (AP, AI y RE), que son un método efectivo para especies de la familia Phyllostomidae, que son murciélagos que forrajean principalmente en el sotobosque y son considerados de bajo vuelo, para ello se emplearon dichas redes con una longitud de 12 m las cuales se colocaron durante el atardecer, quedando activas desde las 6:30 pm (hora antes del anochecer) y hasta las 10:00 pm; seleccionando sitios probables para su captura y posterior identificación a partir de la toma de medidas somáticas y el registro fotográfico de diferentes caracteres taxonómicos para su identificación conforme a la guía de Álvarez-Castañeda *et al.*, (2015).



Figura 34. Colocación de redes de niebla para la captura y registro de quirópteros.

Complementario al registro de quirópteros mediante las redes de niebla, se realizó la determinación bioacustica mediante un dispositivo ultrasónico (Echometer®) realizando grabaciones de aproximadamente 30 segundos en los que se registró la actividad de murciélagos principalmente de alto vuelo, para lo cual se realizaron tres estaciones de grabación en cada unidad ambiental, mediante puntos fijos, estas grabaciones, fueron analizados mediante el software de BatSound® con el cual se realizó la determinación y comparación de los sonogramas obtenidos con la literatura disponible (Ortega J., 2022).

En la siguiente tabla se presentan los sitios en los que se colocaron las redes de niebla y se realizaron los puntos de muestreo ultrasónico.

Tabla 9. Coordenadas de los sitios de colocación de redes de niebla y muestreo ultrasónico de quirópteros.

Unidad Ambiental	Punto de Redeo y grabación	Coordenadas UTM	
		X	Y
AP	AP-04	786079	2115248
	AP-03	785910	2116030
	AP-11	786966	2113242
AI	AI-06	786045	2112835
	AI-05	785042	2113059

Unidad Ambiental	Punto de Redeo y grabación	Coordenadas UTM	
		X	Y
	AI-12	787444	2113690
RE	RE-05	784487	2111504
	RE-11	789467	2115832
	RE-02	783733	2114903

La determinación taxonómica del resto de mamíferos se realizó mediante los trabajos de Ceballos y Oliva (2005); Aranda Sánchez (2012); los nombres comunes se emplearon de acuerdo con los propuestos por Ceballos y Oliva (2005).

- **Obtención de índices de diversidad y estructura ecológica de las comunidades faunísticas**

Para la obtención de la composición y estructura ecológica de las comunidades de fauna silvestre, se elaboró un listado general de las especies; en el que se incluye la clasificación taxonómica con los datos de clase, orden, familia, género, especie y nombre común, su relevancia geográfica, es decir si se trata de especies nativas, endémicas o exóticas, la estacionalidad en la que las especies pueden llegar a ser más visibles o detectables y para el caso particular de las aves sus comportamientos migratorios, es decir si se trata de especies residentes o de migración estacional y de qué temporalidad.

Para obtener los valores de composición de la fauna presente, se realizaron gráficos que nos brindan valores en porcentaje de la representatividad por grupos taxonómicos (Órdenes y Familias) en términos del número de especies que conforman cada categoría.

Por último en cuanto a la estructura ecológica, existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de diversos índices, los cuales incorporan en un solo valor, a la riqueza específica y a la equidad o equitabilidad de una comunidad, esto significa que el valor aislado de un solo índice no permite reconocer la importancia relativa de ambos componentes (Pineda-López R. & J.R. Verdú Faraco., 2013).

El análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados mediante el

software PAST® (Paleontological Statistics versión 4.0) Hammer y Harper (2001), y Excel de Microsoft®

- **Índice de riqueza de Margalef (Mg)**

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra, aunque de forma no predecible Moreno (2001.). La fórmula es:

$$IMg = \frac{(S-1)}{LogN}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número de individuos

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´)**

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación Moreno, 2001:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \ln (pi)$$

Donde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde ni = número de individuos de la especie i y N = número de individuos de todas las especies. Ln = Logaritmo natural.

- **Índice de Equidad de Pielou (J´)**

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema, se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde:

H´= Índice de Shannon-Wiener

H'max = Ln de (S), donde S = total de especies de la muestra

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y, aquellos valores cercanos a 0 hablan de la dominancia de una especie sobre las demás.

- **Índice de Dominancia de Simpson (D)**

La Dominancia de Simpson (D) es un índice ecológico que mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar de una comunidad sean de la misma especie; un valor alto de D (cercano a 1) indica alta dominancia y baja diversidad, mientras que un valor bajo (cercano a 0) sugiere mayor diversidad y equitatividad, su fórmula se expresa como:

$$D = \sum_i^S \quad (pi)^2$$

Donde:

pi= Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos en la muestra.

Debido a que los grupos taxonómicos presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad, a cada grupo faunístico (entiéndase por grupo faunístico, cada clase de vertebrados terrestres; herpetofauna, ornitofauna y mastofauna), por lo que los análisis antes mencionados, fueron calculados para cada conjunto de especies por grupo faunístico., tanto para el AP, su AI y la RE.

- **Suficiencia de muestreo (Curvas de acumulación)**

Las curvas de acumulación se elaboraron para cada grupo taxonómico, a partir de matrices de datos con la dinámica de acumulación de especies, mediante estimadores no paramétricos basados en la abundancia absoluta de las especies.

Tal como se explica el método en la sección de análisis de la suficiencia de muestreo de vegetación, los estimadores no paramétricos son herramientas que permiten conocer la riqueza específica de la biodiversidad y evaluar el grado de conocimiento de la taxocenosis de una determinada área o comunidad Moreno (2001); Jiménez-Valverde y Hortal (2003); Pineda-López y Verdú-Faraco (2013); para realizar el análisis de los estimadores, los datos se corrieron mediante el software EstimateS 9.1.0 ® (Colwell R. K., 2013.), de acuerdo con Pineda-López y Verdú-Faraco (2013).

Puntualmente para el caso de la fauna silvestre estas curvas de acumulación se han obtenido para cada uno de los grupos taxonómicos objetivo de esta caracterización y a su vez para las tres unidades ambientales principales (AP, AI y ER), para cada uno de los tipos de vegetación muestreados.

- **Categorías de riesgo/protección**

En este apartado al igual que en la vegetación, resulta importante reconocer que especies de las que presentan ocurrencia al interior del AP, su AI y la ER se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a los instrumentos regulatorios nacionales, puntualmente la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo No. III de 2019, así como instrumentos internacionales como la IUCN (Lista Roja de Especies Amenazadas) y los apéndices de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna); esto principalmente para evaluar si las actividades propias del proyecto pueden causar algún impacto directo sobre las poblaciones locales de este tipo de especies y con base en ello, implementar las medidas de prevención, mitigación y conservación necesarias a fin de no comprometer dichas poblaciones minimizando el impacto negativo de las obras hacia estas especies de relevancia para su protección.

III.5.3 Especies de flora identificadas en campo endémicas o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Respecto a las especies de flora registradas **NO** se encontró ninguna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en los muestreos realizados en todas las unidades ambientales.

En cuanto a especies endémicas, se registró la especie *Solanum houstonii* (Mala mujer) perteneciente a la familia botánica Solanaceae y que corresponde con un arbusto anual perteneciente a la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, esta especie fue registrada en el AP y AI.

III.5.4 Especies de fauna identificadas en campo endémicas o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron en conjunto para las tres unidades ambientales un total de seis especies bajo categoría de riesgo, todas ellas Sujetas a Protección Especial (Pr), conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo III de 2019; particularmente en el AP se registraron cinco de ellas, que corresponden a una especie de anfibio, dos reptiles y dos aves, las cuales se muestran en la siguiente figura



Figura 35. Especies de fauna registradas en alguna categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010: A) *Bolitoglosa platydactyla*; B) *Ctenosaura acanthura*; C) *Iguana iguana*; D) *Psarocolius montezuma*; E) *Micrastur semitorquatus*.

Mientras que en el AI corresponden a dos especies de reptiles y dos aves; por su lado la RE contó igualmente con cinco registros de estas especies, que en este caso se conforman de un anfibio, dos reptiles y dos aves, tal como se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 10. Especies de fauna silvestre bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en las unidades ambientales del PS Altamirano.

Grupo taxonómico	Especie	Categoría de Riesgo NOM-059-SEMARNAT-200	Unidad Ambiental		
			AP	AI	RE
Anfibios	*Hypopachus ustus*	Pr	-	-	X
	Bolitoglossa platydactyla	Pr	X	-	-
Reptiles	*Ctenosaura acanthura*	Pr	X	X	X
	Iguana iguana	Pr	X	X	X
Aves	*Micrastur semitorquatus*	Pr	X	X	X
	Psarocolius montezuma	Pr	X	X	X

En cuanto a las especies incluidas en alguno de los tratados internacionales de conservación/protección, en la Lista roja de especies amenazadas solo se localiza la especie *Colinus virginianus* en la categoría de casi amenazada (NT).

Mientras que en los apéndices de CITES figuran siete especies correspondientes a dos reptiles (*Ctenosaura acanthura, Iguana iguana*) y cinco especies de aves (*Amazilia yucatanensis, Rupornis magnirostris, Glaucidium brasilianum, Strix virgata* y *Micrastur semitrquatus*), todas ellas incluidas en el apéndice II, que controla el comercio internacional de estas especies a través del aprovechamiento sustentable regulado.

De todas estas especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo/protección, destacan las especies de anfibios y reptiles que por su baja capacidad de movimiento y por ser organismos mayormente vulnerables, pueden verse afectados por las obras y actividades del proyecto, para lo cual en el capítulo IV de esta manifestación se describen las medidas de mitigación propuestas.

III.5.5 Resultados obtenidos (composición de flora)

El muestreo se llevó a cabo del 04 al 14 de junio del presente año. En total se realizaron 39 sitios distribuidos en 13 para el AP, 13 para el AI y 13 para la RE; lo cual equivale a 15,600 m^2 muestreados.

A su vez en cada área se realizaron nueve sitios correspondientes a Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VS/SBC) y cuatro sitios para el Pastizal Inducido (PI) de acuerdo con los criterios de los especialistas en campo basándose en las características de las especies encontradas en dicho muestreo. En la siguiente tabla se muestran los sitios de muestreo, sus coordenadas y el tipo de vegetación observado en campo.

Tabla 11. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación para las tres unidades ambientales del PS Altamirano.

Unidad ambiental	Sitio	Coordenadas centrales (UTM)		Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VII	Tipo de vegetación observada en campo
		X	Y		
AP	AP 01	786158	2116727	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 02	785832	2116374	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 03	785992	2116036	Pastizal Cultivado	Pastizal Inducido
	AP 04	786122	2115558	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 05	786773	2114832	Pastizal Cultivado	Pastizal Inducido
	AP 06	786620	2114365	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 07	786945	2113730	Pastizal Cultivado	Pastizal Inducido
	AP 08	786079	2114293	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 09	785062	2114379	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 10	784467	2114481	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 11	786843	2113467	Pastizal Cultivado	Pastizal Inducido
	AP 12	786624	2112435	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AP 13	786733	2111867	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
AI	AI 01	785550	2118127	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 02	786480	2116684	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 03	785547	2114488	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

Unidad ambiental	Sitio	Coordenadas centrales (UTM)		Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VII	Tipo de vegetación observada en campo
		X	Y		
	AI 04	784396	2114929	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	AI 05	784988	2113257	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	AI 06	786074	2112871	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 07	785367	2111489	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 08	786217	2110829	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	AI 09	787520	2110326	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 10	788227	2111689	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 11	787280	2111976	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	AI 12	787169	2113308	Pastizal Cultivado	Pastizal Inducido
	AI 13	787941	2114707	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
RE	RE 01	785699	2118520	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	RE 02	783508	2114684	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	RE 03	783753	2113722	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	RE 04	783763	2112591	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 05	784656	2111563	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 06	786588	2109648	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 07	787981	2109151	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

Unidad ambiental	Sitio	Coordenadas centrales (UTM)		Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VII	Tipo de vegetación observada en campo
		X	Y		
	RE 08	790760	2108493	Agricultura de Temporal	Pastizal Inducido
	RE 09	789265	2109968	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 10	790820	2113056	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 11	789524	2115798	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 12	789357	2119316	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
	RE 13	787796	2120076	Agricultura de Temporal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

En el siguiente mapa se muestra la localización de los sitios de muestreo de vegetación antes enlistados.

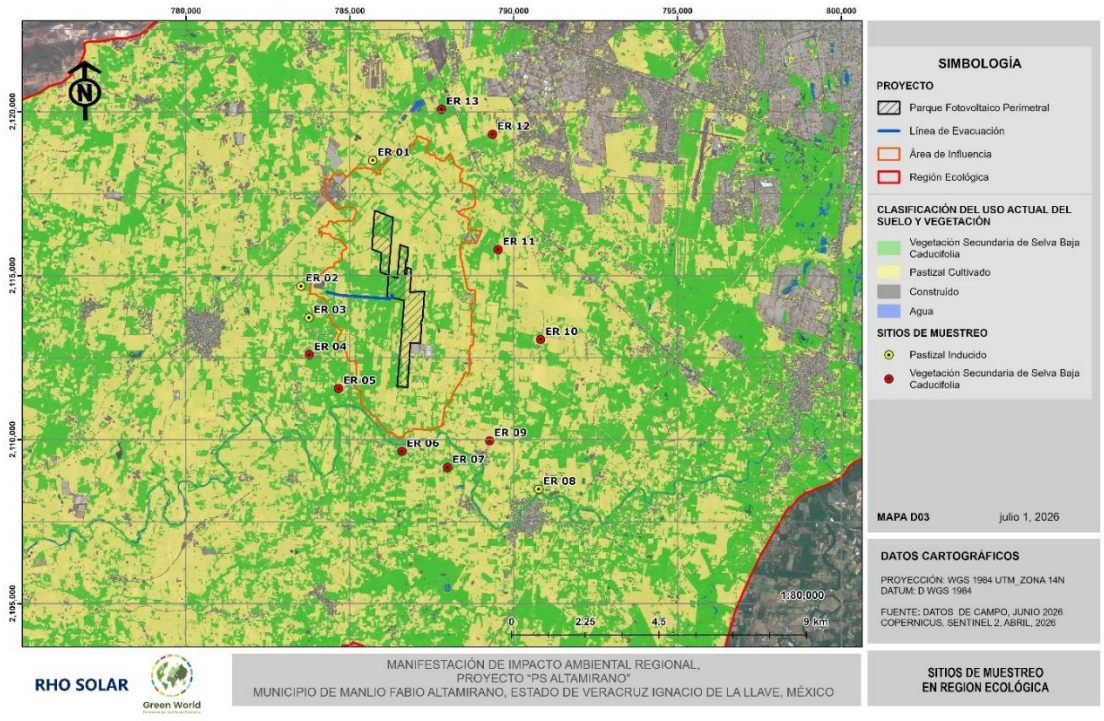


Figura 36. Sitios de muestreo en la RE (RE) delimitada

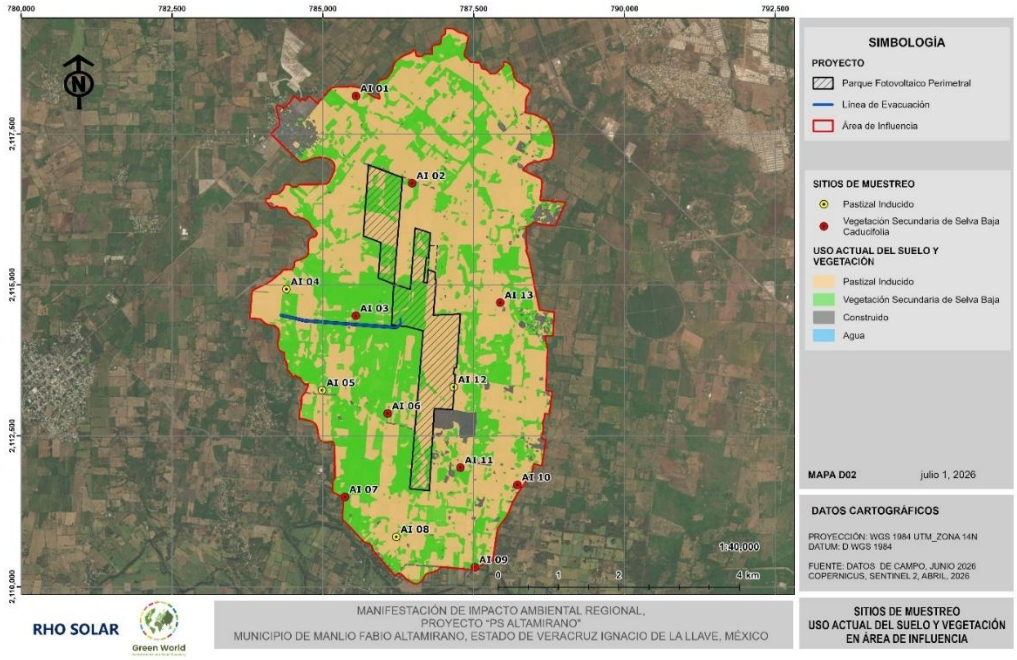


Figura 37. Sitios de muestreo en el Área de Influencia (AI) delimitada

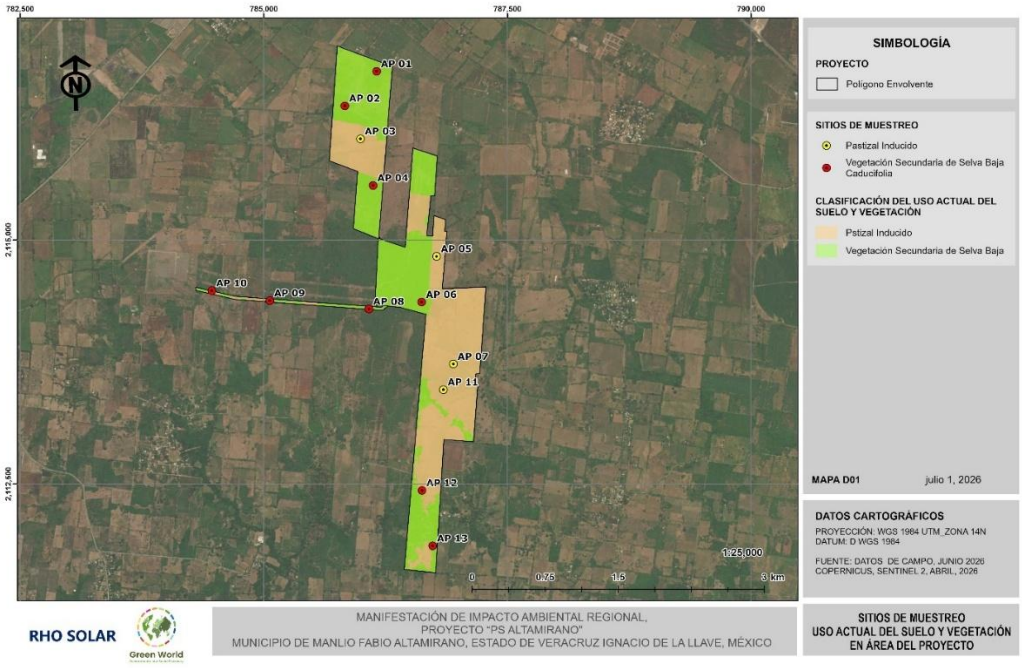


Figura 38. Sitios de muestreo en el Área del Proyecto (AP)

Como anteriormente se menciona, para cada unidad ambiental, se realizaron un total de 13 sitios, de los cuales nueve corresponden al tipo de vegetación secundaria de selva baja caducifolia y cuatro corresponden a pastizal inducido. A continuación, se describen los tipos de vegetación registrados en campo; para cada uno de los sitios de muestreo se realizó la toma de evidencias fotográficas desde el centro del cuadrante principal, cuyas fotografías se anexan en sus carpetas correspondientes como parte de la memoria fotográfica **(Memoria Fotográfica de Puntos de Muestreo)**.

Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia: es el estado sucesional de la selva baja caducifolia que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente, la selva baja se desarrolla en condiciones de climas cálidos subhúmedos, semisecos o sub secos, con precipitaciones anuales de 1,200 mm máximos y mínimos de 600mm. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 1,700 o rara vez 1,900 msnm. Sus componentes arbóreos rara vez alcanzan los 15 metros. Su estrato herbáceo es bastante reducido y se observa después de que comienzan las lluvias. Este tipo de selvas es un importante centro de diversidad de especies pertenecientes a la familia Fabaceae (Rzedowski J. , 2006).



Figura 39 Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia observada en campo.

Pastizal inducido: Es introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación son necesarias labores de cultivo y manejo. Estos pastizales forman los llamados potreros y es muy común encontrarlos en zonas tropicales, se utilizan pastos de diferentes zonas del mundo, el manejo puede ser por pastoreo intensivo o como tal manejo agrícola.



Figura 40 Pastizal inducido observado en campo

Para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia las familias más representativas fueron la familia Fabaceae y Malvaceae con 10 y seis especies respectivamente para el AP, cinco y siete para el AI y cinco y seis para la RE. Estas familias botánicas son representativas de la vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia, la cual se caracteriza por ser un tipo de vegetación de ambientes tropicales, en donde sus árboles pierden su follaje en temporada de secas y la diversificación de la familia Fabaceae es muy evidente, teniendo presencia de diversos géneros, tales como *Lysiloma, Phithecellobium, Acacia* por mencionar algunos (Aguilar M.G., 2021). La familia Malvaceae igualmente presenta una amplia distribución en regiones tropicales, subtropicales y templadas por lo que son representativas de este tipo de vegetación. (Robles-Valdivia, 2022). En la siguiente gráfica se muestra la riqueza de especies para cada familia en las tres áreas muestreadas.

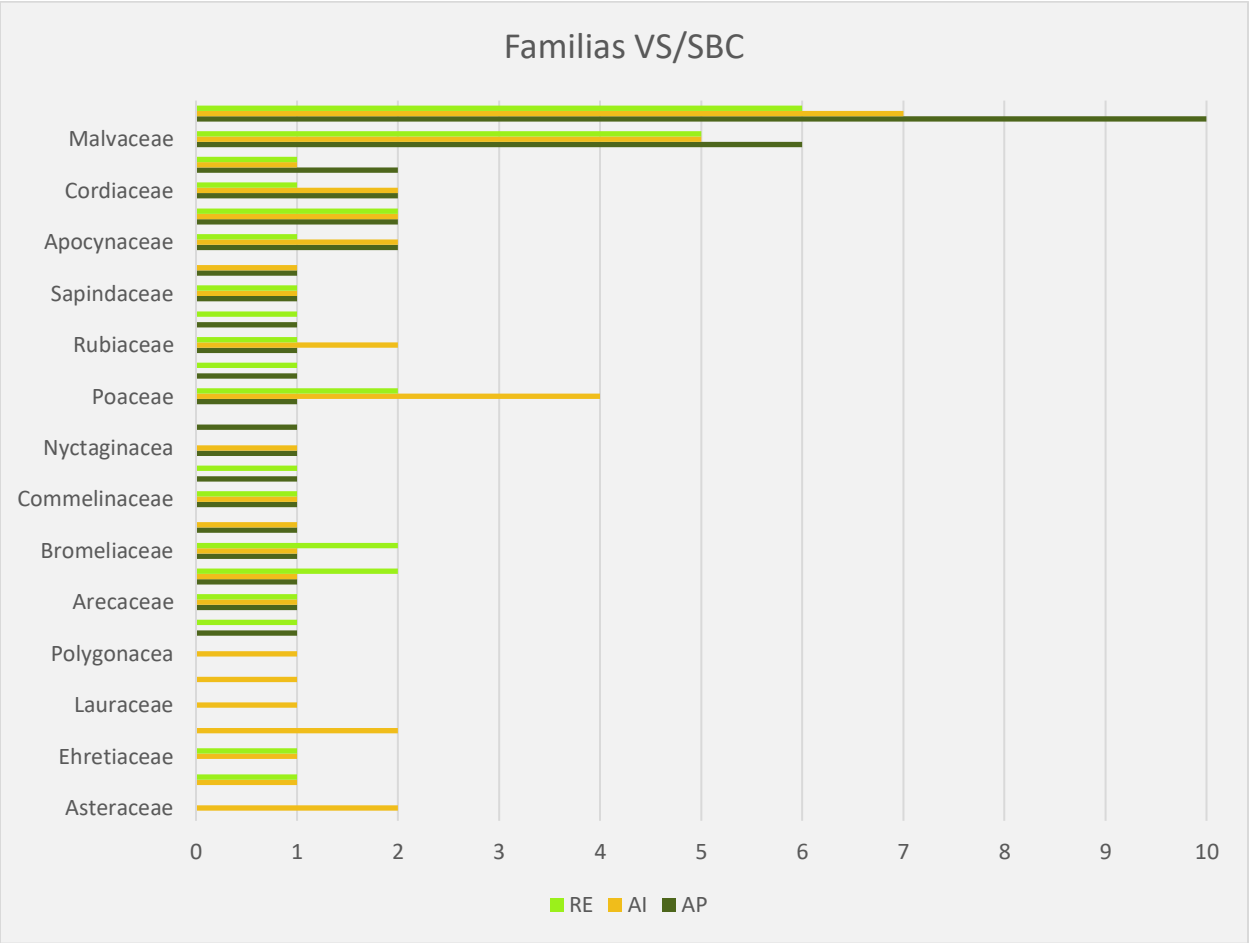


Figura 41. Familias registradas para la VSSBC en las tres unidades ambientales de muestreo.

Mientras que, para la vegetación de pastizal inducido, las familias Malvaceae y Poaceae, fueron las familias mejor representadas con tres especies para el AP, dos y una especie respectivamente en el AI y cuatro y dos especies respectivamente en la RE. La familia Poaceae,es indiscutiblemente la representante de los pastizales ya sean inducidos o naturales (Davila P., 2018). En la siguiente gráfica se muestra la riqueza de especies para cada familia presente en las tres áreas de estudio.

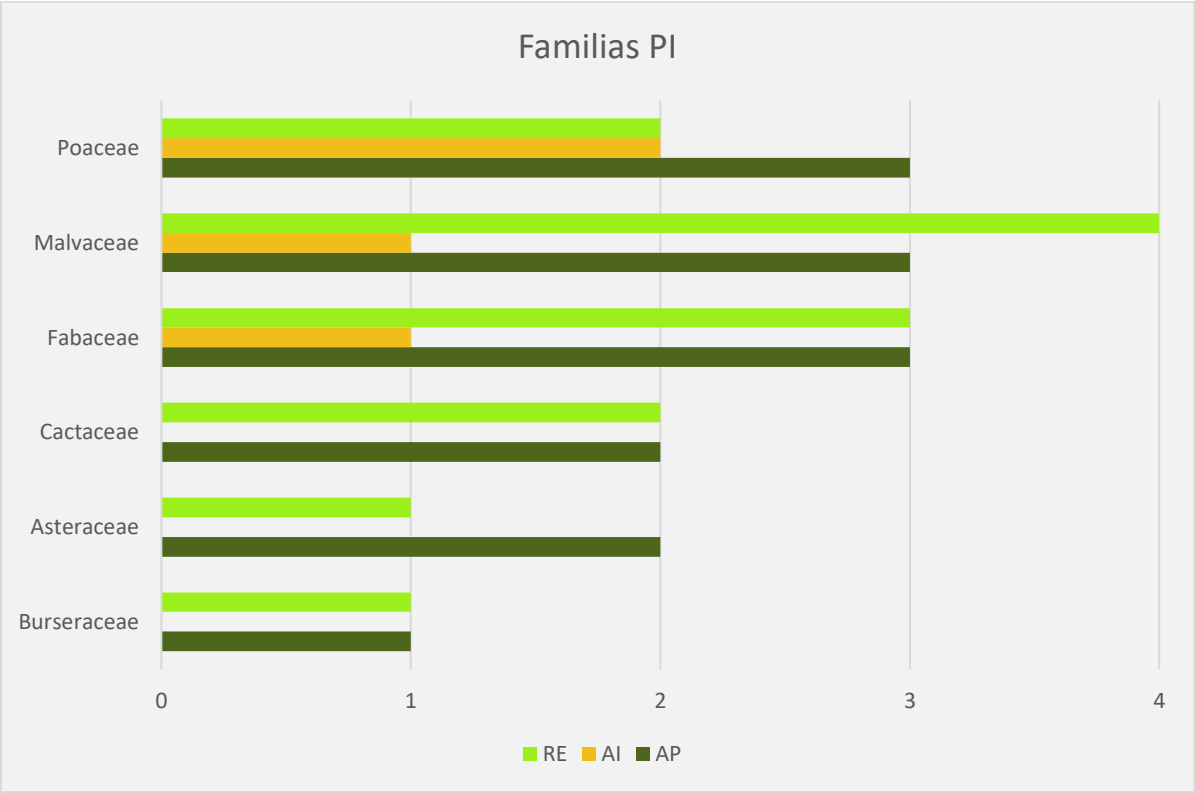


Figura 42. Familia botánicas registradas para el PI en las tres unidades ambientales de muestreo.

A continuación, se presenta un listado de especies vegetales registradas, su área de registro, origen y si se encuentra dentro de alguna categoría de protección.

Tabla 12. Listado de especies de flora registradas en las tres unidades ambientales de muestreo correspondientes al PS Altamirano

Nombre científico	Nombre común	Origen	Temporalidad	NOM-059	AP	AI	RE
Acanthocereus tetragonus	Cruceta	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Acrocomia aculeata	Guacoyul	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Aphelandra scabra	Cola de gallo	Nativa	Perenne	SC	X		X
Bauhinia ungulata	Escalera de mono	Nativa	Anual	SC	X		
Bonellia macrocarpa	Amoñe	Nativa	Perenne	SC	X		X
Bromelia pinguin	Piñuela	Nativa	Perenne	SC	X	X	
Bursera simaruba	Palo mulato	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	X
Byttneria aculeata	Garabato	Nativa	Perenne	SC	X	X	

Nombre científico	Nombre común	Origen	Temporalidad	NOM-059	AP	AI	RE
Cenchrus purpureus	Pasto Taiwán	Exótica invasora	Perenne	SC	X	X	X
Chloris barbata	Pasto con dedos	Exótica invasora	Anual	SC		X	X
Coccoloba barbadensis	Roble de la costa	Nativa	Perenne	SC		X	
Commelina erecta	Cantillo	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Cordia alliodora	Aguardientillo	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	
Cordia collococca	Candelero	Nativa	Caducifolio	SC	X		X
Coursetia caribaea	Jícama de conejo	Nativa	Perenne	SC	X		
Cyanthillium cinereum	Pequeña hierba asiática de hierro	Exótica	Anual	SC	X	X	
Desmodium incanum	Amor seco	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Diphysa americana	Amarillo	Nativa	Perenne	SC	X	X	
Ehretia tinifolia	Mandimbo	Nativa	Caducifolio	SC		X	X
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Nativa	Caducifolio	SC	X		X
Eragrostis tenuifolia	Pasto elástico	Exótica	Perenne	SC	X	X	
Euphorbia hirta	Golondrina	Nativa	Perenne	SC		X	X
Gliricidia sepium	Cacahuananche	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	X
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	X
Heliotropium angiospermum	Alacrancillo	Nativa	Anual	SC	X		X
Malvastrum coromandelianum	Escobillo	Nativa	Anual	SC	X	X	X
Malvaviscus arboreus	Altea	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Margaritaria nobilis	Ciruelillo	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	
Megathyrsus maximus	Camalote	Exótica invasora	Perenne	SC	X	X	X
Mimosa albida	Dormilona grande	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	
Mimosa pudica	Dormilona	Nativa	Perenne	SC	X		
Momordica charantia	Pepino cimarrón	Exótica invasora	Anual	SC		X	X
Morinda citrifolia	Noni asiático	Exótica	Perenne	SC		X	
Opuntia karwinskiana	Nopal lengua de vaca	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Parmentiera aculeata	Cuachilote	Nativa	Caducifolio	SC			X
Paullinia fuscescens	Aquiste	Nativa	Anual	SC	X	X	X
Persea americana	Aguacate de pellejito	Nativa	Perenne	SC		X	
Petiveria alliacea	Carricillo silvestre	Nativa	Perenne	SC	X		

Nombre científico	Nombre común	Origen	Temporalidad	NOM-059	AP	AI	RE
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nativa	Perenne	SC	X	X	
Pithecellobium lanceolatum	Conchil	Nativa	Caducifolio	SC			
Pseudelephantopus spicatus	Cola de iguana	Nativa	Anual	SC			
Psidium guajava	Guayabo	Nativa	Perenne	SC		X	
Randia aculeata	Crucecita	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	X
Divina humilis	Baja tripa	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Ruellia blechum	Camarón	Nativa	Perenne	SC			
Senna pallida	Abejón	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Solanum houstonii	Mala mujer	Endémica	Anual	SC	X	X	
Tabebuia rosea	Apamate rosa	Nativa	Caducifolio	SC	X	X	X
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Nativa	Perenne	SC	X	X	
Thevetia ahouai	Acotope, huevos de perro	Nativa	Perenne	SC	X		X
Tridax procumbens	Hierba del toro	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Triumfetta semitriloba	Mozote	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Urochloa eminii	Brizanta	Exótica invasora	Perenne	SC		X	
Vachellia cornigera	Cornesuelo	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Vachellia macracantha	Algarrobo	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Varronia bullata	Xopche	Nativa	Caducifolio	SC		X	
Wissadula amplissima	Tronadora	Nativa	Perenne	SC	X	X	X
Xylosma flexuosa	Granadillo	Nativa	Caducifolio	SC	X		X
Ricinus communis	Higuerilla	Exótica	Perenne	SC		X	
NOM-095: NOM-059-SEMARNAT-2010; **SC:** Sin Categoría							

III.5.5.1 Índice de Valor de Importancia (IVI) para la VSSBC en el AP, AI y ER

III.5.5.1.1 IVI para el estrato arbóreo de la VS/SBC

El Índice de Valor de Importancia (IVI) compara el peso ecológico o la importancia ecológica relativa, para ello este valor se calculó para cada uno de los estratos, es importante recordar que este valor va de cero a 300; a continuación, se presenta una tabla con los valores por estrato para cada una de las áreas muestreadas.

Para el estrato arbóreo de selva baja caducifolia en el AP las especies más abundantes fueron *Cordia alliadora* (30), *Guazuma ulmifollia* (21) *y Gliricidia sepium* (18); para el AI fueron

Gliricidia sepium (12), *Vachellia macracantha* (6) *y Bursera simaruba* (4); finalmente para la RE *Guazuma ulmifolia* (11), *Enterolobium cyclocarpum* (4) *y Gliricidia sepium* (3), estas especies son importantes para la estructura de la vegetación y como se puede observar algunas se repiten en las diferentes áreas de muestreo. Como se observa en la tabla anterior tanto para el AP como para la RE la especie con mayor valor de importancia es *Guazuma ulmifolia,* mientras que para el AI es *Gliricidia sepium* ambas especies son especies características de la vegetación secundaria gracias a su adaptación a entornos con modificación, son especies caducifolias que además de ser sucesoras, es decir de aparecer después de un disturbio son utilizadas como cercas vivas y sus necesidades ambientales para su desarrollo son ampliamente variables de ahí que su reproducción resulte sencilla.

Tabla 13. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbóreo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Guazuma ulmifolia	**69.35**	18.2	**108.6**
Cordia alliodora	53.53	31.29	
Gliricidia sepium	47.17	**71.76**	56.94
Tabebuia rosea	28.78	12.04	19.91
Vachellia macracantha	26.92	42.42	11.7
Diphysa americana	22.49	17.73	
Bauhinia ungulata	11.86		
Margaritaria nobilis	10.68		
Cordia collococca	8.90		15.85
Bauhinia ungulata	5.59		
Enterolobium cyclocarpum	5.24		
Bursera simaruba	4.96	29.09	
Ehretia tinifolia		43.13	20.36
Persea americana		19.31	
Morinda citrifolia		15.21	
Enterolobium cyclocarpum			56.94
Parmentiera aculeata			28.84

III.5.5.1.2 IVI para el estrato arbustivo de la VS/SBC

En este estrato la más importante resultó *Randia aculeata* la cual obtuvo el valor de IVI más alto en el AP con 56.85, es una especie característica de las zonas de vegetación secundaria y pastizales en áreas perturbadas de hecho se considera una especie indicadora de perturbación; por su parte, *Vachellia cornigera* la especie con mayor valor de IVI en el AI con 56.04, también es una especie característica de zonas perturbadas, de importancia ecológica debido a su mutualismo con las hormigas; finalmente *Malvaviscus arboreus* la cual obtuvo el mayor valor de IVI para la RE con 58.36, es una especie arbustiva cuyo hábitat es de climas tropicales a templados y prefiere la vegetación secundaria. Estas tres especies para cada una de las áreas que se analizan son las especies que presentan un mayor impacto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y con ello se observa que al ser indicadoras de perturbación es que en la zona ya hubo modificaciones al hábitat natural.

Respecto a las especies más abundantes para el estrato arbustivo de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia las especies más abundantes en el AP fueron, *Triumfetta semitriloba* (93), *Wissadula amplissima* (72) y *Malvastrum coromandelianum* (55); para el AI las especies arbustivas más abundantes fueron, *Malvastrum coromandelianum* (52), Vachellia cornígera (34) y *Triumfetta semitriloba* (28). Las especies de la RE para este estrato más abundantes son *Triumfetta semitriloba* (58), Senna pallida (34) y *Malvastrum coromandelianum* (29).

A continuación, se muestran los valores de IVI obtenidos para cada área muestreada (AP, AI y RE) para el estrato arbustivo.

Tabla 14. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbustivo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Randia aculeata	**56.85**	12.33	4.9
Triumfetta semitriloba	52.09	31.03	53.95
Senna pallida	37.23	10.42	42.85
Malvastrum coromandelianum	33.40	49.79	35.19
Wissadula amplissima	33.07	10.15	16.77

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Vachellia cornigera	23.01	**56.04**	49.97
Malvaviscus arboreus	12.02	13.39	**58.36**
Mimosa albida	10.61	6.26	
Xylosma flexuosa	8.08		13.5
Petiveria alliacea	5.98		
Bonellia macrocarpa	5.15		7.18
Solanum houstonii	4.28	6.02	
Byttneria aculeata	3.92	46.22	
Aphelandra scabra	3.25		6.88
Thevetia ahouai	3.11	4.53	10.44
Pisonia aculeata	2.93	10.37	
Tabernaemontana alba	2.75	16.67	
Cordia alliodora	2.28		
Varronia bullata		10.01	
Psidium guajava		8.25	
Ricinus communis		4.62	
Coccoloba barbadensis		3.9	

III.5.5.1.3 IVI para el estrato herbáceo de la VS/SBC

Para el estrato herbáceo, las especies más abundantes en el AP fue *Commelina erecta* (23), *Coursetia caribea* (18) y *Desmodium incanum* (17). En el AI las especies más abundantes para el estrato herbáceo fueron *Urochloa eminii* (17), *Commelina erecta* (11) y *Desmodium incanum* (11). Y en la RE las herbáceas más comunes fueron *Tridax procumbens* (27), *Desmodium incanum* (21) y *Paullinia fuscescens* (12).

La especie *Commelina erecta* es la que presenta mayor índice de IVI tanto para el AP con 96.65 como para el AI con 54.04, es una herbácea cuyas modificaciones fisiológicas le permite proliferarse de manera sencilla ya que puede presentar enraizamiento en sus nudos por tal motivo crece de manera ruderal y en vegetaciones secundarias y se encuentra dentro del catálogo de malezas de México (CONABIO, s.f.). Mientras que para la RE la especie con mayor índice de IVI es *Desmodium incanum* que tiene una adaptación de crecimiento lo cual le permite sobrevivir ya que puede crecer en forma erecta o bien de manera postrada por lo

que le facilita la supervivencia en zonas de pastoreo o camino. Estas dos especies representan el comportamiento de la estructura herbácea de la zona y al ser ambas consideradas malezas de México indican la perturbación que se encuentra en la región ya que están actuando como especies pioneras.

A continuación, se presentan los valores de IVI obtenidos para el estrato herbáceo de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, en donde se comparan los valores entre el AP, AI y RE. Es importante mencionar que las especies registradas para este estrato se encuentran como malezas de México o bien como especies exóticas.

Tabla 15. Índice de valor de importancia para las especies del estrato herbáceo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo.

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Commelina erecta	**94.65**	**51.0**	28.52
Desmodium incanum	60.46	33.8	**68.71**
Coursetia caribaea	50.62		
Megathyrsus maximus	32.42	14.1	19.61
Rivina humilis	26.81	8.6	22.20
Paullinia fuscescens	21.59	36.5	61.86
Heliotropium angiospermum	13.44		6.39
Urochloa eminii		45.5	
Cenchrus purpureus		43.8	
Momordica charantia		18.1	16.68
Eragrostis tenuifolia		15.4	
Cyanthillium cinereum		12.5	
Euphorbia hirta		11.9	13.51
Tridax procumbens		9.0	53.88
Chloris barbata		51.0	8.64

III.5.5.1.4 IVI para el estrato cactáceo-rosetófilo de la VS/SBC

Para este estrato en el AP las especies con mayor abundancia fueron *Opuntia karwinskiana* (21), *Bromelia pinguin* (18) y *Acromia aculeata* (10). Para el AI las especies más abundantes fueron *Bromelia pinguin* (18), *Acanthocereus tetragonus* (11) y *Opuntia karwinskiana* (10). En la RE las especies más abundantes fueron *Bromeolia pinguin* (4), *Acanthocereus tetragonus* (4) y *Acromia aculeata* (1).

Para el caso del AP se obtuvo un valor de 116.33 para la especie *Acrocomia aculeata* la cual es una especie de adaptaciones variables por tanto puede desarrollarse en diferentes hábitats (Lorenzo-Cáceres, 2020). Para el AI se obtuvo un valor de 91.12 para la especie *Bromelia pinguin* crece en zonas tropicales y además de esto suelen ser cultivadas por sus propiedades médicas y alimenticias. Y para la RE el valor de IVI más alto fue para la especie *Acanthocereus tetragonus* con un valor de 114.30, estas tres especies son las más importantes para la estructura de las cactáceas, rosetas y palmas de las tres regiones evaluadas, las tres especies además presentan gran adaptabilidad de desarrollo.

En el estrato de cactáceas, rosetas y palmas el registro es menor sin embargo sí existe presencia de estas formas de vida, en la tabla siguiente se desglosan los valores para cada especie registrada en la vegetación secundaria de selva baja caducifolia comparando los valores obtenidos en el AP, AI y RE.

Tabla 16. Índice de valor de importancia para las especies del estrato cactáceo-rosetófilo de la VS/SBC en las tres unidades ambientales de muestreo

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Acrocomia aculeata	**116.33**	42.23	89.55
Opuntia karwinskiana	85.99	76.82	
Bromelia pinguin	72.95	**91.12**	96.15
Acanthocereus tetragonus	24.73	89.82	**114.30**

III.5.5.2 Índice de Valor de importancia para el pastizal inducido (PI) en el AP, AI y RE

III.5.5.2.1 IVI para el estrato arbóreo del pastizal Inducido (PI)

En este estrato solo se obtuvieron registros en la RE se registraron las especies *Bursera simaruba* (4), *Guazuma ulmifolia* (1), y *Enterolobium cyclocarpum* (1).

Para este estrato, en esta comunidad vegetal, solo se tuvieron registros en la RE esto en los linderos de los potreros, se registraron tres especies de árboles de los cuales la especie *Bursera simaruba* fue la que obtuvo el mayor índice de IVI con 133.65 es importante mencionar el uso de esta especie como cerca viva y su fácil reproducción.

III.5.5.2.2 IVI para el estrato arbustivo del pastizal inducido (PI)

Las especies más abundantes para este estrato en el AP fueron *Mimosa albida* (21), *Triumfetta semitriloba* (18) y *Malvastrum coromandelianum* (10). En el AI se registraron dos especies *Vachellia cornígera* (3) y *Malvaviscus arboreus* (1) y en la RE las especies más abundantes son *Malvastrum coromandelianum* (19), *Vachellia cornígera* (5) y *Triumfetta semitriloba* (5).

Para este estrato en este tipo de vegetación se registraron cinco especies en donde *Malvastrum coromandelianum* presenta el mayor índice de IVI para el AP y la RE con 116.33 y 148.69 respectivamente; mientras que para el AI el valor más alto es de 215.53 para *Vachellia cornígera* como ya se expuso en el apartado de VS/SBC las especies son indicadoras de perturbación misma que es la causante de la aparición de los pastizales inducidos.

Tabla 17. Índice de valor de importancia para las especies del estrato arbustivo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Malvastrum coromandelianum	**116.33**	84.47	**148.69**
Vachellia cornigera		**215.53**	72.28
Triumfetta semitriloba	72.95		44.00
Wissadula amplissima	24.73		35.03

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Mimosa albida	85.99		

III.5.5.2.3 IVI para el estrato herbáceo del PI

Para este estrato las especies más abundantes en el AP fueron, *Eragrostis tenuifolia* (13), *Desmodium incanum* (6) y *Cyanthillium cinereum* (3); para el AI las especies más abundantes son *Chloris barbata* (13) y *Cenchrus purpureus* (3) y en la RE las más abundantes son *Megathyrsus maximus, Cenchrus purpureus* y *Tridax procumbens* (5).

Para este estrato en el AP el mayor valor de IVI es para la especie *Eragrostis tenuifolia* con un valor de 130.81, para el AI *Chloris barbata* con un valor de 254.71 y en el RE la especie *Megathyrsus maximus* con un valor de 134.54. Estas tres especies de pastos presentan la mayor importancia ecológica lo cual resulta lógico considerando que es un pastizal.

Para el pastizal inducido el estrato más representativo es el estrato herbáceo que no necesariamente esté compuesto exclusivamente de pastos por lo que a continuación se presenta la tabla de valores de IVI para cada especie herbácea en las tres áreas de análisis.

Tabla 18. Índice de valor de importancia para las especies del estrato herbáceo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Eragrostis tenuifolia	**130.81**		
Desmodium incanum	40.53		27.90
Cenchrus purpureus	38.44	45.29	59.44
Megathyrsus maximus	33.96		**134.54**
Cyanthillium cinereum	21.91		
Mimosa pudica	19.20		
Tridax procumbens	15.14		44.75
Chloris barbata		**254.71**	
Commelina erecta			33.37

III.5.5.2.4 IVI para el estrato cactáceo-rosetófilo del PI

Las especies más abundantes en el AP son *Acanthocereus tetragonus* (2) y *Opuntia karwinskiana* (1), en el AI no se registró ninguna especie para este estrato en pastizal inducido y finalmente las especies más abundantes en la RE *Acanthocereus tetragonus* (2) y *Opuntia karwinskiana* (1).

Para este estrato en este tipo de vegetación únicamente se registraron dos especies en el AP y la RE mientras que en el AI no se obtuvieron registros. A continuación, se presenta la tabla con estos valores.

Tabla 19. Índice de valor de importancia para las especies del estrato cactáceo-rosetófilo del PI en las tres unidades ambientales de muestreo.

Especie	Unidades Ambientales		
	IVI-AP	IVI-AI	IVI-RE
Opuntia karwinskiana	**161.56**		66.73
Acanthocereus tetragonus	138.44		**233.27**

Para cada uno de los estratos y tipos de vegetación se encuentra desglosado el valor de IVI anexo a este estudio en hojas de cálculo de Excel bajo los nombres "BD_AP_ALTAMIRANO_FLORA" para el área del proyecto, "BD_AI_ALTAMIRANO_FLORA" para el área de influencia, y "BD_RE_ALTAMIRANO_FLORA" para la Región Ecológica delimitada, en donde se encuentran las memorias de cálculo para cada especie, desglosando los valores de densidad, frecuencia y dominancias, relativas y absolutas las cuales son necesarias para obtener el valor de IVI tal como se expone en la metodología.

III.5.5.3 Índices de diversidad y estructura ecológica de la vegetación

III.5.5.3.1 Índice de Shannon (H´)

El índice de diversidad de Shannon es uno de los más aplicados para conocer la diversidad de una región. A continuación, se presentan los gráficos con los valores de diversidad de

Shannon para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia y pastizal inducido para cada una de las unidades ambientales (AP, AI y RE).

Como se observa en la gráfica para el estrato arbóreo el AP y el AI presentan el mismo valor de 2.05 que es superior a la RE; para el estrato arbustivo el valor del AI es de 2.29 sobrepasando los valores del AP y de la RE; el estrato herbáceo igualmente presenta el valor más alto el AI con 2.17 y para el caso de las cactáceas el valor más alto es de 1.28 para el AP. En todos los casos los valores son considerados bajos que, aunque este índice no tiene un límite superior generalmente los valores oscilan entre 2 y 3 considerando todos los valores menores a 2 como valores bajos y los valores superiores a 3 como valores altos, el valor intermedio oscila entre 2 y 3, algunos ecosistemas bien conservados y diversificados pueden obtener valores de cinco sin embargo son raros, tomando en cuenta esto, todos los valores obtenidos son considerados bajos.

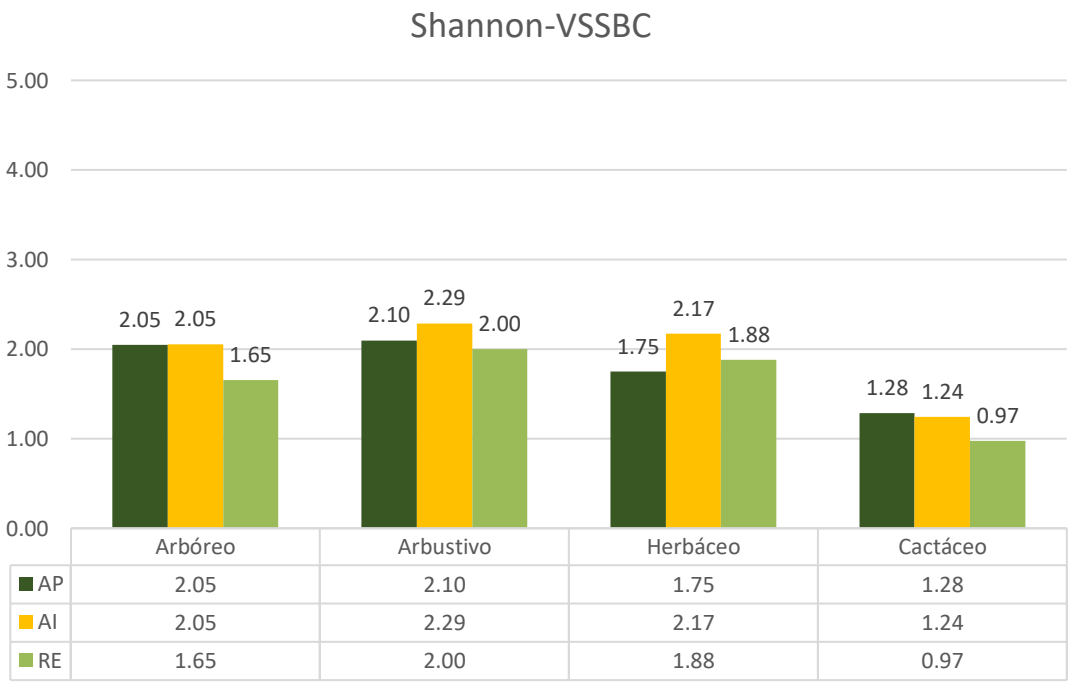


Figura 43. Gráfico de los Índices de Shannon obtenidos para la VS/SBC en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano.

Por su parte, para el pastizal inducido en el estrato arbóreo únicamente se tuvo registro de especies en la RE, por lo tanto, no se tiene comparativo con las otras áreas; para el estrato arbustivo el mayor valor es igualmente para la RE con 1.17; respecto al valor para el estrato herbáceo la RE es ligeramente mayor al AP con 1.55 y finalmente para el estrato de cactáceas, rosetas y palmas se tiene el mismo valor para el AP y la RE ya que no se tuvieron registros en el AI.

Dado que el índice de diversidad de Shannon refleja heterogeneidad en una comunidad respecto al número de especies y la abundancia relativa de estas, es decir el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo elegido al azar en una muestra; la diversidad máxima es alcanzada cuando todas las especies están igualmente presentes. Todos los valores obtenidos dentro del pastizal inducido son menores a 2 por tanto son considerados de diversidad baja (Pla, 2006).

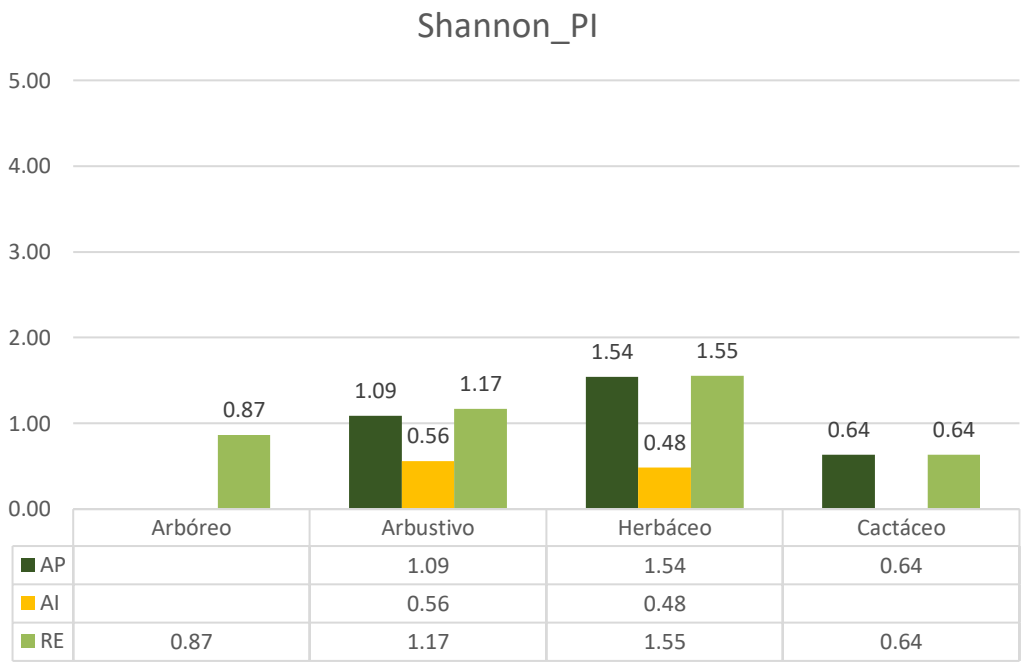


Figura 44. Gráfico de los Índices de Shannon obtenidos para el PI en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano.

III.5.5.3.2 Índice de Equidad de Pielou (J´)

El índice de equidad de Pielou J´ mide la proporción de la diversidad observada con respecto a la diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1. A continuación se muestran los valores obtenidos para la VS/SBC y para el PI.

Respecto al estrato arbóreo el AI es el que presentó un valor más alto con 0.89; respecto al estrato arbustivo el valor más alto es para la RE con 0.83; en el estrato herbáceo el valor más alto es para el AP y finalmente para el estrato de cactáceas, rosetas y palmas el valor más alto es para el AP con 0.93.

Retomando la premisa de que el valor va de 0 a 1 los valores más cercanos a 1 son considerados altos y esto significa que entre más sea la cercanía entonces las especies son igualmente abundantes y entre más se acerquen los valores a cero se señala ausencia de uniformidad o ausencia de especies (Valdez M., 2018), teniendo esto en cuenta todos los valores obtenidos para cada estrato superan el 0.7 lo cual quiere decir que son altos y que las especies presentan cierta igualdad de abundancia.

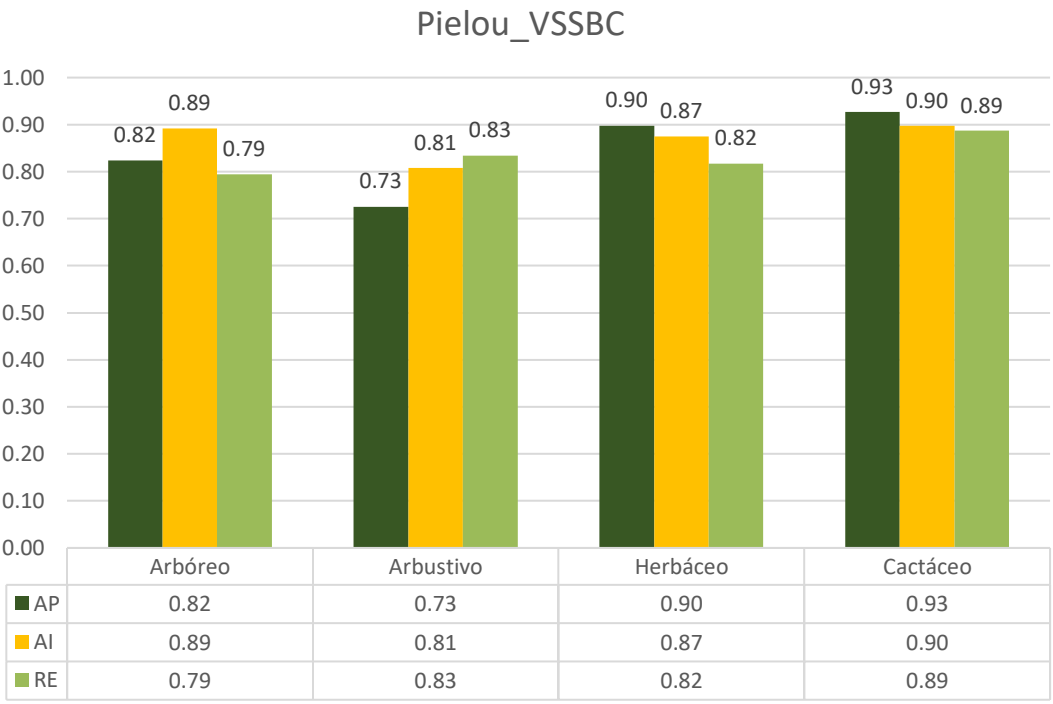


Figura 45. Gráfico de los Índices de Equidad de Pielou obtenidos para la VS/SBC en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano.

Para el pastizal inducido en el estrato arbóreo hay ausencia de especies en el AP y el AI por tanto el único valor obtenido es para la RE con un valor de 0.79; para el estrato arbustivo la Región Ecológica cuenta con el valor más alto con 0.84; para el estrato herbáceo el valor más alto es igualmente para la RE con 0.97 y finalmente para el estrato de cactáceas, rosetas y palmas el valor más alto obtenido es igual para el AP y la RE con 0.92 y se presentó ausencia de especies en el AI. Retomando los valores de referencia que van de 0 a 1 todos los valores obtenidos rebasan el 0.7 por tanto son considerados altos y representan una homogeneidad de especies en la comunidad.

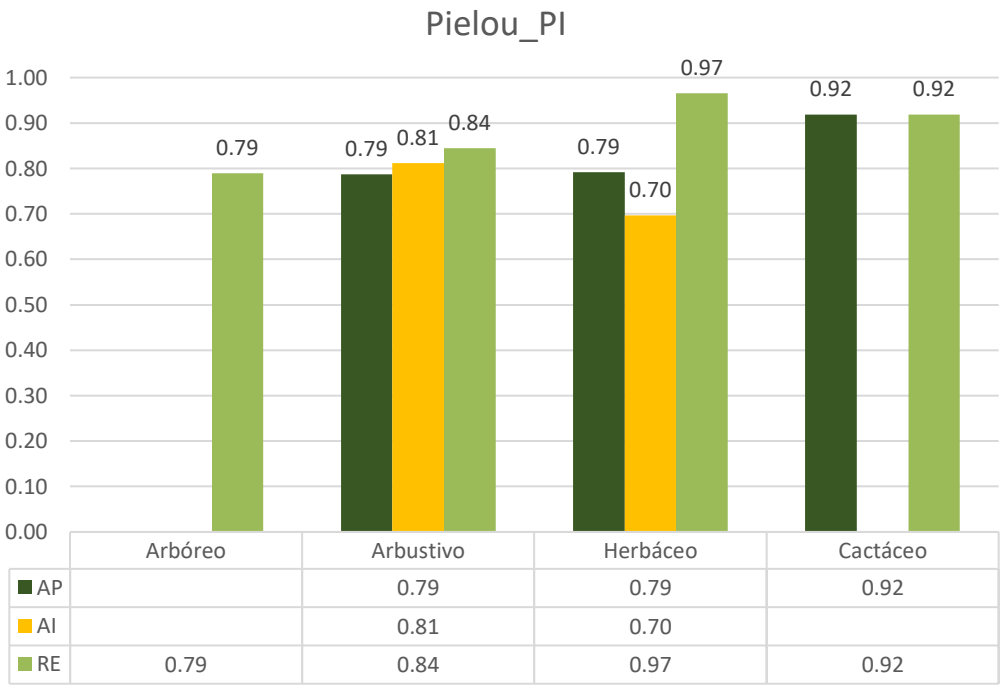


Figura 46. Gráfico de los Índices de Equidad de Pielou obtenidos para el PI en las tres unidades ambientales del proyecto PS Altamirano

Los valores de los índices de diversidad y equitabilidad previamente analizados, nos brindan información sobre el estado general de la estructura ecológica que presentan las comunidades vegetales en sus diferentes estratos y en los dos tipos de vegetación presente en las unidades ambientales de muestreo. De manera general, los índices de diversidad muestran que la comunidad de vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC) presenta una mayor diversidad florística que la de pastizal inducido (PI) en prácticamente todos los estratos y unidades ambientales de muestreo (AP, AI y RE). Los valores del índice de Shannon (H') en VS/SBC varían entre 0.97 y 2.29, lo que refleja una riqueza de especies de baja a moderadamente alta, siendo el estrato arbustivo del área de influencia (AI) el que registró la mayor diversidad (H' = 2.2885), seguido por el estrato herbáceo (H' = 2.1727) y el arbóreo (H' = 2.0544). En contraste, los valores obtenidos para PI fueron considerablemente menores (0–1.55), debido a la ausencia de algunos estratos, particularmente el arbóreo en AP y AI, así como el cactáceo-rosetófilo en AI, lo que evidencia una estructura vegetal simplificada y una menor riqueza florística.

Los valores de todos estos índices en conjunto se muestran en la siguiente tabla sintetizada para las tres unidades ambientales por tipo de vegetación.

Tabla 20. Síntesis de los índices de diversidad y equitabilidad de las comunidades florísticas para los diferentes tipos de vegetación.

Índices de Diversidad de Flora					
		VS/SBC		PI	
Estrato	Área	Shannon H´	Pielou J´	Shannon H´	Pielou J´
Arbóreo	AP	2.0458	0.8233	0	0
	AI	2.0544	0.8922	0	0
	RE	1.65	0.7949	0.8676	0.7897
Arbustivo	AP	2.0975	0.7257	1.0911	0.7871
	AI	2.2885	0.8077	0.5623	0.8113
	RE	1.9999	0.834	1.1709	0.8446
Herbáceo	AP	1.7473	0.8979	1.5407	0.7917
	AI	2.1727	0.8744	0.4826	0.6962
	RE	1.8811	0.8169	1.5545	0.9659
Cactáceo-rosetófilo	AP	1.2848	0.9268	0.6365	0.9183
	AI	1.2442	0.8975	0	0
	RE	0.9743	0.8869	0.6365	0.9183

III.5.6 Suficiencia de Muestreo (Flora)

III.5.6.1 Curvas de acumulación de especies

III.5.6.1.1 Suficiencia del muestreo de flora por tipo de vegetación obtenida para el AP

Tal como se ha indicado en este capítulo, se realizó el muestreo de especies en 13 sitios de los cuales nueve corresponden a vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC), lo cual corresponde a 3,600 m^2. Para corroborar el correcto esfuerzo de muestreo en la VS/SBC se realizó una curva de acumulación de especies en donde se consideraron los sitios de VS/SBC únicamente. De estos sitios se obtuvieron 39 especies y 561 individuos. El listado completo se encuentra **anexo a este estudio bajo el nombre "BD_AP_ALTAMIRANO_FLORA**" en una hoja de cálculo de Excel.

Respecto a los estimadores utilizados para la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** en el AP, el que presentó el mejor ajuste en cuanto estimadores de abundancia fue Chao 1 con una riqueza estimada de 39.43 especies y una completitud del 98.91%, mientras que para los estimadores de incidencia Bootstrap presentó una riqueza estimada de 44.9 especies y una completitud del 86.86%. Tomando en cuenta que se considera un muestreo optimo si se alcanza un 85% de completitud (Villarreal, 2006), los presentes resultados reflejan que para la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** en el AP resulta estadísticamente significativo. A continuación, se detallan los valores para cada estimador.

Tabla 21. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC del AP.

VS/SBC	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AP	**Riqueza**	39	44.9	47.09	52.23	51.44	40.25	39.43
	Completitud		**86.86%**	82.82%	74.6%	75.82%	96.89%	**98.91%**

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación en donde se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa para los estimadores Chao 2 (Lower), Chao 1, Chao 1 (Lower) y ACE.

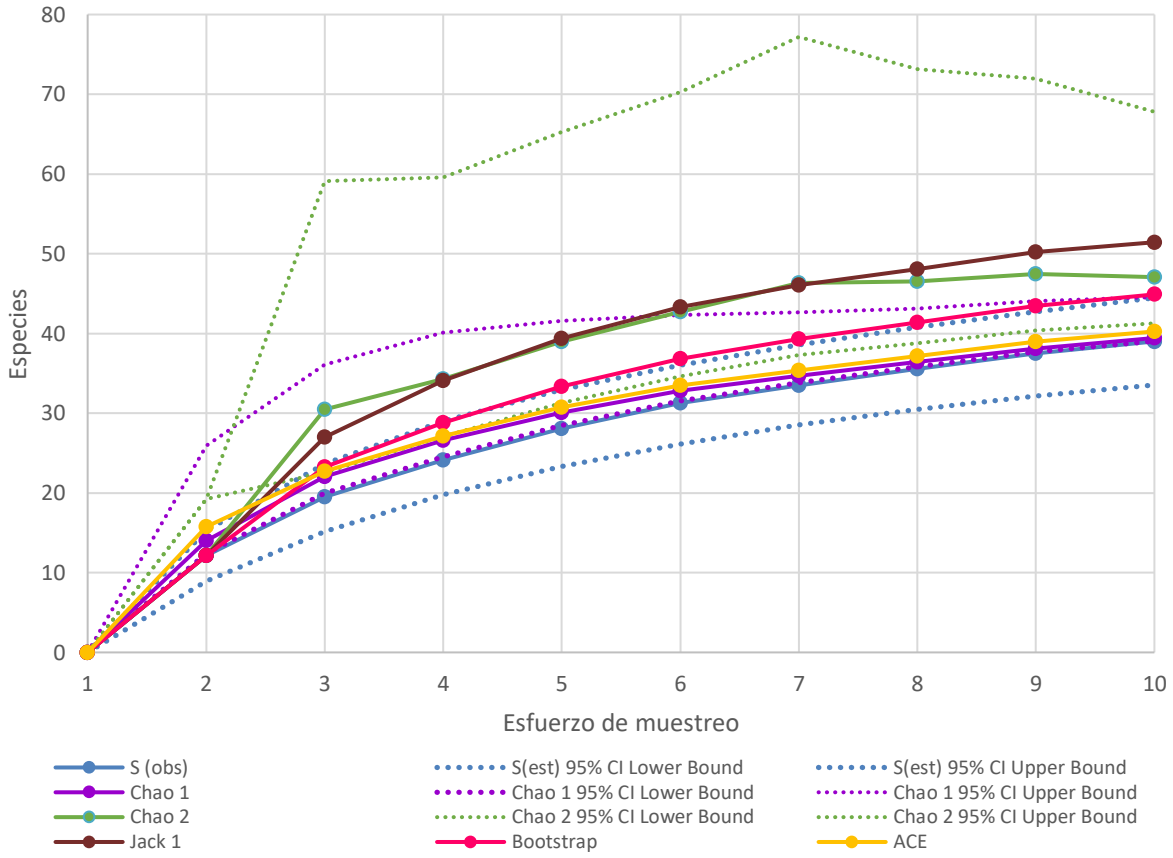


Figura 47. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en el AP estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

Respecto a los sitios representantes del **pastizal inducido (PI)**, fueron 4 sitios muestreados correspondientes a 1,600 m^2; de estos sitios se obtuvo un registro de 14 especies y 68 individuos.

En cuanto a los estimadores de incidencia para el **pastizal inducido (PI)** en el AP se obtuvo Bootstrap como el que presentaba un mejor ajuste con 17.04 especies estimadas y una completitud de 82.16% y para los estimadores de abundancia el que tiene mejor ajuste es Chao 1 con 15.48 especies estimadas y una completitud de 90.44%. De acuerdo a diversos autores se considera que un muestreo es suficiente a partir del 70%, ideal al 80% y óptimo a partir del 85% (Villarreal, 2006), por lo que para el **pastizal inducido (PI)** se considera un

esfuerzo de muestreo suficiente y representativo para la toma de decisiones. A continuación, se presenta una tabla para cada uno de los valores obtenidos para cada estimador.

Tabla 22. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI del AP

VS/SBC	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AP	**Riqueza**	14	17.04	20.75	29.75	20.75	17.56	15.48
	Completitud		**82.16%**	67.47%	47.06%	67.47%	79.73%	**90.44%**

Dependiendo de los autores manejan como un muestreo representativo a partir del 70% como suficiente y otros a partir de 80% como ideal o un óptimo a partir del 85% (Villarreal, 2006). Tanto para la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC**) como para **pastizal inducido (PI**), se obtuvieron estimadores con una completitud superior al 80% e intervalos de confianza del 95%, lo que nos permite verificarla confiabilidad y suficiencia del muestreo, que resulta suficiente estadísticamente hablando y también es importante considerar que se están usando varios estimadores para comparar los valores observados y poder tener un análisis de datos más completo.

A continuación, se presenta el gráfico de la curva de acumulación donde se observa un solapamiento entre Chao 2 (Lower), Bootstrap, Chao 1, Chao 1 (Lower) y ACE.

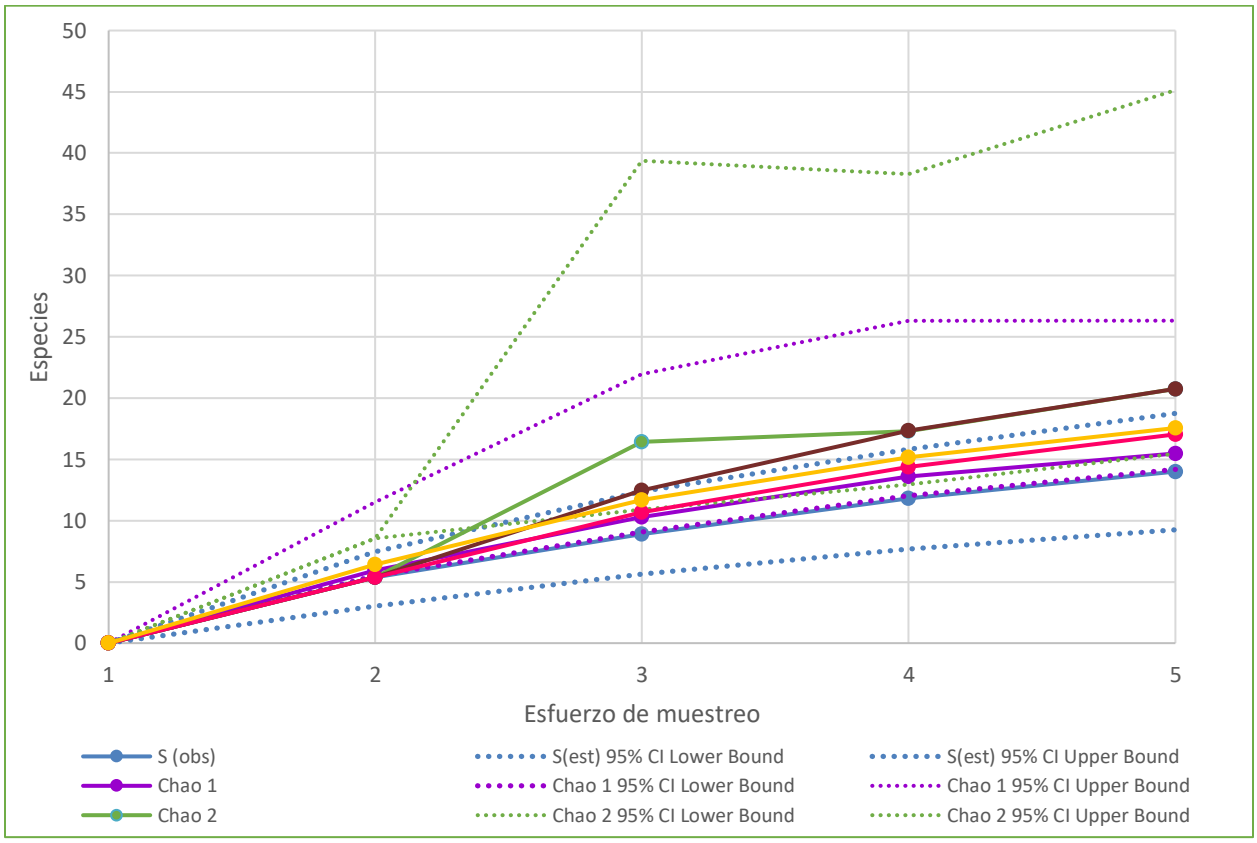


Figura 48. Curva de acumulación de especies en PI en el AP estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

III.5.6.1.2 Suficiencia del muestreo de flora por tipo de vegetación para el AI

Se realizo el muestreo de especies en 13 sitios de los cuales nueve corresponden a **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** lo cual corresponde a 3,600 m^2. Para corroborar el correcto esfuerzo de muestreo en la VS/SBC se realizó una curva de acumulación de especies en donde se consideraron los sitios de VS/SBC únicamente. De estos sitios se obtuvieron 43 especies y 347 individuos. **El listado completo se encuentra anexo a este estudio en una hoja de Excel denominado "BD_AI_ALTAMIRANO_FLORA**".

De los estimadores utilizados para la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia en el AI**, el que presentó el mejor ajuste en cuanto estimadores de abundancia fue ACE con una riqueza estimada de 45.77 especies y una completitud del 93.95%, mientras que para los

estimadores de incidencia Bootstrap presento una riqueza estimada de 52.92 especies y una completitud del 81.25 %. A continuación, se detallan los valores para cada estimador.

De acuerdo a distintos autores se considera un porcentaje de completitud ideal desde el 70%, bueno el 80% y optimo el 85% (Villarreal, 2006), tomando en cuenta esto y analizando los valores obtenidoa para la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** en el AI son superiores al 80% en el caso de los estimadores de incidencia y superiores al 85% en los estimadores de abundancia el muestreo realizado resulta ser suficiente y representativo para la toma de decisiones basado en estos datos.

Tabla 23. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC del AI

VS/SBC	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AI	**Riqueza**	43	52.92	68.25	85.05	65.22	45.77	46.59
	Completitud		**81.25%**	63.00%	50.56%	65.93%	**93.95%**	92.29%

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación en donde se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa para los estimadores Chao 2 (Lower), Chao 1, Chao 1 (Lower) y ACE.

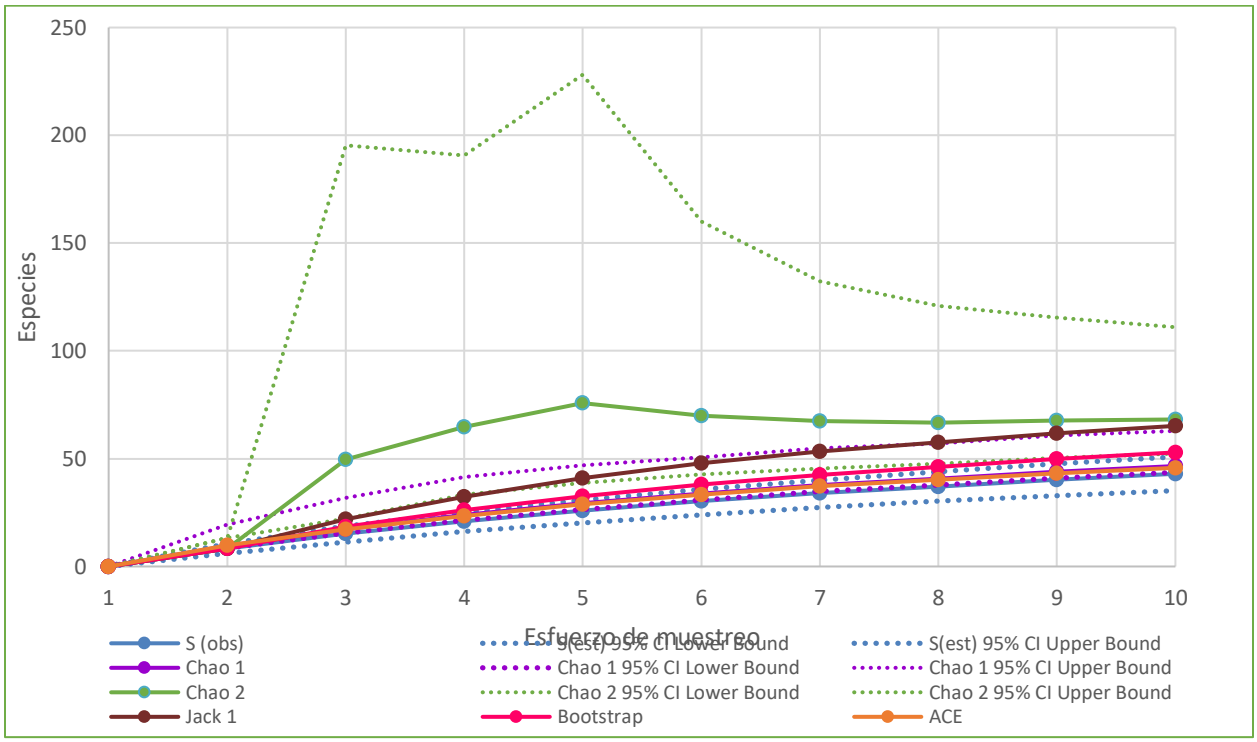


Figura 49. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en el AI estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

En cuanto a los sitios representantes del **pastizal inducido (PI)**, fueron cuatro sitios muestreados correspondientes a 1,600 $m^{2;}$ de estos sitios se obtuvo un registro de cuatro especies y 20 individuos.

Como resultado de los estimadores de incidencia utilizados para analizar los datos del **pastizal inducido (PI)** en el AI, se obtuvo Bootstrap como el que presentaba un mejor ajuste con 4.95 especies estimadas y una completitud de 80.81% y para los estimadores de abundancia el que tiene mejor ajuste es Chao 1 con 4 especies estimadas y una completitud del 100%, estos porcentajes de completitud reflejan una suficiencia del muestreo estadísticamente significativa e ideal para la toma de decisiones. A continuación, se presenta una tabla para cada uno de los valores obtenido para cada estimador.

Tabla 24. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI del AI

PI	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AI	**Riqueza**	4	4.95	6.25	13.75	6.25	4.5	4
	Completitud		**80.81%**	64.00%	29.09%	64.00%	88.89%	**100.00%**

Como se puede observar para este tipo de vegetación se alcanzó una completitud del 100% lo que nos indica la suficiencia del esfuerzo de muestreo para el **pastizal inducido (PI)** en el AI. En la siguiente gráfica se muestra la curva de acumulación donde se observa un solapamiento entre Chao 2, Chao 2 (Lower), Jack 1, Bootstrap, Chao 1 y sus límites de confianza al 95% y ACE lo cual nos indica una estabilización de la curva.

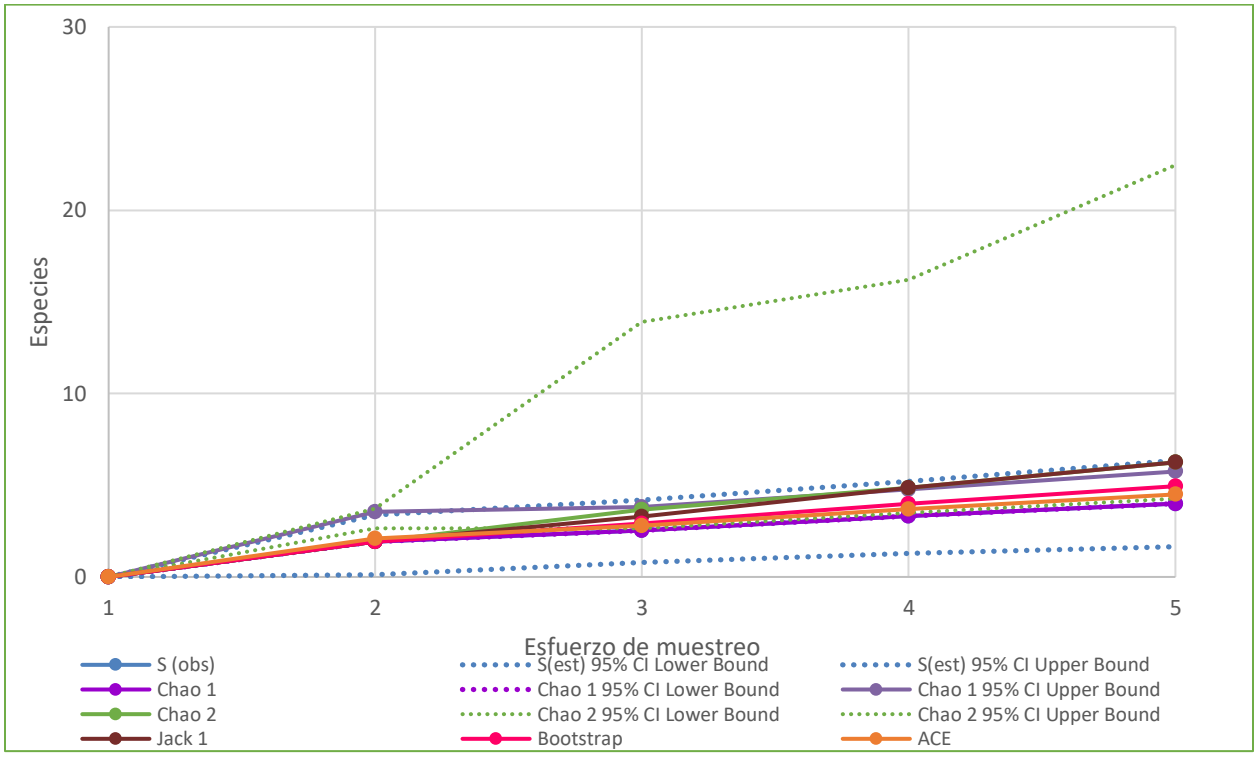


Figura 50. Curva de acumulación de especies en PI en el AI estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

III.5.6.1.3 Suficiencia del muestreo de flora por tipo de vegetación de la RE

De los 13 sitios muestreados para esta región nueve corresponden a **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** lo cual corresponde a 3,600 $m^{2.}$ Para corroborar el correcto esfuerzo de muestreo en la VS/SBC se realizó una curva de acumulación de especies en donde se consideraron los sitios de VS/SBC únicamente. De estos sitios se obtuvieron 32 especies y 322 individuos. El listado completo se encuentra anexo a este estudio en una hoja de cálculo de Excel denominada "BD_RE_ALTAMIRANO_FLORA".

De los estimadores utilizados, para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia en la RE, el que presentó el mejor ajuste en cuanto estimadores de abundancia fue Chao 1 con una riqueza estimada de 34.49 especies y una completitud del 92.78%, mientras que para los estimadores de incidencia Bootstrap presentó una riqueza estimada de 37.33 especies y una completitud del 85.72 %. El muestreo es óptimo, ya que el porcentaje de completitud supera el 85% de acuerdo con Villarreal (2006) y es importante mencionar que se considera ideal a partir del 70% y para efectos de este estudio se utilizaron varios estimadores por lo que se considera un muestreo estadísticamente significativo. A continuación, se detallan los valores para cada estimador.

Tabla 25. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente a la VS/SBC de la RE.

VS/SBC	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
RE	**Riqueza**	32	37.33	40.67	45.64	43.56	36.51	34.49
	Completitud		**85.72%**	78.68%	70.11%	73.46%	87.65%	**92.78%**

A continuación, se presenta la curva de acumulación para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia en la RE, en donde se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa para los estimadores Chao 2 (Lower), Chao 1, Chao 1 (Lower) y ACE.

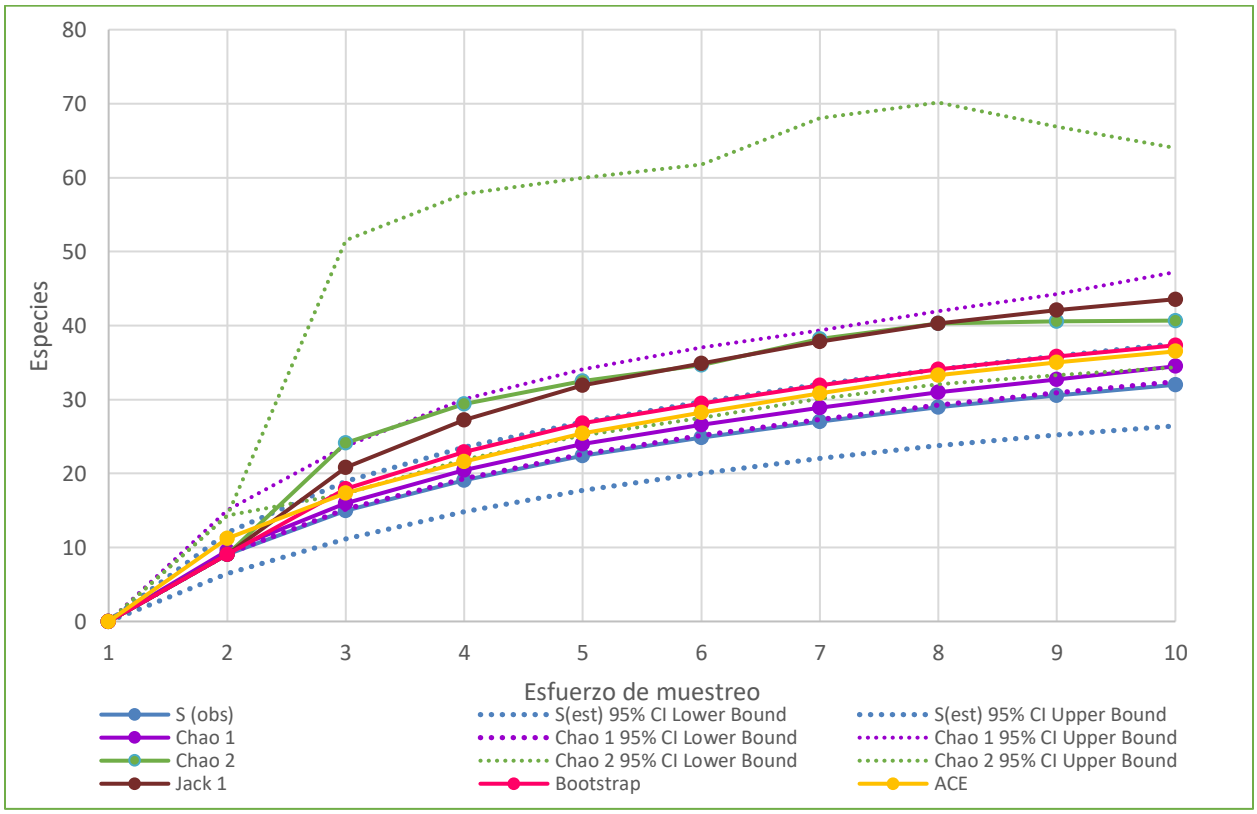


Figura 51. Curva de acumulación de especies en la VS/SBC en la RE estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

En cuanto a los sitios representantes del **pastizal inducido (PI)**, fueron 4 sitios muestreados correspondientes a 1,600 $m^{2;}$ de estos sitios se obtuvo un registro de 14 especies y 63 individuos.

Para los estimadores de incidencia para pastizal inducido (PI) en la RE se obtuvo Bootstrap como el que presentaba un mejor ajuste con 17.41 especies estimadas y una completitud de 80.41% y para los estimadores de abundancia el que tiene mejor ajuste es Chao 1 con 14.98 especies estimadas y una completitud del 93.46%. De acuerdo a distintos autores se considera un porcentaje de completitud ideal desde el 70%, bueno el 80% y optimo el 85% (Villarreal, 2006), por lo tanto los resultados obtenidos arrojan resultados buenos y óptimos por lo que el muestreo resulta estadisticamente significativo. A continuación, se presenta una tabla para cada uno de los valores obtenidos para cada estimador.

Tabla 26. Riqueza observada, estimada y su porcentaje de completitud para el muestreo de flora correspondiente al PI de la RE

PI	S (obs)		Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
RE	**Riqueza**	14	17.41	**20.75**	32.33	21.5	15.1	14.98
	Completitud		**80.41%**	67.47%	43.30%	65.12%	92.72%	**93.46%**

Como se puede observar para este tipo de vegetación se alcanzó una completitud del 93.46% lo que nos indica la suficiencia del esfuerzo de muestreo. En la siguiente gráfica se muestra la curva de acumulación donde se observa un solapamiento entre Chao 2, Chao 2 (Lower), Bootstrap, Chao 1, Chao 1 (Lower) y ACE lo cual nos indica una estabilización de la curva.

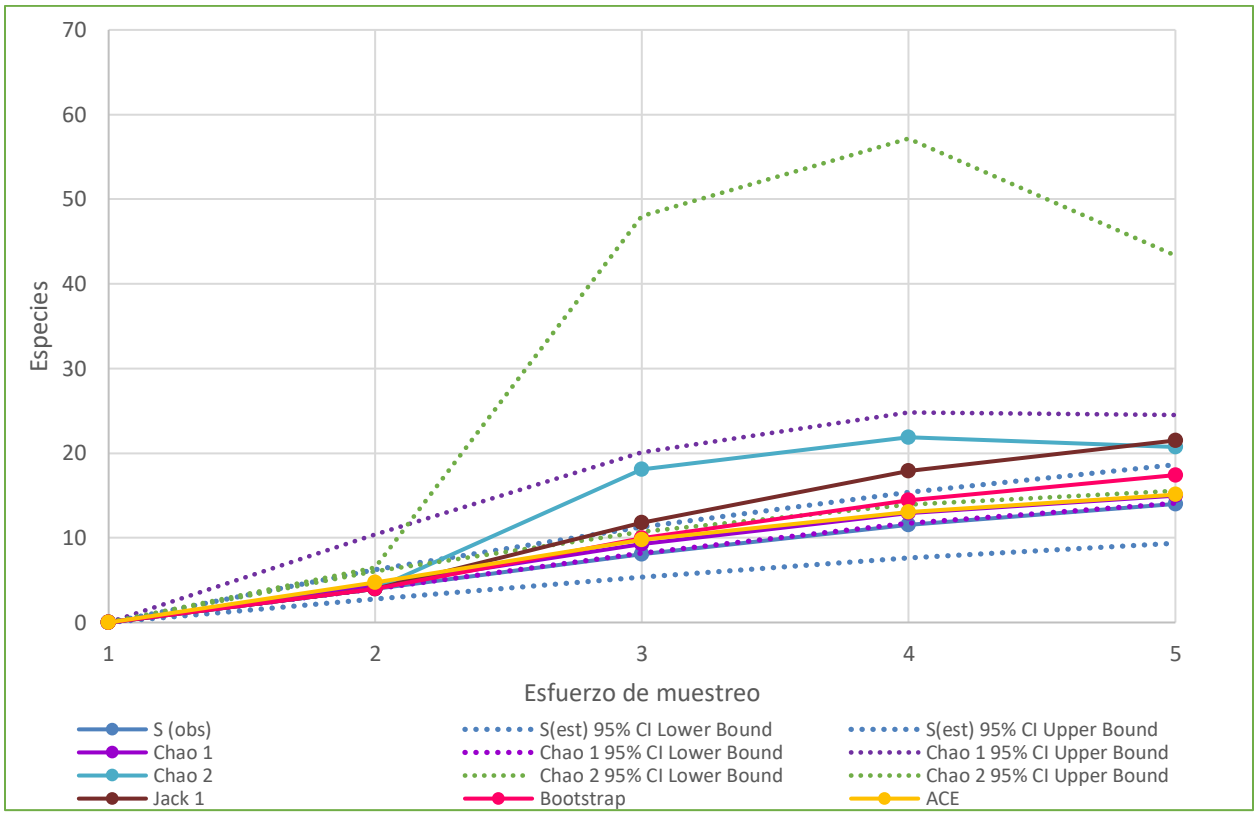


Figura 52. Curva de acumulación de especies en PI en la RE estimadas con Chao 1 y 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.

III.5.7 Resultados obtenidos (Composición de Fauna Silvestre)

El muestreo de fauna silvestre se realizó en un total de 39 transectos o sitios de muestreo, conformados por 13 transectos en cada una de las unidades ambientales; en la siguiente tabla se muestran las coordenadas correspondientes al punto de inicio y punto final de cada transecto recorrido, así como el tipo de vegetación asociado a cada uno de ellos.

Tabla 27. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna silvestre para las tres unidades ambientales del PV Altamirano

Unidad Ambiental	ID	Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales		Longitud (m)	Vegetación Observada
		X	Y	X	Y		
Área del Proyecto (AP)	AP-1	786270	2116767	786116	2116491	504	VSSBC
	AP-2	785832	2116374	786252	2116220	531	VSSBC
	AP-3	785992	2116036	786208	2115946	508	PI
	AP-4	786200	2115668	786135	2115214	505	VSSBC
	AP-5	786711	2114853	786767	2115279	512	PI
	AP-6	786652	2114243	786692	2114635	498	VSSBC
	AP-7	786964	2114158	787048	2113686	511	PI
	AP-8	786263	2114451	785982	2114318	518	VSSBC
	AP-9	784844	2114416	785056	2114383	527	VSSBC
	AP-10	784466	2114458	784796	2114391	505	VSSBC
	AP-11	786803	2113566	786891	2113253	513	PI
	AP-12	786656	2112448	786683	2112033	521	VSSBC
	AP-13	786673	2111973	786674	2111614	506	VSSBC
	Longitud total AP =6.65 Km						
Área de Influencia (AI)	AI-1	785227	2117842	785707	2118157	530	VSSBC
	AI-2	786322	2116791	786356	2116591	521	VSSBC
	AI-3	785956	2114430	785530	2114452	511	VSSBC
	AI-4	784336	2114864	784674	2114993	506	PI
	AI-5	785103	2113190	785066	2113118	535	PI
	AI-6	785998	2112754	786065	2113111	558	VSSBC
	AI-7	785307	2111505	785251	2111793	534	VSSBC
	AI-8	786084	2111110	785850	2110650	558	PI
	AI-9	787830	2110446	787900	2110965	530	VSSBC

Unidad Ambiental	ID	Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales		Longitud (m)	Vegetación Observada
		X	Y	X	Y		
	AI-10	788299	2111668	788327	2111934	571	VSSBC
	AI-11	787136	2112129	787376	2111841	500	VSSBC
	AI-12	787331	2113510	787409	2113689	427	PI
	AI-13	788451	2114590	788112	2114627	450	VSSBC
	Longitud total AI= 6.73 km						
Región Ecológica (RE)	RE-1	785629	2118308	785958	2118692	510	PI
	RE-2	783259	2114700	783823	2114914	570	PI
	RE-3	783765	2114026	783729	2113679	539	PI
	RE-4	784182	2112587	784426	2112398	490	VSSBC
	RE-5	784639	2111627	784327	2111330	510	VSSBC
	RE-6	786687	2109709	786423	2109625	491	VSSBC
	RE-7	788007	2109099	787657	2109133	530	VSSBC
	RE-8	790782	2108448	790772	2108958	502	PI
	RE-9	789223	2109982	789583	2110037	580	VSSBC
	RE-10	790831	2112689	790514	790514	468	VSSBC
	RE-11	789081	2115927	789523	2115798	534	VSSBC
	RE-12	788917	2118809	788826	2119144	440	VSSBC
	RE-13	787952	2119689	787796	2120089	436	VSSBC
	Longitud total RE= 6.60 km						

En la siguiente figura se muestra la localización geográfica de dichos transectos en las tres unidades ambientales.

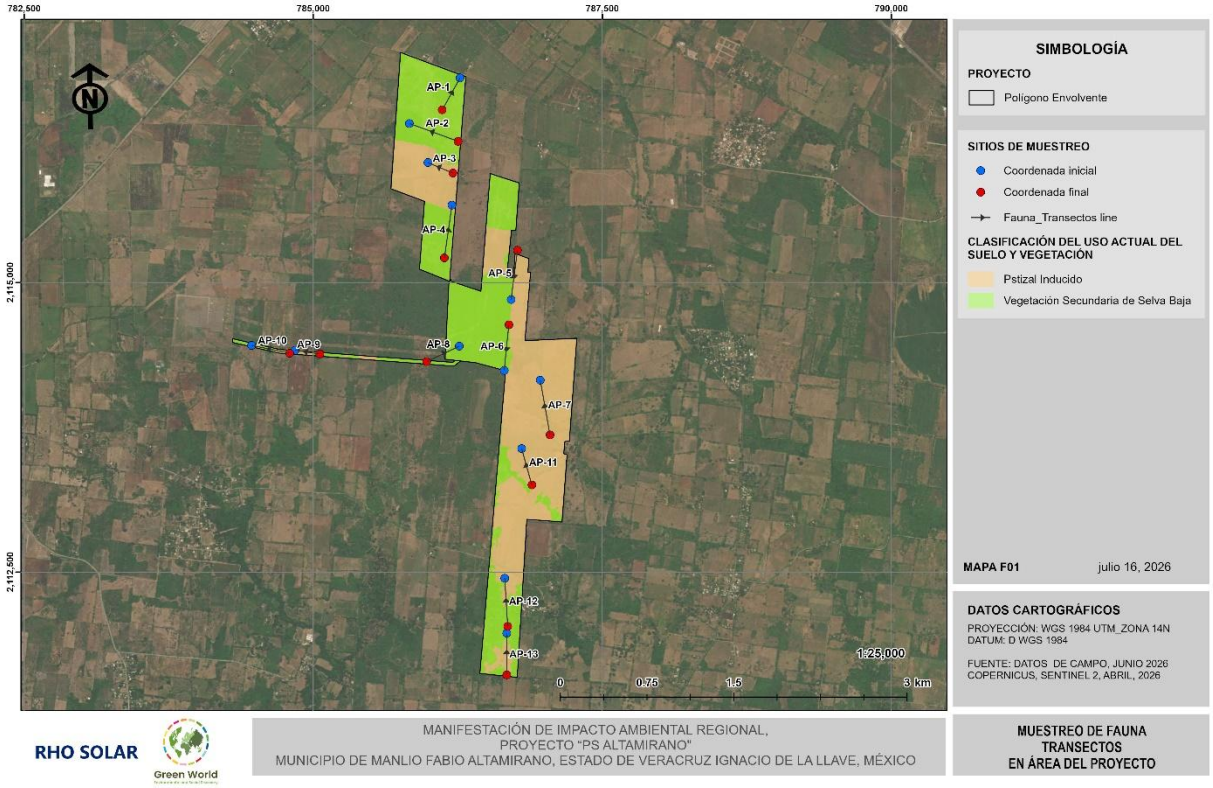


Figura 53. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en el área del proyecto (AP)

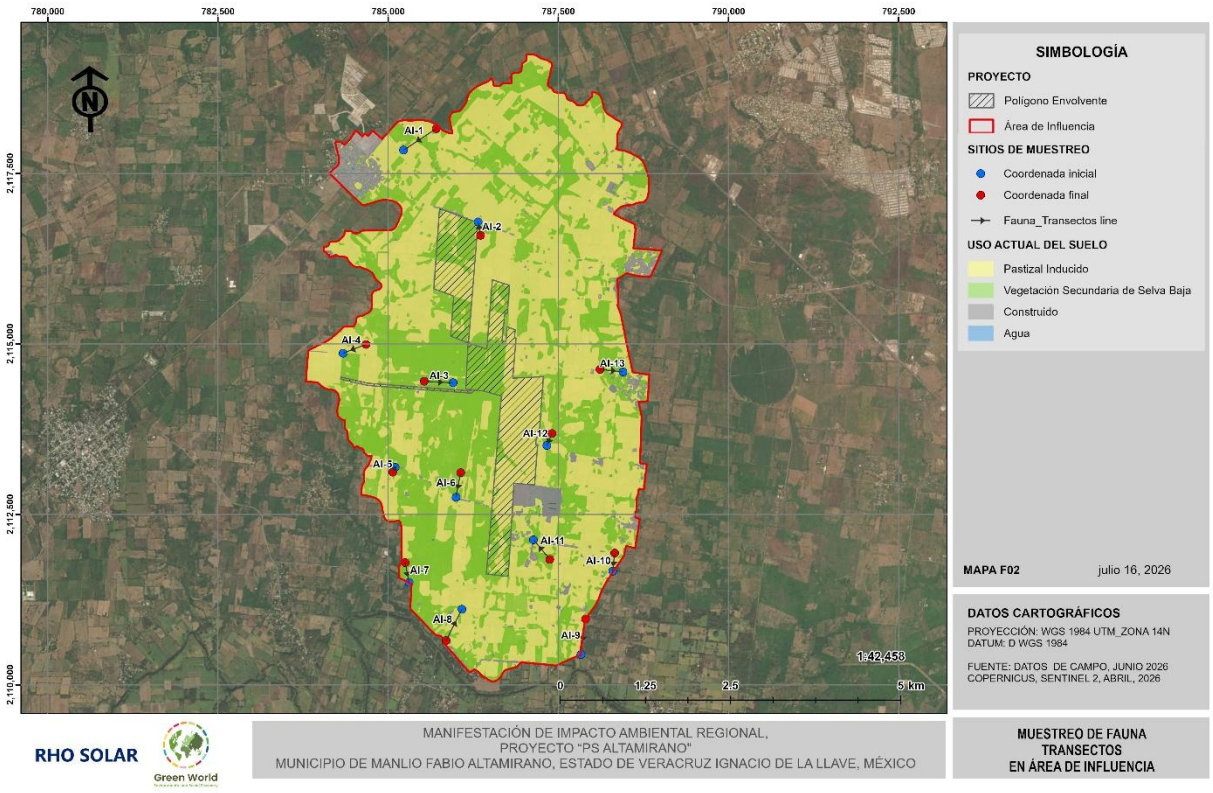


Figura 54. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia (AI)

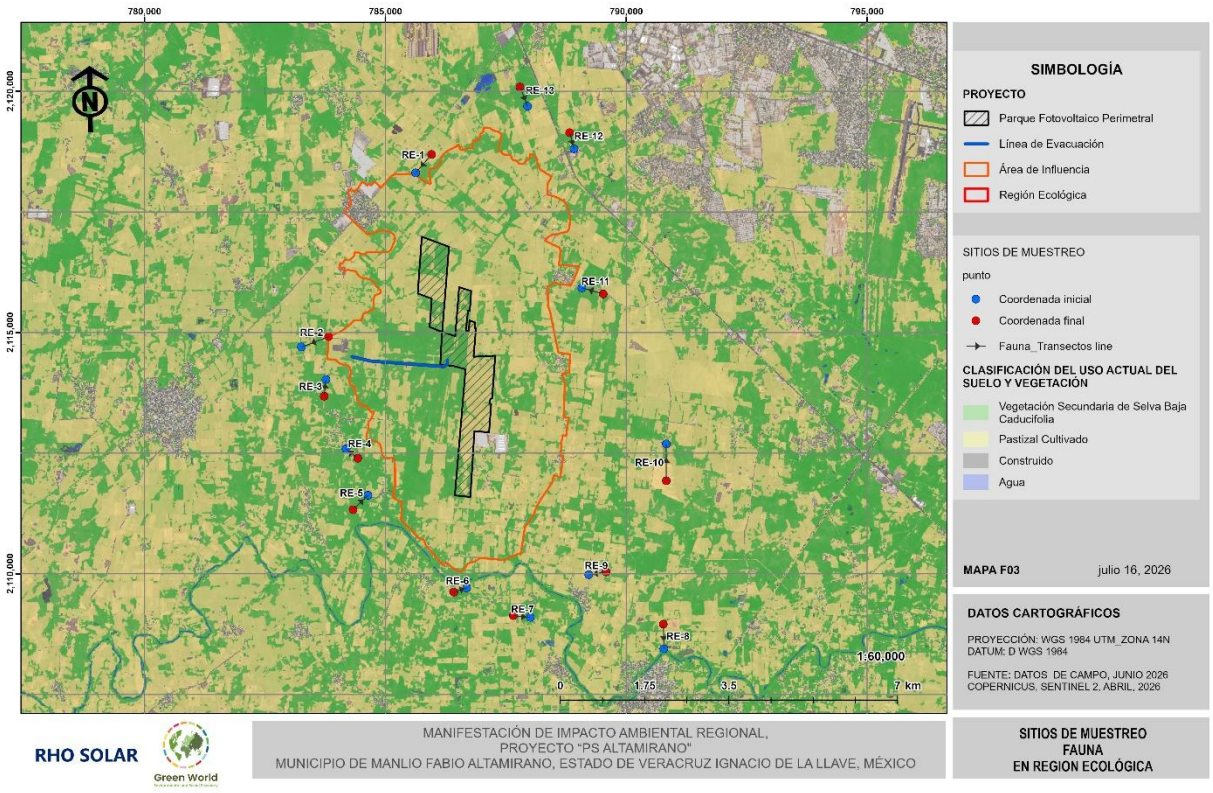


Figura 55. Mapa de localización de los transectos de muestreo de fauna silvestre en la región ecológica (RE)

Como resultado del muestreo de fauna silvestre realizado se obtuvo una composición faunística, conformada por un total de 71 especies para el AP, 63 especies para el AI y 74 especies para la RE.

igualmente,, tal de especies registradas para cada una de las unidades ambientales, se obtuvieron siete registros únicos dentro del AP, seis únicos para el AI y nueve para la RE, sin embargo es importante destacar que al no existir barreras geográficas ni ecosistémicas que impidan el libre paso de la fauna entre estas unidades, se considera que todas las especies pueden estar igualmente, presentes entre las tres unidades muestreadas, por lo que el total de especies registradas en toda la región suma un total de 90 especies distribuidas de la siguiente forma en cuanto a su clasificación taxonómica.

Tabla 28. Composición taxonómica de la fauna silvestre registrada en el muestreo de las tres unidades ambientales de proyecto PV Altamirano.

Unidad Ambiental	Clase	Órdenes	Familias	Especies
AP	Anfibios	2	4	6
	Reptiles	1	7	9
	Aves	18	26	47
	Mamíferos	5	7	9
Totales AP		**26**	**44**	**71**
AI	Anfibios	1	3	4
	Reptiles	1	5	6
	Aves	15	22	46
	Mamíferos	5	6	7
Totales AI		**22**	**36**	**63**
RE	Anfibios	1	5	7
	Reptiles	1	7	8
	Aves	15	22	49
	Mamíferos	5	7	10
Totales RE		**22**	**41**	**74**

Conforme a la tabla anterior podemos observar que el AP muestra una mayor riqueza taxonómica a nivel de órdenes y familias que componen la diversidad faunística, sin embargo, en comparación la riqueza específica es mayor en la RE entre las tres unidades muestreadas, ligeramente apenas por arriba de la riqueza obtenida en el AP, mientras que el AI mostró la menor riqueza en toda la composición de las comunidades faunísticas y todos los niveles taxonómicos.

En la siguiente figura se muestra gráficamente esta composición obtenida en los diferentes niveles taxonómicos

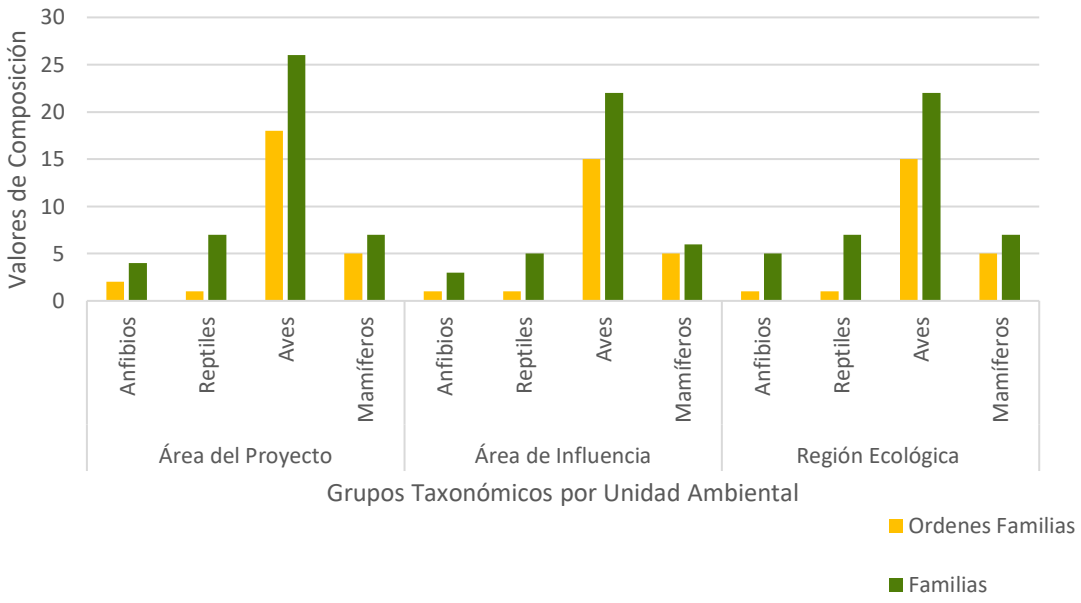


Figura 56. Composición de Ordenes y Familias por grupo taxonómico registrado en las unidades ambientales del PV Altamirano.

A nivel específico la riqueza obtenida del muestreo por cada uno de los grupos taxonómicos en las tres unidades ambientales se muestra en la siguiente figura.

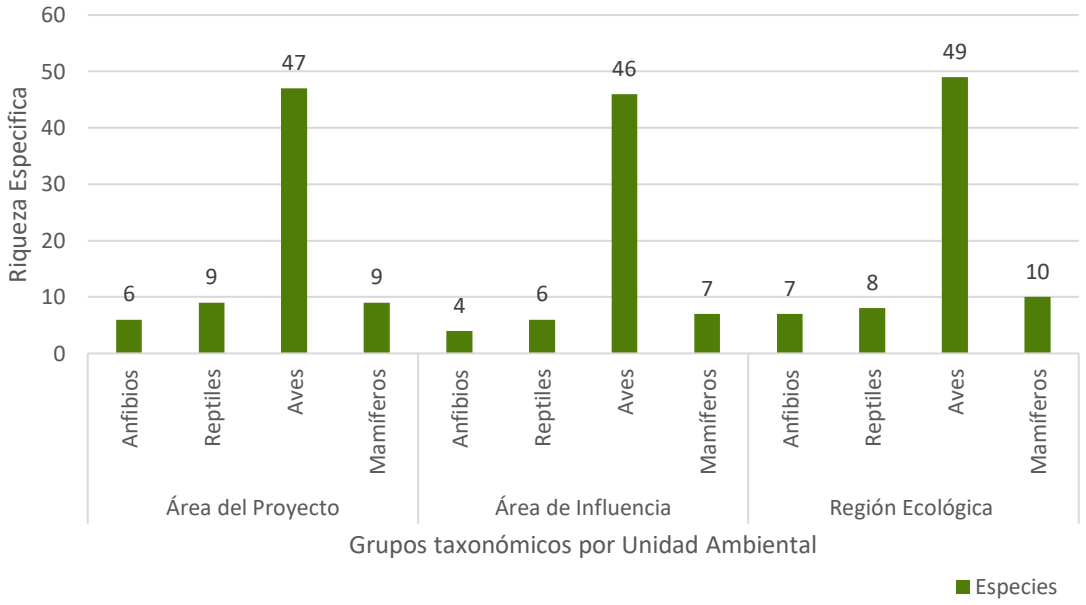


Figura 57. Riqueza específica total de las comunidades faunísticas por unidad ambiental

Tal como puede observarse en la gráfica anterior, a nivel específico la riqueza de especies registrada en el AP está conformada por 47 especies de aves que representan el 66% de la composición, seguida con nueve especies tanto de reptiles, como de mamíferos con el 13% cada una respectiva y finalmente los anfibios con 8% de la composición, otorgada por las seis especies registradas en esta unidad, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico de composición.

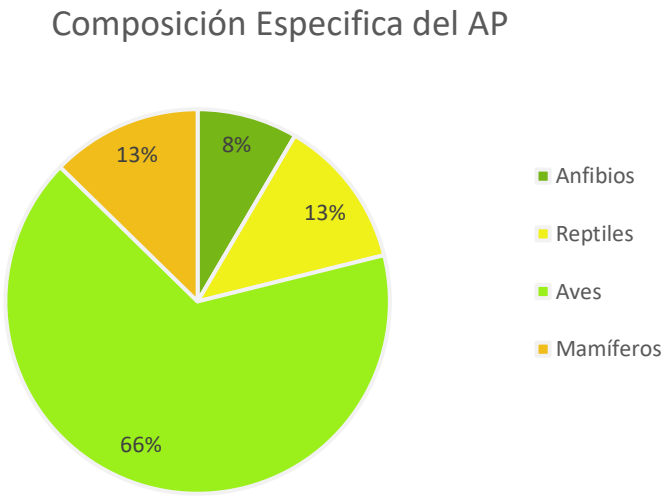


Figura 58. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en el AP.

En cuanto al AI, las aves mostraron una representatividad del 73% con las 46 especies registradas, seguidas de los mamíferos con el 11% y los reptiles con el 10%, con siete y seis especies respectiva y finalmente los anfibios nuevamente con la representatividad más baja del 6% con las cuatro especies registradas.

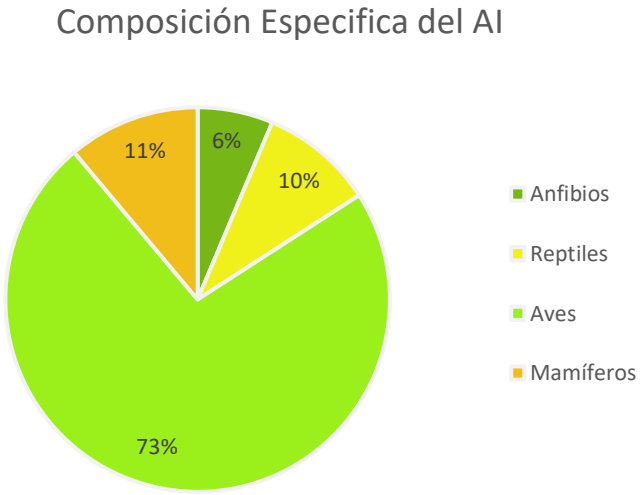


Figura 59. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en el AI.

Finalmente, por su parte la RE, muestra una riqueza consistente con las otras dos unidades ambientales, en donde nuevamente las aves presentan la mayor representatividad con el 66% de la composición obtenida por las 49 especies registradas, seguidas de los mamíferos con el 14% (10 especies), los reptiles con el 11% (8 especies) y finalmente los anfibios con el 9% dado por siete especies.

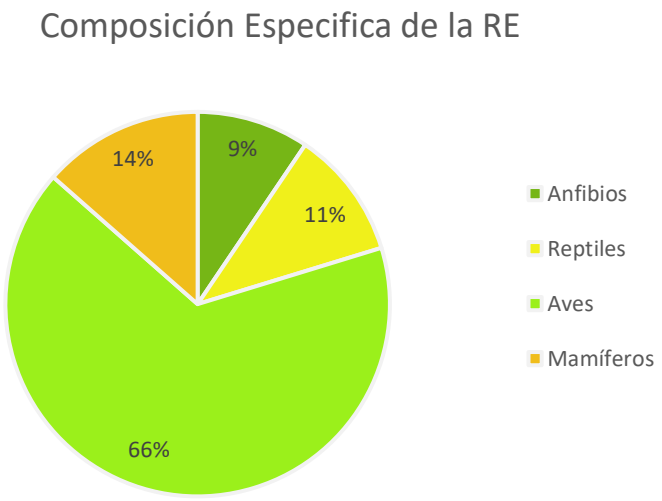


Figura 60. Representatividad de la riqueza específica de la fauna silvestre registrada en la RE

A continuación, se presenta el listado general de las especies de fauna silvestre registrada en el muestreo de campo de esta estación seca, en la que se incluyen las 90 especies registradas entre las tres unidades ambientales de muestreo, indicando en cuál de ellas fueron registradas, así como sus datos biológico-ecológicos de endemicidad, actividad, estacionalidad y residencia.

Tabla 29. Listado general de especies de fauna silvestre registrada en las unidades ambientales del proyecto PS Altamirano

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
ANFIBIOS										
Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	Nat	Noc	P	-	X	X	X
Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo de caña	Nat	Noc	P	-	X	X	X
Anura	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus leprus*	Rana chirriadora leprosa	Nat	Noc	TH	-			X
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	Nat	Noc	TH	-	X	X	X
Anura	Hylidae	*Trachycephalus "vermiculatus"*	Rana lechosa	Nat	Noc	TH	-	X		X
Anura	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	Ranita Tungara	Nat	Noc	TH	-	X		X
Anura	Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Rana ovejera	Nat	Noc	TH	-			**X**
Anura	Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	Nat	Noc	TH	-		**X**	
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa platydactyla*	Salamandra lengua de hongo pies anchos	End	Noc	TH	-	**X**		
REPTILES										
Squamata	Anolidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	Exó	Diu	P	-	**X**		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Squamata	Anolidae	*Anolis sericeus*	Abaniquillo sedoso	Nat	Diu	P	-	X		X
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vitattus*	Toloque rayado	Nat	Diu	P	-	X	X	X
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa	Nat	Diu	P	-	X	X	X
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Nat	Diu	P	-	X	X	X
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa variable	Nat	Diu	P	-	X	X	X
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	Exó	Noc	P	-	X	X	X
Squamata	Sphenomorphidae	*Scincella cherriei*	Eslizón pardo	Nat	Diu	P	-			**X**
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	End	Diu	P	-	X	X	X
Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Chirriadora neotropical	Nat	Diu	P	-	**X**		
AVES										
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Nat	Diu	P	R	X	X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	Nat	Diu	P	R	X	X	
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Nat	Diu	P	R	X	X	
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	Exó	Diu	P	R		X	X
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	Nat	Noc	P	R	X	X	X
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	Nat	Diu	P	R	**X**		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	Nat	Noc	P	R	**X**		
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	Nat	Diu	P	R	**X**		
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	Nat	Diu	P	R		**X**	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	Nat	Diu	P	R		**X**	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	Nat	Diu	P	R		**X**	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	Exó	Diu	P	R	X	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Strigiformes	Strigidae	*Strix virgata*	Búho Café	Nat	Noc	P	R			**X**
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	Nat	Diu	P	R	X	X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	Nat	Diu	P	R		X	X
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	Nat	Diu	P	R	X		X
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	Nat	Diu	P	R	X		X
Falconiformes	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	Nat	Diu	P	R		**X**	
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	Nat	Diu	TH	MV			**X**
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea	Nat	Diu	P	R	X	X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	Nat	Diu	P	R			**X**
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	Nat	Diu	P	R	X		X
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	Nat	Diu	P/TS	MI	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	Nat	Diu	TH	MV			X
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	Nat	Diu	P	R	**X**		
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgris	Nat	Diu	P	R			**X**
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis abbas*	Tangara Alas Amarillas	Nat	Diu	P	R		X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	Nat	Diu	P	R	X	X	X
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	Nat	Diu	P	R	X		X
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris	Nat	Diu	P	R	X	X	X
MAMÍFEROS										
Didelphimorpha	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	Nat	Noc	P	-	X	X	X
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Nat	Diu/Noc	P	-	X	X	X
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	Nat	Diu	P	-	X	X	X
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frugívoro de Jamaica	Nat	Noc	P	R	X	X	X
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro	Nat	Noc	P	R		**X**	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	Murciélago de charreteras menor	Nat	Noc	P	R			**X**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemicidad	Actividad	Estacionalidad	Residencia	Unidad Ambiental		
								AP	AI	RE
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga mutica*	Murciélago lengüetón de Merrian	Nat	Noc	P	R	X		X
Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa tumida*	Murciélago amarillo ala negra	End	Noc	P	R			**X**
Chiroptera	Molossidae	*Molossus molossus*	Murciélago mastín común	Nat	Noc	P	R	X	X	X
Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops aurispinosus*	Murciélago cola suelta espinoso	Nat	Noc	P	R	X		X
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nat	Diu/Noc	P	-	X	X	
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Nat	Noc	P	-	X		X

Endemicidad: Nat= Nativa; End= Endémica; Exó= Exótica; Actividad: Noc=Nocturna; Diu= Diurna; Diu/Noc= Diurna /Nocturna Estacionalidad: P= Permanente todo el año; TH= De Temporada Húmeda; TS= De Temporada de Secas; Residencia: R= Residente; MI= Migratoria de Invierno; MV= Migratoria de Verano; X= Presencia; **X**= Especies con registros únicos de esa unidad.

Del listado de especies podemos destacar que en cuanto a la temporalidad o estacionalidad se refiere, el 90% de las especies registradas mantienen su permanencia durante todo el ciclo anual, las cuales corresponden principalmente a especies de aves residentes, reptiles y mamíferos, es decir que son especies que pueden estar presentes tanto en la temporada lluviosa como en la temporada de secas, aunque particularmente para esta última, en el caso de los reptiles y mamíferos, puede que sus abundancias sean bajas debido a que su detectabilidad disminuye considerablemente ya sea porque algunas especies estivan, hibernan o simplemente se resguardan hasta la que las condiciones y ambientales mejoran a su vez que incrementan los recursos disponibles (Jiménez-Velazquez, 2012) ; estas especies por lo tanto, son el conjunto de especies residentes que forman parte de las comunidades a lo largo de las diferentes estacionalidades que pueden ocurrir en el sitio y únicamente el 10% de las especies registradas, corresponden propiamente a especies exclusivas a la temporada de lluvias y que están conformadas en su mayoría por el grupo de los anfibios que son altamente dependientes de la cantidad de agua presente en el sitio, lo que refuerza la idea inicial de que aunque las lluvias se han adelantado en este 2026, cronológicamente el periodo de muestreo corresponde aún a la fase final de la estación seca, en donde ya se pueden observar algunas de las especies de la estación lluviosa, la representatividad por estacionalidad se muestra en la siguiente gráfica.

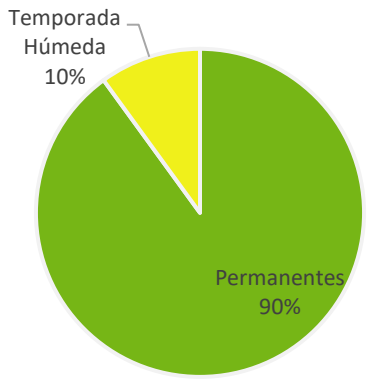


Figura 61. Representatividad de especies por estacionalidad registradas.

De esta representatividad las especies que pertenecen formalmente a la estación lluviosa, corresponden principalmente a las especies de anfibios, los cuales durante la estación seca

mantienen periodos de estivación y/o brumación y que, aunque están en la zona, son prácticamente indetectables, debido a sus hábitos crípticos, tal como en los casos del sapito de pala *(Scaphiopus couchi*) y la rana ovejera (*Hypopachus ustus*), entre otros, además de solo un ave migratoria que únicamente está presente entre las temporadas de primavera y verano que corresponde al Papamoscas rayado común (*Myiodynastes luteiventris*).

Por su parte en cuanto a la residencia y migración de las aves, de las 59 especies en total registradas para toda la zona, 57 de ellas son totalmente residentes de la región, mientras qué, el tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*) se encuentra en mayor proporción localmente en la temporada de invierno (R/MI) y únicamente el Papamoscas rayado común (*Myiodynastes luteiventris*) corresponde a una especie de estacionalidad marcada, estando presente únicamente en la temporada de verano y migrando a otras latitudes hacia la temporada de invierno, su presencia indica esta transición entre la estación seca y lluviosa para la región (Cornell, 2025).

La cantidad de especies de aves que exhiben estos patrones de migración antes mencionados, se muestra de forma gráfica en la siguiente figura.

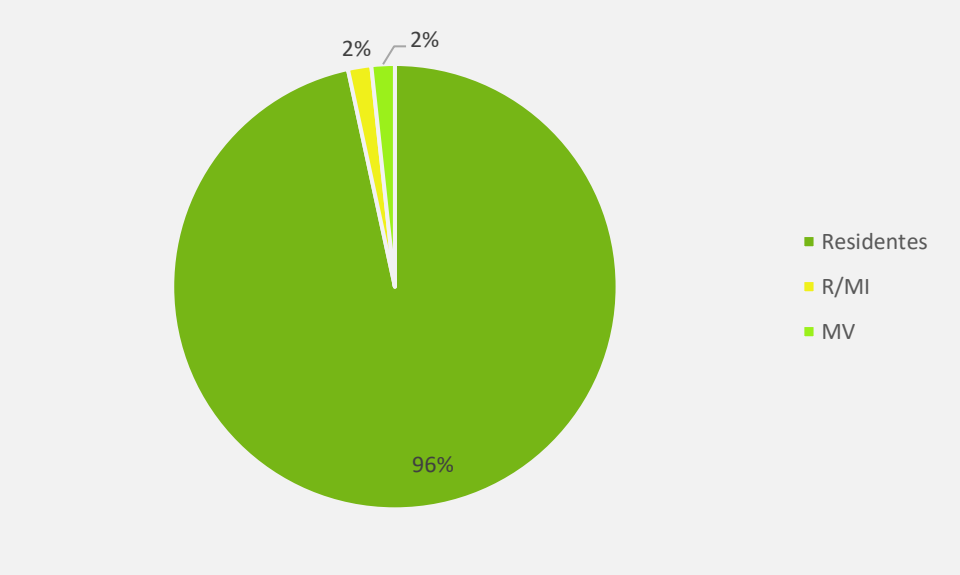


Figura 62. Patrones de migración y residencia, de las especies de aves registradas (R=Residentes, MI= Migratoria de Invierno, MV=Migratoria de Verano).

III.5.7.1 Abundancia de las especies de fauna por tipo de vegetación

III.5.7.1.1 Abundancias en los tipos de vegetación del AP

Conforme a los tipos de vegetación observada en los sitios de muestreo realizados para el AP, se cuenta con nueve sitios que comprenden áreas de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) y cuatro sitios de Pastizal Inducido (PI), teniendo en total 13 transectos o sitios de muestreo que en conjunto mostraron una riqueza total de 71 especies, de las cuales en la VSSBC se registraron 58 especies que corresponden a cinco anfibios, ocho reptiles, 39 especies de aves y seis mamíferos, mientras que en las áreas de PI, se obtuvo una riqueza absoluta de 47 especies, siendo cinco anfibios, seis reptiles, 30 aves y seis mamíferos.

Dentro de esta unidad los anfibios de la VSSBC, presenta una comunidad más diversificada en términos de abundancia, con especies dominantes como *Smilisca baudinii* (0.5263) y especies también abundantes como *Engystomops pustulosus* e *Hypopachus ustus*. En contraste, el PI muestra una fuerte concentración de individuos en pocas especies, destacando nuevamente *Smilisca baudinii* (0.6000) como dominante y *Trachycephalus "vermiculatus"* como moderada, mientras que varias especies están ausentes en este ambiente, lo que indica una reducción en la representación del grupo en el pastizal.

En reptiles, ambas unidades muestran dominancia marcada de *Sceloporus variabilis*, especialmente en el PI (0.5238), lo que refleja su alta adaptabilidad a ambientes abiertos y perturbados. *Aspidoscelis guttatus* también es relevante en ambos sitios, aunque con mayor peso en la VSSBC. La mayoría de las demás especies presentan valores bajos o ausencia en el PI, lo que evidencia una simplificación de la comunidad en este tipo de vegetación.

En aves, la VSSBC presenta una distribución más equilibrada, con varias especies en categorías moderadas y abundantes como *Volatinia jacarina, Dives dives, Pitangus sulphuratus, Crotophaga sulcirostris* y *Melanerpes aurifrons*. En el PI, aunque persisten algunas especies dominantes como *Ardea ibis* (0.1818) y *Crotophaga sulcirostris*, la mayoría de las especies registradas presentan bajas abundancias o están ausentes, lo que refleja una mayor concentración de individuos en pocas especies y una reducción en la representación general del grupo.

En mamíferos, la VSSBC destaca por la dominancia de *Sciurus aureogaster*, mientras que en el PI la dominancia se desplaza hacia *Nyctinomops aurispinosus*, especie ausente en la VSSBC. Esto sugiere una diferenciación clara en el uso del hábitat, donde la vegetación secundaria favorece especies arborícolas, mientras que el pastizal induce la presencia de especies más asociadas a espacios abiertos o de vuelo.

En la siguiente tabla se incluyen los valores de abundancia absoluta y relativa de cada grupo taxonómico.

Tabla 30. Abundancia absolutas y relativas de la fauna registrada por tipo de vegetación en el AP

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
ANFIBIOS							
1	*Incilius valliceps*	1	0.0526	Rara	0	0.0000	Ausente
2	*Rhinella horribilis*	1	0.0526	Rara	8	0.1667	Moderada
3	*Smilisca baudinii*	10	0.5263	Abundante	23	0.4792	Abundante
4	*Trachycephalus vermiculatus*	5	0.2632	Moderada	11	0.2292	Moderada
5	*Engystomops pustulosus*	2	0.1053	Rara	5	0.1042	Rara
6	*Bolitoglossa platydactyla*	0	0.0000	Ausente	1	0.0208	Rara
Totales	**6**	**19**	**1**	-	**48**	**1**	-
REPTILES							
1	*Basiliscus vitattus*	3	0.0283	Rara	0	0.0000	Ausente
2	*Anolis sagrei*	8	0.0755	Rara	1	0.0238	Rara
3	*Anolis sericeus*	7	0.0660	Rara	0	0.0000	Ausente
4	*Ctenosaura acanthura*	13	0.1226	Rara	5	0.1190	Rara
5	*Iguana iguana*	7	0.0660	Rara	1	0.0238	Rara
6	*Sceloporus variabilis*	45	0.4245	Abundante	22	0.5238	Abundante
7	*Hemidactylus frenatus*	0	0.0000	Ausente	2	0.0476	Rara
8	*Aspidoscelis guttatus*	22	0.2075	Moderada	11	0.2619	Moderada

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
9	*Masticophis mentovarius*	1	0.0094	Rara	0	0.0000	Ausente
Totales	**9**	**106**	**1**	-	**42**	**1**	-
AVES							
1	*Dendrocygna autumnalis*	11	0.0455	Moderada	10	0.0568	Rara
2	*Ortalis vetula*	2	0.0083	Rara	2	0.0114	Rara
3	*Colinus virginianus*	18	0.0744	Abundante	2	0.0114	Rara
4	*Columbina inca*	7	0.0289	Rara	5	0.0284	Rara
5	*Columbina passerina*	3	0.0124	Rara	0	0.0000	Ausente
6	*Columbina talpacoti*	6	0.0248	Rara	2	0.0114	Rara
7	*Leptotila verreauxi*	8	0.0331	Moderada	1	0.0057	Rara
8	*Zenaida asiatica*	2	0.0083	Rara	0	0.0000	Ausente
9	*Zenaida macroura*	0	0.0000	Ausente	1	0.0057	Rara
10	*Patagioenas flavirostris*	2	0.0083	Rara	0	0.0000	Ausente
11	*Crotophaga sulcirostris*	18	0.0744	Abundante	17	0.0966	Moderada
12	*Piaya cayana*	3	0.0124	Rara	0	0.0000	Ausente
13	*Nyctidromus albicollis*	2	0.0083	Rara	0	0.0000	Ausente
14	*Amazilia yucatanensis*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
15	*Aramides albiventris*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
16	*Hesperoburhinus bistriatus*	0	0.0000	Ausente	2	0.0114	Rara
17	*Fregata magnificens*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
18	*Ardea ibis*	0	0.0000	Ausente	32	0.1818	Abundante
19	*Coragyps atratus*	9	0.0372	Moderada	17	0.0966	Moderada
20	*Cathartes aura*	4	0.0165	Rara	2	0.0114	Rara
21	*Rupornis magnirostris*	4	0.0165	Rara	1	0.0057	Rara
22	*Glaucidium brasilianum*	2	0.0083	Rara	1	0.0057	Rara
23	*Trogon melanocephalus*	1	0.0041	Rara	2	0.0114	Rara
24	*Momotus lessonii*	3	0.0124	Rara	0	0.0000	Ausente
25	*Melanerpes aurifrons*	9	0.0372	Moderada	9	0.0511	Rara
26	*Dryocopus lineatus*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
27	*Herpetotheres cachinnans*	0	0.0000	Ausente	0	0.0000	Ausente
28	*Micrastur semitorquatus*	2	0.0083	Rara	1	0.0057	Rara
29	*Pachyramphus aglaiae*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
30	*Pitangus sulphuratus*	17	0.0702	Abundante	7	0.0398	Rara
31	*Megarynchus pitangua*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
32	*Myiozetetes similis*	12	0.0496	Moderada	4	0.0227	Rara
33	*Tyrannus melancholicus*	0	0.0000	Ausente	5	0.0284	Rara
34	*Cyanocorax morio*	0	0.0000	Ausente	5	0.0284	Rara
35	*Campylorhynchus zonatus*	10	0.0413	Moderada	0	0.0000	Ausente
36	*Turdus grayi*	14	0.0579	Moderada	11	0.0625	Moderada
37	*Sturnella magna*	0	0.0000	Ausente	7	0.0398	Rara
38	*Psarocolius montezuma*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
39	*Icterus gularis*	13	0.0537	Moderada	1	0.0057	Rara
40	*Agelaius phoeniceus*	0	0.0000	Ausente	1	0.0057	Rara
41	*Dives dives*	11	0.0455	Moderada	6	0.0341	Rara
42	*Quiscalus mexicanus*	4	0.0165	Rara	10	0.0568	Rara
43	*Geothlypis poliocephala*	1	0.0041	Rara	0	0.0000	Ausente
44	*Volatinia jacarina*	22	0.0909	Abundante	9	0.0511	Rara
45	*Sporophila morelleti*	3	0.0124	Rara	2	0.0114	Rara
46	*Saltator atriceps*	4	0.0165	Rara	0	0.0000	Ausente
47	*Saltator grandis*	8	0.0331	Moderada	1	0.0057	Rara
Total	**47**	**242**	**1**	-	**176**	**1**	-
MAMÍFEROS							
1	*Didelphis virginiana*	1	0.0455	Rara	0	0.0000	Ausente
2	*Sylvilagus floridanus*	6	0.2727	Moderada	2	0.1429	Moderada
3	*Sciurus aureogaster*	12	0.5455	Abundante	3	0.2143	Moderada
4	*Artibeus jamaicensis*	0	0.0000	Ausente	1	0.0714	Rara
5	*Glossophaga mutica*	1	0.0455	Rara	0	0.0000	Ausente

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
6	*Molossus molossus*	0	0.0000	Ausente	2	0.1429	Moderada
7	*Nyctinomops aurispinosus*	0	0.0000	Ausente	5	0.3571	Abundante
8	*Procyon lotor*	1	0.0455	Rara	0	0.0000	Ausente
9	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.0455	Rara	1	0.0714	Rara
Total	**9**	**22**	**1**	-	**14**	**1**	-
AA= Abundancia Absoluta; **AR=** Abundancia Relativa; **VSSBC**= Vegetación Secundaria de selva baja caducifolia; **PI=** Pastizal Inducido							

III.5.7.1.2 Abundancias en los tipos de vegetación del AI

Dentro de la unidad ambiental del AI, los anfibios forman una comunidad que estuvo claramente dominada por *Smilisca baudinii*, especie que fue abundante en ambos tipos de vegetación y representó la mayor proporción de los individuos registrados. Las demás especies (*Incilius valliceps, Rhinella horribilis* y *Scaphiopus couchii*) presentaron abundancias bajas y únicamente fueron registradas en la VSSBC, mientras que en el PI sólo se detectó *S. baudinii*, lo que evidencia una comunidad más simplificada en este ambiente.

Para los reptiles, las especies más representativas fueron *Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus variabilis* en la VSSBC, ambas clasificadas como abundantes y concentrando cerca del 86 % de los registros del grupo. En el PI, *Sceloporus variabilis* permaneció como la especie dominante, mientras que *Aspidoscelis guttatus* y *Ctenosaura acanthura* presentaron abundancias moderadas. Especies como *Iguana iguana* y *Hemidactylus frenatus* estuvieron ausentes en el PI, mientras que *Basiliscus vittatus* fue registrada en ambos ambientes con baja abundancia.

La avifauna presentó el mayor número de especies registradas y una distribución de abundancias más heterogénea. En la VSSBC destacó *Crotophaga sulcirostris* como la única especie clasificada como abundante, acompañada por varias especies con abundancias moderadas, entre ellas *Dives dives, Melanerpes aurifrons, Campylorhynchus zonatus, Volatinia jacarina, Icterus gularis, Turdus grayi* y *Columbina inca*. En el PI, *Volatinia jacarina* y *Crotophaga*

sulcirostris fueron las especies más abundantes, mientras que *Pitangus sulphuratus, Icterus gularis* y *Dives dives* presentaron abundancias moderadas. Asimismo, se observaron varias especies exclusivas de cada tipo de vegetación, lo que evidencia diferencias en la composición de la comunidad entre ambos ambientes.

En los mamíferos, *Sciurus aureogaster* fue la especie dominante tanto en la VSSBC como en el PI, concentrando casi la mitad de los registros en ambos casos. *Sylvilagus floridanus* presentó una abundancia moderada en ambos ambientes, mientras que el resto de las especies fueron registradas de manera esporádica. Algunas especies, como *Didelphis virginiana*, *Artibeus jamaicensis* y *Procyon lotor*, únicamente fueron observadas en la VSSBC, mientras que *Molossus molossus* sólo fue registrado en el PI.

Los valores de abundancia y sus categorías se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 31. Abundancia absoluta y relativa de la fauna registrada por tipo de vegetación en el AI

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
ANFIBIOS							
1	*Incilius valliceps*	1	0.1111	Rara	0	0	Ausente
2	*Rhinella horribilis*	1	0.1111	Rara	0	0	Ausente
3	*Smilisca baudinii*	6	0.6667	Abundante	1	1	Abundante
4	*Scaphiopus couchii*	1	0.1111	Rara	0	0	Ausente
Totales	**4**	**9**	**1**	-	**1**	**1**	-
REPTILES							
1	*Basiliscus vitattus*	1	0.0093	Rara	1	0.0250	Rara
2	*Ctenosaura acanthura*	10	0.0935	Rara	8	0.2000	Moderada
3	*Iguana iguana*	2	0.0187	Rara	0	0.0000	Ausente
4	*Sceloporus variabilis*	39	0.3645	Abundante	21	0.5250	Abundante
5	*Hemidactylus frenatus*	2	0.0187	Rara	0	0.0000	Ausente
6	*Aspidoscelis guttatus*	53	0.4953	Abundante	10	0.2500	Moderada
Totales	**6**	**107**	**1**	-	**40**	**1**	-
AVES							
1	*Dendrocygna autumnalis*	7	0.0295	Rara	0	0.0000	Ausente

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
2	*Ortalis vetula*	3	0.0127	Rara	2	0.0140	Rara
3	*Colinus virginianus*	0	0.0000	Ausente	7	0.0490	Rara
4	*Columbina inca*	16	0.0675	Moderada	7	0.0490	Rara
5	*Columbina passerina*	1	0.0042	Rara	2	0.0140	Rara
6	*Columbina talpacoti*	4	0.0169	Rara	7	0.0490	Rara
7	*Leptotila verreauxi*	3	0.0127	Rara	2	0.0140	Rara
8	*Zenaida asiatica*	3	0.0127	Rara	1	0.0070	Rara
9	*Zenaida macroura*	2	0.0084	Rara	0	0.0000	Ausente
10	*Patagioenas flavirostris*	3	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
11	*Streptopelia decaocto*	1	0.0042	Rara	0	0.0000	Ausente
12	*Crotophaga sulcirostris*	28	0.1181	Abundante	21	0.1469	Abundante
13	*Piaya cayana*	1	0.0042	Rara	0	0.0000	Ausente
14	*Nyctidromus albicollis*	2	0.0084	Rara	1	0.0070	Rara
15	*Amazilia yucatanensis*	3	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
16	*Egretta thula*	0	0.0000	Ausente	1	0.0070	Rara
17	*Butorides virescens*	0	0.0000	Ausente	2	0.0140	Rara
18	*Ardea alba*	0	0.0000	Ausente	2	0.0140	Rara
19	*Ardea ibis*	0	0.0000	Ausente	2	0.0140	Rara
20	*Coragyps atratus*	10	0.0422	Moderada	0	0.0000	Ausente
21	*Cathartes aura*	3	0.0127	Rara	1	0.0070	Rara
22	*Rupornis magnirostris*	3	0.0127	Rara	3	0.0210	Rara
23	*Glaucidium brasilianum*	2	0.0084	Rara	0	0.0000	Ausente
24	*Trogon melanocephalus*	3	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
25	*Momotus lessonii*	1	0.0042	Rara	0	0.0000	Ausente
26	*Melanerpes aurifrons*	17	0.0717	Moderada	7	0.0490	Rara
27	*Dryobates scalaris*	0	0.0000	Ausente	3	0.0210	Rara
28	*Micrastur semitorquatus*	2	0.0084	Rara	0	0.0000	Ausente
29	*Caracara plancus*	0	0.0000	Ausente	2	0.0140	Rara
30	*Pachyramphus aglaiae*	4	0.0169	Rara	0	0.0000	Ausente

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
31	*Pitangus sulphuratus*	8	0.0338	Rara	9	0.0629	Moderada
32	*Megarynchus pitangua*	2	0.0084	Rara	1	0.0070	Rara
33	*Myiozetetes similis*	8	0.0338	Rara	4	0.0280	Rara
34	*Tyrannus melancholicus*	1	0.0042	Rara	0	0.0000	Ausente
35	*Cyanocorax morio*	7	0.0295	Rara	2	0.0140	Rara
36	*Campylorhynchus zonatus*	15	0.0633	Moderada	0	0.0000	Ausente
37	*Turdus grayi*	16	0.0675	Moderada	3	0.0210	Rara
38	*Psarocolius montezuma*	2	0.0084	Rara	2	0.0140	Rara
39	*Icterus gularis*	13	0.0549	Moderada	8	0.0559	Moderada
40	*Agelaius phoeniceus*	1	0.0042	Rara	0	0.0000	Ausente
41	*Dives dives*	18	0.0759	Moderada	10	0.0699	Moderada
42	*Quiscalus mexicanus*	0	0.0000	Ausente	2	0.0140	Rara
43	*Thraupis abbas*	0	0.0000	Ausente	1	0.0070	Rara
44	*Volatinia jacarina*	15	0.0633	Moderada	22	0.1538	Abundante
45	*Sporophila morelleti*	1	0.0042	Rara	2	0.0140	Rara
46	*Saltator grandis*	8	0.0338	Rara	4	0.0280	Rara
Total	**46**	**237**	**1**	-	**143**	**1**	-
MAMÍFEROS							
1	*Didelphis virginiana*	2	0.1176	Rara	0	0.0000	Ausente
2	*Sylvilagus floridanus*	3	0.1765	Moderada	2	0.2222	Moderada
3	*Sciurus aureogaster*	8	0.4706	Abundante	5	0.5556	Abundante
4	*Artibeus jamaicensis*	1	0.0588	Rara	0	0.0000	Ausente
5	*Desmodus rotundus*	2	0.1176	Rara	1	0.1111	Rara
6	*Molossus molossus*	0	0.0000	Ausente	1	0.1111	Rara
7	*Procyon lotor*	1	0.0588	Rara	0	0.0000	Ausente
Total	**7**	**17**	**1**	-	**9**	**1**	-

AA= Abundancia Absoluta; **AR=** Abundancia Relativa; **VSSBC**= Vegetación Secundaria de selva baja caducifolia; **PI=** Pastizal Inducido

III.5.7.1.3 Abundancias en los tipos de vegetación de la RE

Finalmente, en cuanto a las abundancias de las especies registradas en la RE se puede observar para los anfibios, que la VSSBC presentó la totalidad de las siete especies registradas y concentró el mayor número de individuos. Las especies *Engystomops pustulosus, Hypopachus ustus* y *Smilisca baudinii* fueron las más abundantes, representando en conjunto cerca del 79 % de los registros del grupo. *Eleutherodactylus leprus* presentó una abundancia moderada, mientras que *Rhinella horribilis* y *Trachycephalus "vermiculatus"* fueron poco abundantes. En contraste, el PI únicamente registró dos especies, predominando *Smilisca baudinii*, seguida de *Incilius valliceps*, ambas clasificadas como abundantes debido al reducido número de individuos registrados en este ambiente.

En los reptiles, las especies *Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus variabilis* fueron las más representativas en la VSSBC, ambas clasificadas como abundantes y concentrando aproximadamente el 69 % de los individuos registrados. *Ctenosaura acanthura* presentó una abundancia moderada, mientras que el resto de las especies fueron raras. En el PI, *Sceloporus variabilis* permaneció como la especie dominante, seguida por *Aspidoscelis guttatus*, que mostró una abundancia moderada. La mayoría de las especies restantes mantuvo bajas abundancias, destacando la ausencia de *Scincella cherriei* en este tipo de vegetación.

La avifauna fue el grupo con mayor riqueza específica. En la VSSBC únicamente *Dives dives* alcanzó la categoría de abundante, mientras que especies como *Crotophaga sulcirostris, Dendrocygna autumnalis, Pitangus sulphuratus, Turdus grayi* y *Saltator grandis* presentaron abundancias moderadas. El resto de las especies se clasificó como rara, aunque varias estuvieron representadas por un número considerable de individuos. En el PI, *Crotophaga sulcirostris, Dives dives* y *Pitangus sulphuratus* fueron las especies abundantes, mientras que *Columbina inca*, *Melanerpes aurifrons, Psarocolius montezuma, Volatinia jacarina* y *Turdus grayi* presentaron abundancias moderadas. También se registraron diversas especies exclusivas de cada tipo de vegetación, reflejando diferencias en la composición de la comunidad.

En los mamíferos, la VSSBC presentó una mayor representación de especies, destacando *Artibeus jamaicensis* como la especie abundante y *Sciurus aureogaster* con abundancia moderada. Las demás especies fueron registradas con pocos individuos. En el PI, *Sciurus*

aureogaster fue la especie dominante, representando la mitad de los registros obtenidos, mientras que *Glossophaga mutica* presentó una abundancia moderada y las demás especies fueron clasificadas como raras; los valores antes descritos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 32. Abundancia absolutas y relativas de la fauna registrada por tipo de vegetación en la RE

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
ANFIBIOS							
1	*Incilius valliceps*	0	0.0000	Ausente	2	0.4000	Abundante
2	*Rhinella horribilis*	2	0.0165	Rara	0	0.0000	Ausente
3	*Eleutherodactylus leprus*	20	0.1653	Moderada	0	0.0000	Ausente
4	*Smilisca baudinii*	27	0.2231	Abundante	3	0.6000	Abundante
5	*Trachycephalus "vermiculatus"*	4	0.0331	Rara	0	0.0000	Ausente
6	*Engystomops pustulosus*	38	0.3140	Abundante	0	0.0000	Ausente
7	*Hypopachus ustus*	30	0.2479	Abundante	0	0.0000	Ausente
Totales	**7**	**121**	**1**	-	**5**	**1**	-
REPTILES							
1	*Basiliscus vitattus*	5	0.0581	Rara	6	0.1132	Rara
2	*Anolis sericeus*	2	0.0233	Rara	2	0.0377	Rara
3	*Ctenosaura acanthura*	12	0.1395	Moderada	7	0.1321	Rara
4	*Iguana iguana*	2	0.0233	Rara	2	0.0377	Rara
5	*Sceloporus variabilis*	29	0.3372	Abundante	21	0.3962	Abundante
6	*Hemidactylus frenatus*	5	0.0581	Rara	2	0.0377	Rara
7	*Scincella cherriei*	1	0.0116	Rara	0	0.0000	Ausente
8	*Aspidoscelis guttatus*	30	0.3488	Abundante	13	0.2453	Moderada
Totales	**8**	**86**	**1**	-	**53**	**1**	-
AVES							
1	*Dendrocygna autumnalis*	17	0.0538	Moderada	7	0.0660	Moderada
2	*Ortalis vetula*	5	0.0158	Rara	3	0.0283	Rara
3	*Colinus virginianus*	4	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
4	*Columbina inca*	2	0.0063	Rara	8	0.0755	Moderada
5	*Columbina talpacoti*	7	0.0222	Rara	0	0.0000	Ausente
6	*Leptotila verreauxi*	12	0.0380	Rara	0	0.0000	Ausente
7	*Zenaida asiatica*	4	0.0127	Rara	1	0.0094	Rara

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
8	*Patagioenas flavirostris*	7	0.0222	Rara	2	0.0189	Rara
9	*Streptopelia decaocto*	3	0.0095	Rara	0	0.0000	Ausente
10	*Crotophaga sulcirostris*	24	0.0759	Moderada	13	0.1226	Abundante
11	*Piaya cayana*	2	0.0063	Rara	1	0.0094	Rara
12	*Nyctidromus albicollis*	6	0.0190	Rara	0	0.0000	Ausente
13	*Amazilia yucatanensis*	2	0.0063	Rara	1	0.0094	Rara
14	*Ardea ibis*	10	0.0316	Rara	0	0.0000	Ausente
15	*Coragyps atratus*	8	0.0253	Rara	1	0.0094	Rara
16	*Cathartes aura*	0	0.0000	Ausente	1	0.0094	Rara
17	*Rupornis magnirostris*	0	0.0000	Rara	1	0.0094	Rara
18	*Glaucidium brasilianum*	4	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
19	*Strix virgata*	1	0.0032	Rara	0	0.0000	Ausente
20	*Trogon melanocephalus*	7	0.0222	Rara	0	0.0000	Ausente
21	*Momotus lessonii*	3	0.0095	Rara	0	0.0000	Ausente
22	*Melanerpes aurifrons*	13	0.0411	Rara	8	0.0755	Moderada
23	*Dryobates scalaris*	4	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
24	*Dryocopus lineatus*	2	0.0063	Rara	0	0.0000	Ausente
25	*Herpetotheres cachinnans*	1	0.0032	Rara	0	0.0000	Ausente
26	*Micrastur semitorquatus*	2	0.0063	Rara	0	0.0000	Ausente
27	*Pachyramphus aglaiae*	3	0.0095	Rara	0	0.0000	Ausente
28	*Pitangus sulphuratus*	18	0.0570	Moderada	9	0.0849	Abundante
29	*Megarynchus pitangua*	2	0.0063	Rara	2	0.0189	Rara
30	*Myiozetetes similis*	9	0.0285	Rara	4	0.0377	Rara
31	*Myiodynastes luteiventris*	0	0.0000	Ausente	2	0.0189	Rara
32	*Tyrannus melancholicus*	3	0.0095	Rara	0	0.0000	Ausente
33	*Cyanocorax morio*	5	0.0158	Rara	2	0.0189	Rara
34	*Pheugopedius maculipectus*	1	0.0032	Rara	1	0.0094	Rara
35	*Campylorhynchus zonatus*	8	0.0253	Rara	0	0.0000	Ausente
36	*Turdus grayi*	16	0.0506	Moderada	5	0.0472	Moderada
37	*Sturnella magna*	2	0.0063	Rara	0	0.0000	Ausente
38	*Psarocolius montezuma*	2	0.0063	Rara	5	0.0472	Moderada
39	*Icterus gularis*	7	0.0222	Rara	3	0.0283	Rara
40	*Agelaius phoeniceus*	1	0.0032	Rara	1	0.0094	Rara

No.	Especies	Abundancias por USV					
		AA VSSBC	AR VSSBC	Categoría de Abundancia	AA PI	AR PI	Categoría de Abundancia
41	*Molothrus aeneus*	4	0.0127	Rara	0	0.0000	Ausente
42	*Dives dives*	39	0.1234	Abundante	9	0.0849	Abundante
43	*Quiscalus mexicanus*	4	0.0127	Rara	2	0.0189	Rara
44	*Thraupis episcopus*	2	0.0063	Rara	0	0.0000	Ausente
45	*Thraupis abbas*	1	0.0032	Rara	0	0.0000	Ausente
46	*Volatinia jacarina*	5	0.0158	Rara	7	0.0660	Moderada
47	*Sporophila morelleti*	8	0.0253	Rara	3	0.0283	Rara
48	*Saltator atriceps*	6	0.0190	Rara	0	0.0000	Ausente
49	*Saltator grandis*	20	0.0633	Moderada	4	0.0377	Rara
Total	**49**	**316**	**1**	-	**106**	**1**	-
MAMÍFEROS							
1	*Didelphis virginiana*	2	0.0625	Rara	1	0.1000	Rara
2	*Sylvilagus floridanus*	2	0.0625	Rara	1	0.1000	Rara
3	*Sciurus aureogaster*	8	0.2500	Moderada	5	0.5000	Abundante
4	*Artibeus jamaicensis*	13	0.4063	Abundante	0	0.0000	Ausente
5	*Sturnira parvidens*	1	0.0313	Rara	0	0.0000	Ausente
6	*Glossophaga mutica*	0	0.0000	Ausente	2	0.2000	Moderada
7	*Molossus molossus*	1	0.0313	Rara	1	0.1000	Rara
8	*Nyctinomops aurispinosus*	2	0.0625	Rara	0	0.0000	Ausente
9	*Rhogeessa tumida*	1	0.0313	Rara	0	0.0000	Ausente
10	*Urocyon cinereoargenteus*	2	0.0625	Rara	0	0.0000	Ausente
Total	**10**	**32**	**1**	-	**10**	**1**	-

AA= Abundancia Absoluta; **AR=** Abundancia Relativa; **VSSBC**= Vegetación Secundaria de selva baja caducifolia; **PI=** Pastizal Inducido

III.5.7.2 Índices de Diversidad (Fauna)

III.5.7.2.1 Diversidad y estructura general

En términos del conocimiento de la estructura ecológica de las comunidades faunísticas que se registraron durante el muestreo tanto del AP, el AI y la RE, se evaluó la diversidad (Shannon H´), la riqueza (Margalef Mg), la equitabilidad (Pielou J´) y la dominancia de Simpson (D) para

obtener un panorama sobre cómo se conforman estas comunidades, cuyos valores obtenidos para cada grupo taxonómico, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 33. Síntesis de los índices de diversidad obtenidos para los grupos faunísticos registrados en las tres unidades ambientales

Grupo Taxonómico	Estudio	Diversidad (Shannon H´)	Riqueza (Margalef Mg)	Equitabilidad (J´)	Dominancia (D)
Anfibios	AP	1.359	1.189	0.7586	0.3189
	AI	1.09	1.303	0.7866	0.4667
	RE	1.602	1.241	0.8232	0.2249
Reptiles	AP	1.62	1.601	0.7373	0.274
	AI	1.178	1.002	0.6577	0.3615
	RE	1.619	1.419	0.7785	0.2489
Aves	AP	3.392	7.456	0.8859	0.04325
	AI	3.323	7.576	0.8678	0.05238
	RE	3.49	7.94	0.8968	0.04322
Mamíferos	AP	1.804	2.232	0.8209	0.2302
	AI	1.476	1.553	0.8237	0.3067
	RE	1.853	2.169	0.8433	0.2115

Conforme a la tabla anterior podemos observar que la estructura ecológica de las comunidades por grupo taxonómico presentan diferencias claras entre las tres unidades ambientales de muestreo, en donde para los anfibios la RE presenta la mayor diversidad dentro de este grupo (H' = 1.602), acompañado por la mayor equitabilidad (J' = 0.8232) y la menor dominancia (D = 0.2249), lo que indica una comunidad relativamente equilibrada, donde las abundancias de las especies se distribuyen de manera homogénea y ninguna especie ejerce un dominio marcado. Este patrón es característico de ambientes que mantienen una mayor heterogeneidad de microhábitats, disponibilidad de sitios reproductivos y condiciones adecuadas de humedad.

El AP muestra una diversidad intermedia de anfibios (H' = 1.359), con una riqueza ligeramente inferior (Mg = 1.189) respecto a las demás unidades. Sin embargo, la equitabilidad (J' = 0.7586) continúa siendo relativamente elevada y la dominancia permanece moderada (D =

0.3189), lo que indica que, aunque el número de especies es ligeramente menor, la comunidad conserva una estructura relativamente estable.

En contraste el AI muestra la menor diversidad (H' = 1.090) y el mayor índice de dominancia (D = 0.4667). Aunque presenta el mayor valor de riqueza (Mg = 1.303), esta riqueza no se traduce en una mayor diversidad debido a que una o pocas especies concentran gran parte de los individuos registrados. Este comportamiento refleja una comunidad menos equilibrada, donde especies oportunistas o tolerantes a la perturbación adquieren predominancia.

La comunidad de reptiles presenta un patrón semejante al observado para los anfibios. En donde la RE alcanza la diversidad más elevada en este grupo (H'=1.619), prácticamente equivalente a la registrada en el AP (H´=1.620), aunque con una mayor equitabilidad (J'= 0.7785) y una menor dominancia (D=0.2489). Esto evidencia una estructura comunitaria ligeramente más balanceada para esta unidad ambiental, por su parte en el AP, se presenta el valor más alto de riqueza (Mg=1.601), indicando que alberga un mayor número de especies de reptiles. Sin embargo, la equitabilidad es ligeramente menor que en la RE (J'= 0.7373), lo que implica una distribución de abundancias menos uniforme.

Por otra parte, el AI registra una reducción importante en todos los parámetros estructurales: diversidad (H'=1.178), riqueza (Mg=1.002) y equitabilidad (J'=0.6577), además de la mayor dominancia (D=0.3615), lo que indica una comunidad simplificada, integrada por un menor número de especies y con una marcada concentración de individuos en pocas de ellas.

Por su lado la ornitofauna constituye el grupo taxonómico con mayor complejidad ecológica dentro del muestreo. En las tres unidades ambientales se registran valores elevados de diversidad (H'>3.3), riqueza (Mg>7.4), equitabilidad (J'>0.86) y una dominancia extremadamente baja (D ≈ 0.04-0.05).

Dentro de estas unidades la RE muestra nuevamente los mayores valores de diversidad (H'=3.490), riqueza (Mg=7.940) y equitabilidad (J'=0.8968), además del menor índice de dominancia (D=0.04322). Estos resultados indican una comunidad altamente estructurada, con numerosas especies representadas por abundancias relativamente similares, característica de

ecosistemas que conservan una amplia diversidad de recursos alimenticios y de sitios para refugio y reproducción.

El AP muestra valores muy cercanos a los registrados en la RE (H'=3.392; Mg=7.456; J'=0.8859), evidenciando que mantiene condiciones ambientales comparables para el establecimiento de la avifauna.

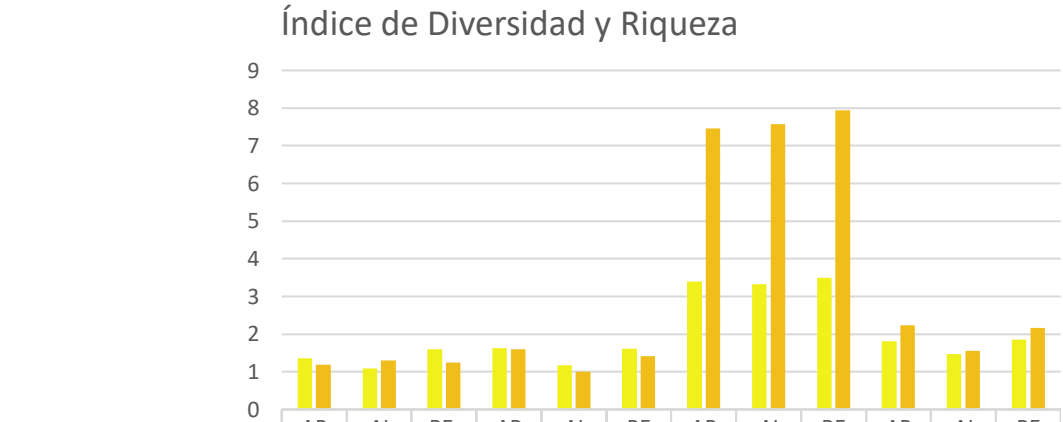
El AI, aunque conserva valores altos de diversidad (H'=3.323) y riqueza (Mg=7.576), presenta la menor equitabilidad y la mayor dominancia del conjunto, lo que refleja una ligera tendencia hacia la concentración de individuos en determinadas especies, que corresponden a aquellas con mayor capacidad de adaptación a ambientes modificados, dadas las condiciones del paisaje de esta unidad.

En los mamíferos se observa nuevamente un gradiente donde la RE presenta la estructura comunitaria más equilibrada. Su diversidad (H'=1.853), equitabilidad (J'=0.8433) y baja dominancia (D=0.2115) indican una comunidad relativamente estable y con una distribución homogénea de individuos entre las especies presentes.

El AP registra valores muy similares (H'=1.804; Mg=2.232; J'=0.8209; D=0.2302), siendo incluso la unidad con la mayor riqueza específica (Mg=2.232). Esto demuestra que el área del proyecto mantiene una representación importante de especies de mamíferos y una estructura comunitaria relativamente conservada.

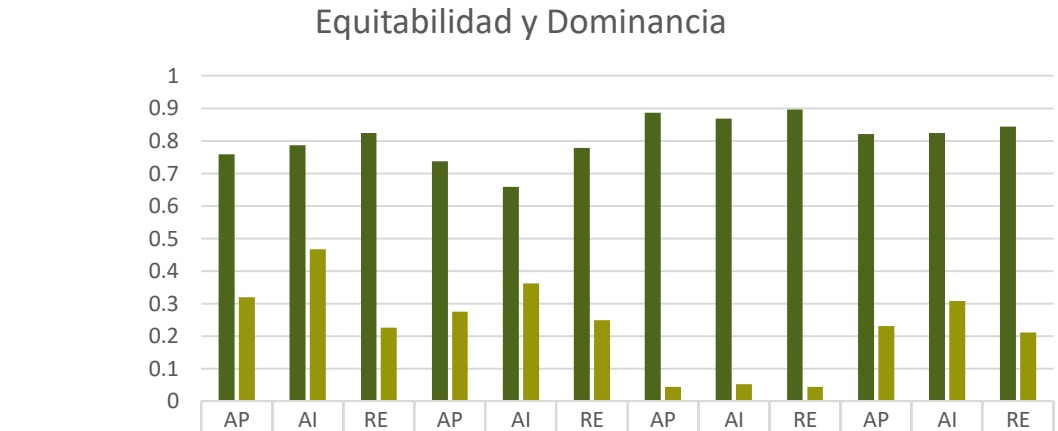
El AI presenta nuevamente la menor diversidad (H'=1.476), la menor riqueza (Mg=1.553) y la mayor dominancia (D=0.3067), aunque mantiene una equitabilidad relativamente elevada (J'=0.8237). Este comportamiento indica que, si bien las especies presentes mantienen abundancias relativamente similares, el número total de especies disminuye respecto al AP y la RE.

Para que la información antes discutida pueda ser más evidente, se muestran a continuación los valores de los índices de diversidad de forma gráfica, en donde se aprecia esta relación entre los valores de diversidad/riqueza y dominancia/equitabilidad de la estructura de las comunidades de forma comparativa entre las tres unidades ambientales de muestreo.



	Anfibios			Reptiles			Ornitofauna			Mastofauna		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Diversidad (Shannon_H´)	1.359	1.09	1.602	1.62	1.178	1.619	3.392	3.323	3.49	1.804	1.476	1.853
Riqueza (Margalef Mg)	1.189	1.303	1.241	1.601	1.002	1.419	7.456	7.576	7.94	2.232	1.553	2.169

Figura 63. Valores de diversidad y riqueza de las comunidades faunísticas por unidad ambiental de muestreo



	Anfibios			Reptiles			Ornitofauna			Mastofauna		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Equitabilidad (J´)	0.7586	0.7866	0.8232	0.7373	0.6577	0.7785	0.8859	0.8678	0.8968	0.8209	0.8237	0.8433
Dominancia (D)	0.3189	0.4667	0.2249	0.274	0.3615	0.2489	0.04325	0.05238	0.04322	0.2302	0.3067	0.2115

Figura 64. Valores de equitabilidad y dominancia de las comunidades faunísticas por unidad ambiental de muestreo.

III.5.7.2.2 Índices de diversidad del AP por tipo de vegetación

El análisis de los índices de diversidad por tipo de vegetación permite evaluar la respuesta de los diferentes grupos taxonómicos a las condiciones ecológicas presentes en la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) y el Pastizal Inducido (PI) dentro de cada unidad ambiental

En el AP, en términos generales, la VSSBC mantiene una estructura ecológica más compleja y favorece una mayor diversidad para la mayoría de los grupos de fauna, mientras que el PI, al representar un ambiente con mayor grado de modificación, presenta comunidades más simplificadas, aunque algunos grupos muestran una notable capacidad de adaptación, los resultados de los índices se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 34. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en el AP

USV	Grupos de Fauna	Riqueza especifica	AA	Diversidad (H´)	Riqueza (Mg)	Equitabilidad (J´)	Dominancia (D-)
VS/SBC	Anfibios	5	19	1.230	1.350	0.760	0.360
	Reptiles	8	106	1.640	1.510	0.790	0.253
	Aves	39	242	3.270	6.920	0.892	0.047
	Mamíferos	6	22	1.247	1.617	0.695	0.380
PI	Anfibios	5	48	1.300	1.030	0.810	0.320
	Reptiles	6	42	1.265	1.337	0.706	0.360
	Aves	30	176	2.917	5.608	0.857	0.075
	Mamíferos	6	14	1.630	1.894	0.910	0.224

Conforme a los valores de la tabla anterior, los anfibios registraron la misma riqueza específica en ambos tipos de vegetación (cinco especies); sin embargo, existen diferencias en la estructura de sus comunidades. En el Pastizal Inducido se obtuvo una diversidad ligeramente superior (H'=1.300) respecto a la VSSBC (H'=1.230), acompañada por una mayor equitabilidad (J'= 0.810 frente a 0.760), lo que indica una distribución más uniforme de los individuos entre las especies presentes. Asimismo, la dominancia fue menor en el PI (D=0.320) que en la VSSBC (D=0.360), sugiriendo una menor concentración de individuos en una sola especie.

No obstante, la riqueza de Margalef fue mayor en la VSSBC (Mg=1.350) que en el PI (Mg=1.030), debido a que este índice considera el tamaño de la muestra y el número total de individuos registrados. En este caso, el mayor número de organismos registrados en el PI (48 individuos) reduce el valor del índice de Margalef aun cuando la riqueza específica sea igual.

Los reptiles muestran un patrón más evidente de preferencia por la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia. En este ambiente se registró una mayor riqueza específica (8 especies), una diversidad considerablemente superior (H'=1.640) y una mayor equitabilidad (J'=0.790), además de la menor dominancia (D=0.253). Por el contrario, el Pastizal Inducido presentó únicamente seis especies, que reflejan una menor diversidad (H'=1.265), menor equitabilidad (J'=0.706) y una dominancia relativamente alta (D=0.360), indicando que pocas especies concentran la mayor parte de los individuos.

La comunidad de aves presentó los mayores valores de diversidad entre todos los grupos taxonómicos evaluados, reflejando la elevada movilidad y capacidad de aprovechamiento de distintos recursos ambientales.

La Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia registró los valores más altos de riqueza específica (39 especies), diversidad (H'=3.270), riqueza de Margalef (Mg=6.920), equitabilidad (J'=0.892) y la menor dominancia (D=0.047). Estos resultados describen una comunidad altamente estructurada, donde numerosas especies presentan abundancias relativamente similares.

En el Pastizal Inducido, aunque la diversidad continúa siendo elevada (H'=2.917), todos los índices muestran una disminución respecto a la VSSBC: la riqueza específica disminuye a 30 especies, la riqueza de Margalef a 5.608, la equitabilidad a 0.857 y la dominancia aumenta hasta 0.075.

Los mamíferos presentan un comportamiento diferente al observado en reptiles y aves. Aunque la riqueza específica fue idéntica en ambos ambientes (seis especies), el Pastizal Inducido registró una diversidad considerablemente mayor (H' = 1.630) respecto a la VSSBC (H' = 1.247).

Asimismo, el PI presentó la mayor riqueza de Margalef (Mg = 1.894), la mayor equitabilidad (J' = 0.910) y la menor dominancia (D = 0.224), mientras que la VSSBC mostró una distribución menos uniforme de abundancias (J' = 0.695) y la mayor dominancia (D = 0.380).

Estos resultados indican que, aunque ambos ambientes albergan el mismo número de especies, en la VSSBC una o pocas especies fueron considerablemente más abundantes, mientras que en el PI las abundancias se distribuyeron de manera mucho más homogénea.

Este patrón puede explicarse por la presencia de mamíferos generalistas y oportunistas dentro de los pastizales inducidos, los cuales aprovechan los ambientes abiertos para alimentación y desplazamiento, mientras que en la vegetación secundaria algunas especies dominantes pueden concentrar gran parte de los registros debido a la disponibilidad de refugios específicos.

Los resultados anteriormente descritos se muestran de forma gráfica en las siguientes figuras:

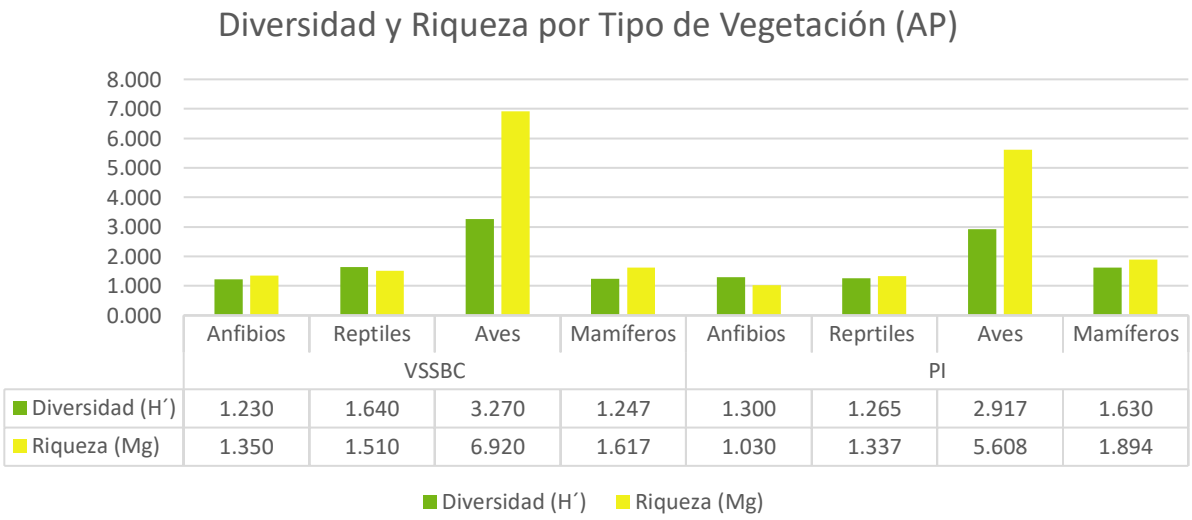


Figura 65. Valores de los índices de diversidad y riqueza por tipo de vegetación en el AP

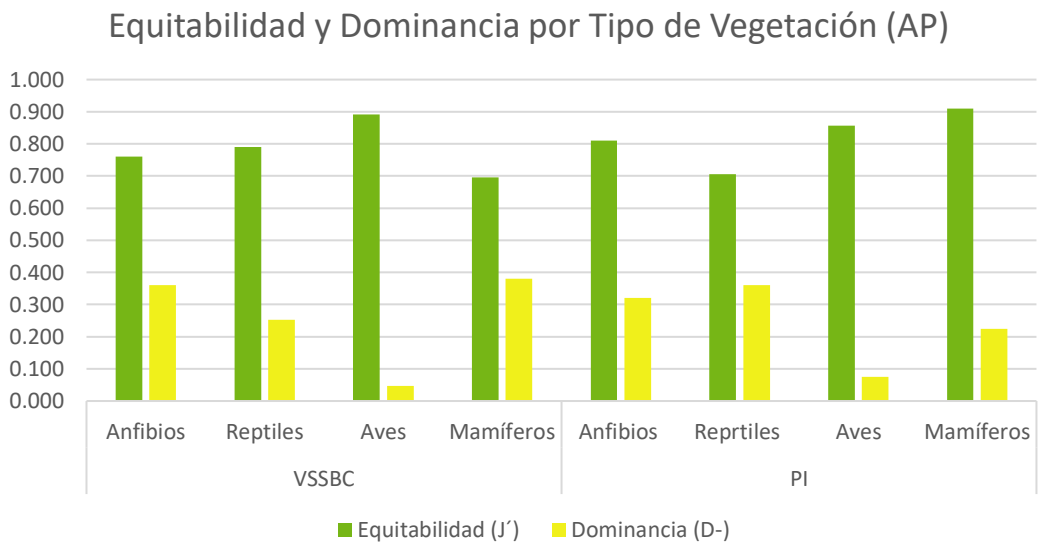


Figura 66. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en el AP

III.5.7.2.3 Índices de diversidad del AI por tipo de vegetación

El análisis de los índices ecológicos obtenidos para la Área de Influencia (AI) evidencia diferencias importantes en la estructura de las comunidades de fauna silvestre entre la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) y el Pastizal Inducido (PI). En términos generales, la VSSBC mantiene una mayor capacidad para albergar comunidades diversas y estructuralmente más complejas, mientras que el PI presenta una simplificación de las comunidades biológicas, particularmente evidente en anfibios y mamíferos, como consecuencia de la menor complejidad estructural y disponibilidad de recursos propios de los ambientes inducidos, los resultados de los índices para esta unidad ambiental se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 35. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en el AI

USV	Grupos de Fauna	Riqueza especifica	AA	Diversidad (H´)	Riqueza (Mg)	Equitabilidad (J´)	Dominancia (D-)
VS/SBC	Anfibios	4	9	1.000	1.360	0.723	0.480
	Reptiles	6	107	1.129	1.070	0.630	0.387
	Aves	37	237	3.178	6.583	0.881	0.054

USV	Grupos de Fauna	Riqueza especifica	AA	Diversidad (H´)	Riqueza (Mg)	Equitabilidad (J´)	Dominancia (D-)
	Mamíferos	6	17	1.497	1.764	0.835	0.287
PI	Anfibios	1	1	0.000	0.000	0.000	1.000
	Reptiles	4	40	1.099	0.813	0.792	0.378
	Aves	31	143	2.990	6.044	0.870	0.072
	Mamíferos	4	9	1.149	1.365	0.828	0.382

Conforme a los resultados de la tabla anterior podemos observar que, la comunidad de anfibios muestra el mayor contraste entre ambos tipos de vegetación. En la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia se registraron cuatro especies y nueve individuos, obteniéndose una diversidad de Shannon de H'=1.000, una riqueza de Margalef de Mg=1.360, una equitabilidad de J'=0.723 y una dominancia de D=0.480. Estos valores indican una comunidad de baja diversidad, aunque integrada por varias especies que mantienen una distribución relativamente equilibrada de sus abundancias.

En contraste, el Pastizal Inducido registró únicamente una especie y un individuo, lo que produjo valores nulos de diversidad, riqueza y equitabilidad, mientras que la dominancia alcanzó el valor máximo posible (D=1.000). Este resultado refleja una comunidad extremadamente simplificada y sin estructura ecológica, donde toda la muestra corresponde a una única especie; este patrón es consistente con la alta dependencia que presentan los anfibios respecto a ambientes con elevada humedad, cobertura vegetal, hojarasca y microhábitats protegidos. La sustitución de la vegetación secundaria por pastizales reduce significativamente la disponibilidad de estos elementos, limitando la permanencia de la mayoría de las especies y favoreciendo únicamente la presencia ocasional de especies altamente tolerantes a ambientes abiertos.

Los reptiles también muestran una clara preferencia por la VSSBC. En este ambiente se registraron seis especies y 107 individuos, alcanzando una diversidad de H'=1.129, una riqueza de Mg=1.070, una equitabilidad de J'=0.630 y una dominancia de D=0.387; en comparación con el PI, en donde la riqueza específica disminuyó a cuatro especies y la riqueza de Margalef se redujo hasta Mg=0.813. La diversidad fue ligeramente menor (H'=1.099), mientras que la equitabilidad aumentó hasta J'=0.792 y la dominancia disminuyó ligeramente (D=0.378).

La avifauna constituye nuevamente el grupo con mayor diversidad ecológica dentro de ambos tipos de vegetación, las diferencias entre ambos ambientes reflejan la estrecha relación entre la diversidad de aves y la complejidad estructural de la vegetación. La VSSBC ofrece una mayor disponibilidad de estratos arbóreos y arbustivos, sitios de anidación, refugios y recursos tróficos, permitiendo la coexistencia de especies insectívoras, frugívoras, nectarívoras y granívoras. Por el contrario, los pastizales inducidos presentan una estructura vegetal simplificada que limita la presencia de especies especialistas y favorece principalmente aves asociadas a espacios abiertos.

En los mamíferos también se observa una reducción importante de la diversidad asociada al cambio de uso del suelo existente, en donde el pastizal mantiene una comunidad integrada principalmente por especies generalistas capaces de utilizar ambientes abiertos, mientras que la vegetación secundaria proporciona condiciones más favorables para un mayor número de especies, especialmente aquellas que requieren cobertura vegetal para refugio, alimentación y desplazamiento.

La Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia registró seis especies y 17 individuos, obteniendo una diversidad de H'=1.497, una riqueza de Margalef de Mg=1.764, una equitabilidad de J'=0.835 y una dominancia de D=0.287; Por su parte, el Pastizal Inducido presentó únicamente cuatro especies y nueve individuos, reduciendo la diversidad hasta H'=1.149, la riqueza a Mg=1.365 y aumentando la dominancia a D=0.382, mientras que la equitabilidad permaneció relativamente alta (J'=0.828).

Todos los valores de los índices de diversidad obtenidos para el AI en sus tipos de vegetación se muestran de forma gráfica en las siguientes figuras a fin de facilitar su comparación.

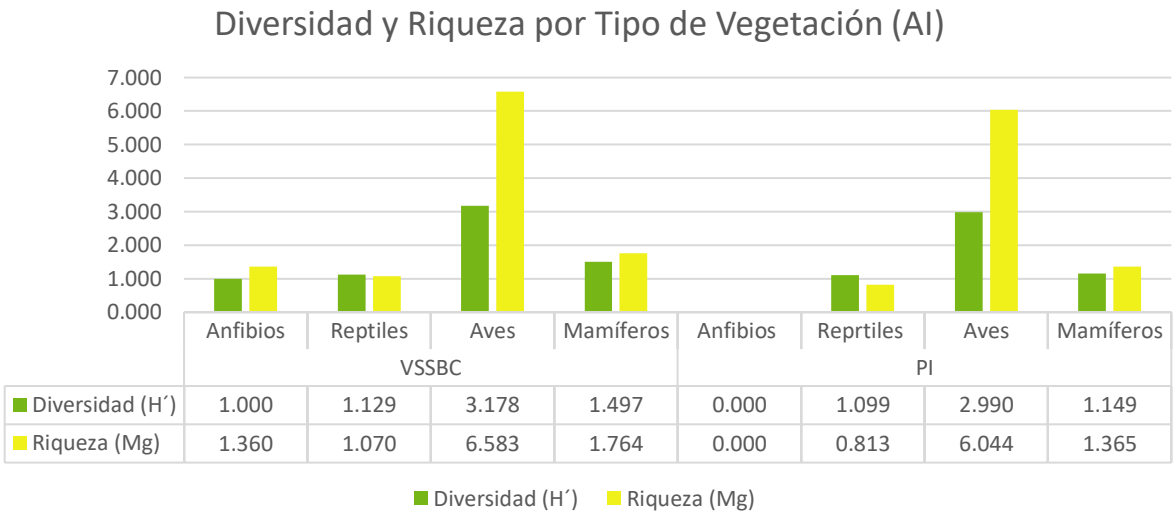


Figura 67. Valores de los índices de diversidad y riqueza por tipo de vegetación en el AI

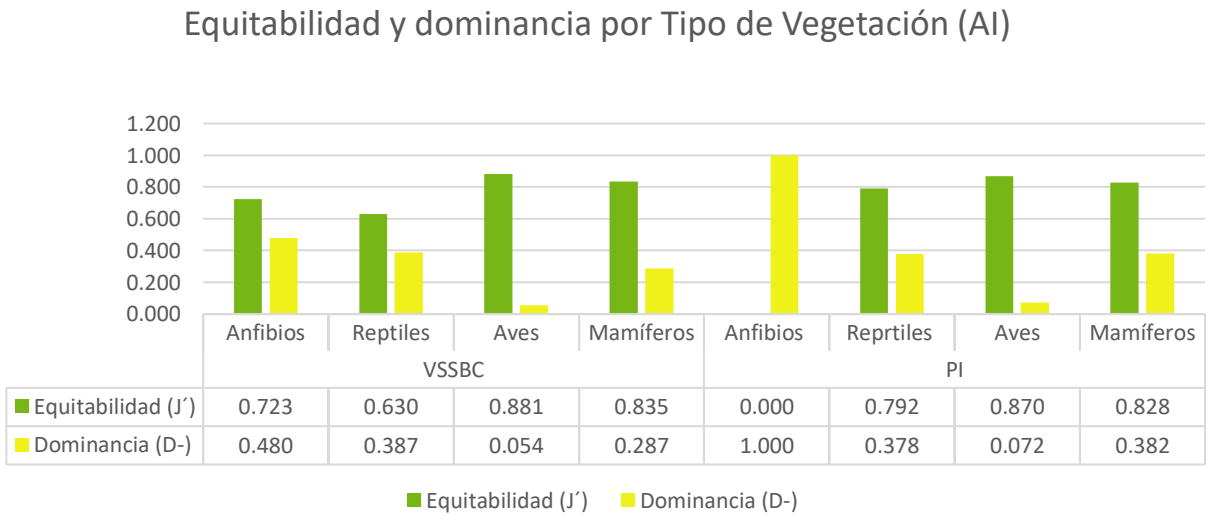


Figura 68. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en el AI

III.5.7.2.4 Índices de diversidad de la RE por tipo de vegetación

El análisis de los índices ecológicos obtenidos para la Región ecológica (RE) muestra un patrón consistente de mayor complejidad estructural y diversidad biológica en la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) respecto al Pastizal Inducido (PI). La VSSBC

concentra los mayores valores de riqueza específica para todos los grupos taxonómicos, reflejando que este tipo de vegetación constituye el principal hábitat para la fauna silvestre regional. En contraste, el PI mantiene comunidades conformadas principalmente por especies generalistas con alta capacidad de adaptación a ambientes abiertos y modificados, aunque en algunos grupos se observan valores elevados de equitabilidad que indican una distribución relativamente homogénea de las abundancias, los resultados de estos índices para esta unidad ambiental se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 36. Índices de diversidad de la estructura faunística por tipo de vegetación en la RE

USV	Grupos de Fauna	Riqueza especifica	AA	Diversidad (H´)	Riqueza (Mg)	Equitabilidad (J´)	Dominancia (D-)
VS/SBC	Anfibios	6	121	1.522	1.042	0.849	0.238
	Reptiles	8	86	1.566	1.571	0.753	0.262
	Aves	46	316	3.418	7.818	0.892	0.045
	Mamíferos	9	32	1.730	2.308	0.787	0.246
PI	Anfibios	2	5	0.673	0.621	0.970	0.520
	Reptiles	7	53	1.596	1.511	0.820	0.251
	Aves	27	106	2.989	5.575	0.907	0.061
	Mamíferos	5	10	1.359	1.737	0.844	0.320

Tal como puede observarse en la tabla anterior, la comunidad de anfibios presenta una marcada diferencia entre ambos tipos de vegetación, en donde la VSSBC registró seis especies y 121 individuos, alcanzando una diversidad de H'=1.522, una riqueza de Margalef de Mg=1.042. Estos valores describen una comunidad relativamente diversa y bien estructurada, donde las abundancias se distribuyen de manera equilibrada entre las especies presentes, en contraste con el Pastizal Inducido, en donde únicamente se registraron dos especies y cinco individuos, obteniéndose una diversidad considerablemente menor (H'=0.673) y una riqueza de Margalef de apenas Mg=0.621. Este comportamiento confirma la elevada dependencia de los anfibios respecto a ambientes con cobertura vegetal, humedad y disponibilidad de refugios. La vegetación secundaria mantiene condiciones microclimáticas favorables para estos organismos, mientras que los pastizales inducidos presentan una mayor exposición solar, menor retención de humedad y una oferta limitada de microhábitats.

En reptiles, ambos tipos de vegetación presentan valores relativamente similares de diversidad; sin embargo, existen diferencias importantes en la composición de las comunidades; aunque la diversidad es marginalmente superior en el PI, la riqueza específica continúa siendo mayor en la VSSBC. La diferencia obedece principalmente a una distribución más uniforme de las abundancias en el pastizal inducido, mientras que en la vegetación secundaria algunas especies fueron relativamente más abundantes.

Desde el punto de vista de la estructura ecológica, estos resultados indican que el Pastizal Inducido mantiene una comunidad integrada principalmente por reptiles generalistas capaces de utilizar ambientes abiertos para termorregular y desplazarse. Sin embargo, la VSSBC continúa proporcionando una mayor variedad de nichos ecológicos y refugios que permiten la presencia de un mayor número de especies, incluyendo aquellas con requerimientos de hábitat más específicos.

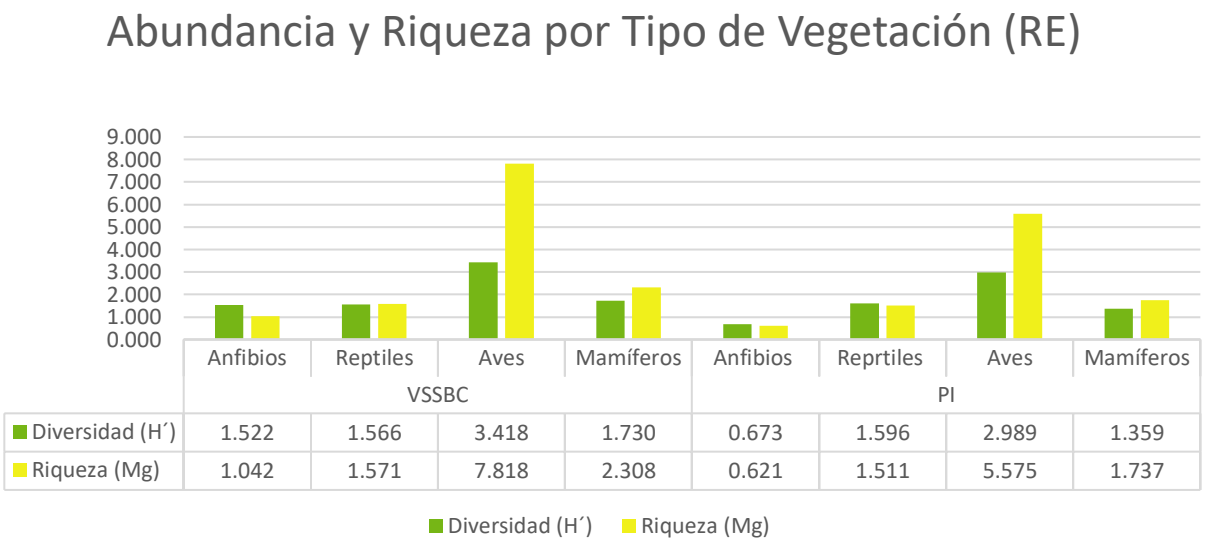
La avifauna se posiciona nuevamente como el grupo taxonómico con mayor diversidad y riqueza dentro de la RE. La Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia registró 46 especies y 316 individuos, alcanzando una diversidad de H'=3.418, una riqueza de Margalef de Mg=7.818, una equitabilidad de J'=0.892 y una dominancia muy baja (D=0.045), mientras que en el Pastizal Inducido se registraron 27 especies y 106 individuos, obteniendo una diversidad de H'=2.989, una riqueza de Mg=5.575, una equitabilidad ligeramente superior (J'=0.907) y una dominancia de D=0.061.

La disminución de casi veinte especies entre ambos ambientes exhibe la estrecha relación entre la diversidad de aves y la complejidad estructural de la vegetación. La VSSBC ofrece una mayor disponibilidad de estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, así como una amplia diversidad de recursos alimenticios y sitios de refugio, permitiendo el establecimiento de especies con diferentes estrategias ecológicas; aunque la equitabilidad es ligeramente mayor en el PI, ello refleja únicamente que las especies presentes mantienen abundancias semejantes, sin compensar la importante pérdida de riqueza y diversidad ocasionada por la simplificación del hábitat.

Los mamíferos también muestran una clara preferencia por la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia. En este ambiente se registraron nueve especies y 32 individuos, obteniendo

una diversidad de H'=1.730, una riqueza de Margalef de Mg=2.308, una equitabilidad de J'=0.787 y una dominancia de D=0.246. En el Pastizal Inducido únicamente se registraron cinco especies y diez individuos, reduciéndose la diversidad hasta H'=1.359, la riqueza de Margalef a Mg=1.737, mientras que la equitabilidad aumentó ligeramente (J'=0.844) y la dominancia se incrementó hasta D=0.320., indicando que la vegetación secundaria mantiene una comunidad más diversa y funcional, proporcionando refugios, cobertura vegetal y mayor disponibilidad de recursos alimenticios. En contraste, el pastizal inducido limita la presencia de especies especialistas y favorece principalmente mamíferos oportunistas con mayor capacidad para utilizar ambientes abiertos o perturbados al igual que en lo observado para el AP.

Los valores de los índices por tipo de vegetación para esta unidad ambiental se muestran en las siguientes figuras:



	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reprtiles	Aves	Mamíferos
	VSSBC				PI			
Diversidad (H´)	1.522	1.566	3.418	1.730	0.673	1.596	2.989	1.359
Riqueza (Mg)	1.042	1.571	7.818	2.308	0.621	1.511	5.575	1.737

Figura 69. Valores de los índices de abundancia y riqueza por tipo de vegetación en la RE

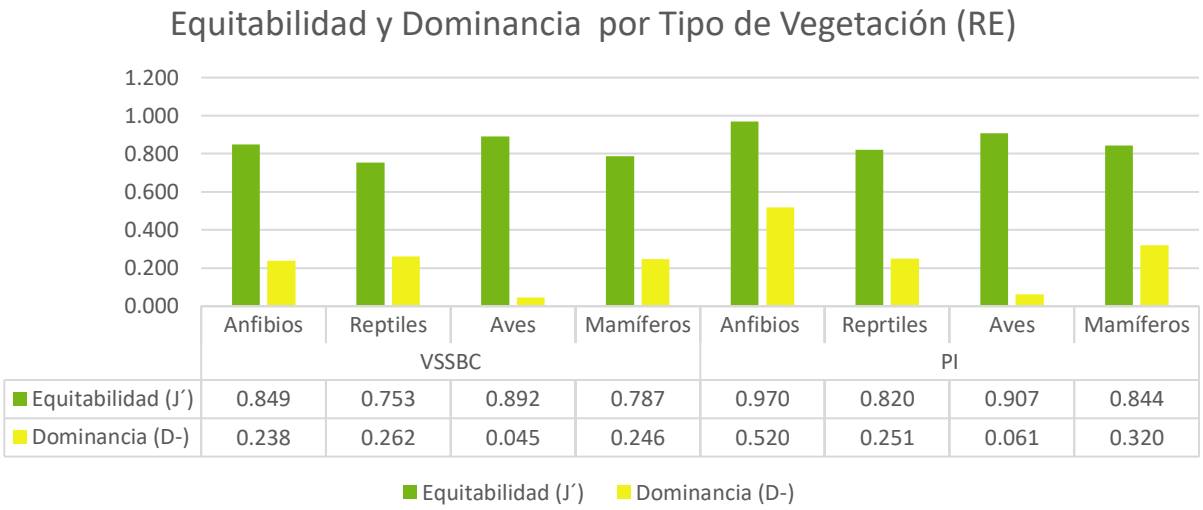


Figura 70. Valores de los índices de equitabilidad y dominancia por tipo de vegetación en la RE

III.5.7.3 Suficiencia del Muestreo de Fauna Silvestre

III.5.7.3.1 Suficiencia del muestreo de fauna obtenida por tipo de vegetación del AP

Tal como se indica en la metodología, para la obtención del grado de suficiencia de muestreo de fauna silvestre se elaboraron las curvas de acumulación a partir de la obtención de los valores esperados de completitud mediante el uso de estimadores no paramétricos basados en la abundancia de las especies, siendo estos los estimadores de Chao 1 y Bootstrap.

De esta forma se obtuvo que para el AP en los dos tipos de vegetación muestreados y para todos los grupos taxonómicos, se ha obtenido un valor de completitud de muestreo superior al 80%, e incluso en algunos de ellos siendo este hasta del 100%, indicando que para todos los casos esta unidad de muestreo cuenta con la representatividad suficiente y que si bien algunos grupos muestran valores aún crecientes de completitud, las especies restantes pueden ser aquellas de hábitos mayormente selectivos o "raras" y que por lo tanto la comunidad principal se encuentre bien representada con este esfuerzo de muestreo empleado.

Los valores de completitud obtenidos para cada grupo taxonómico por tipo de vegetación para esta unidad se muestran resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 37. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas del AP

Unidad Ambiental	Grupos taxonómicos	No. de especies registradas	Especies estimadas (Chao 1)	Especies estimadas (Bootstrap)	% de Completitud de Chao 1	% de Completitud de Bootstrap
VS/SBC	Anfibios	5	6.89	6.14	87.08%	97.72%
	Reptiles	7	7	7.14	100%	98.04%
	Aves	32	37.31	36.44	85.77%	87.82%
	Mamíferos	4	4.95	4.69	80.81%	85.29%
PI	Anfibios	4	4	4.45	100%	89.89%
	Reptiles	4	4.97	4.64	80.48%	86.21%
	Aves	18	20.07	22.24	89.69%	80.94%
	Mamíferos	4	4.22	4.76	94.79%	84.03%

En las siguientes gráficas se muestran las curvas de acumulación de las especies registradas y su valor de completitud conforme a los estimadores de CHAO 1 y Bootstrap.

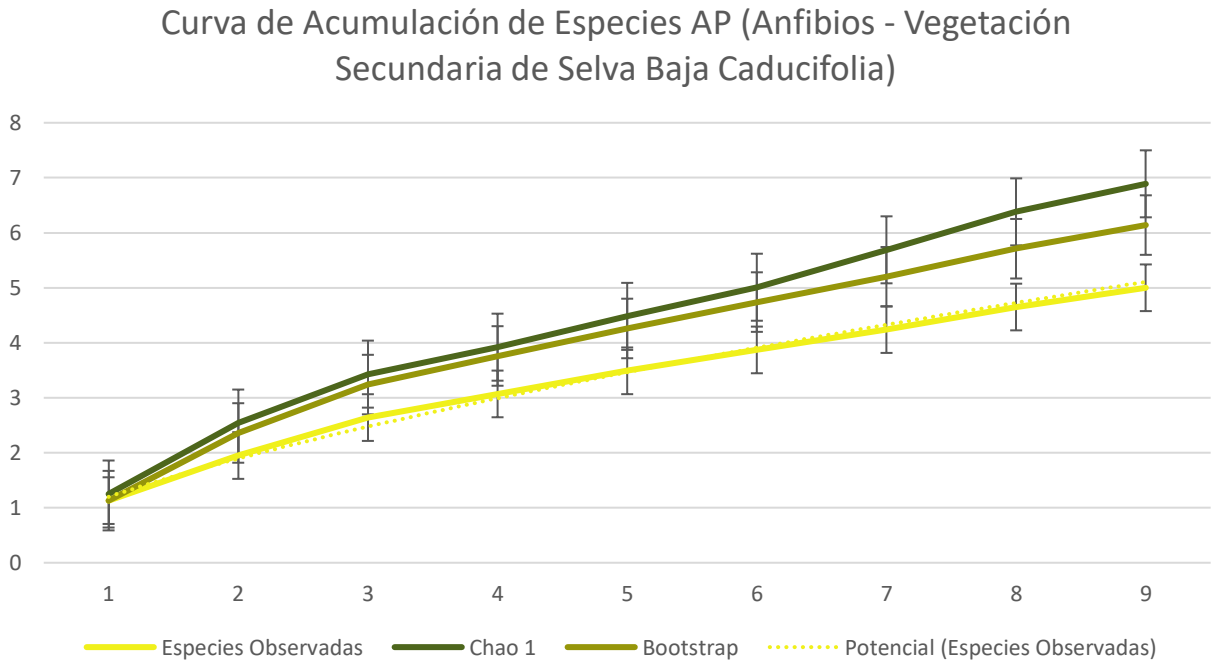


Figura 71. Curva de acumulación de los anfibios registrados en la VSSBC del AP

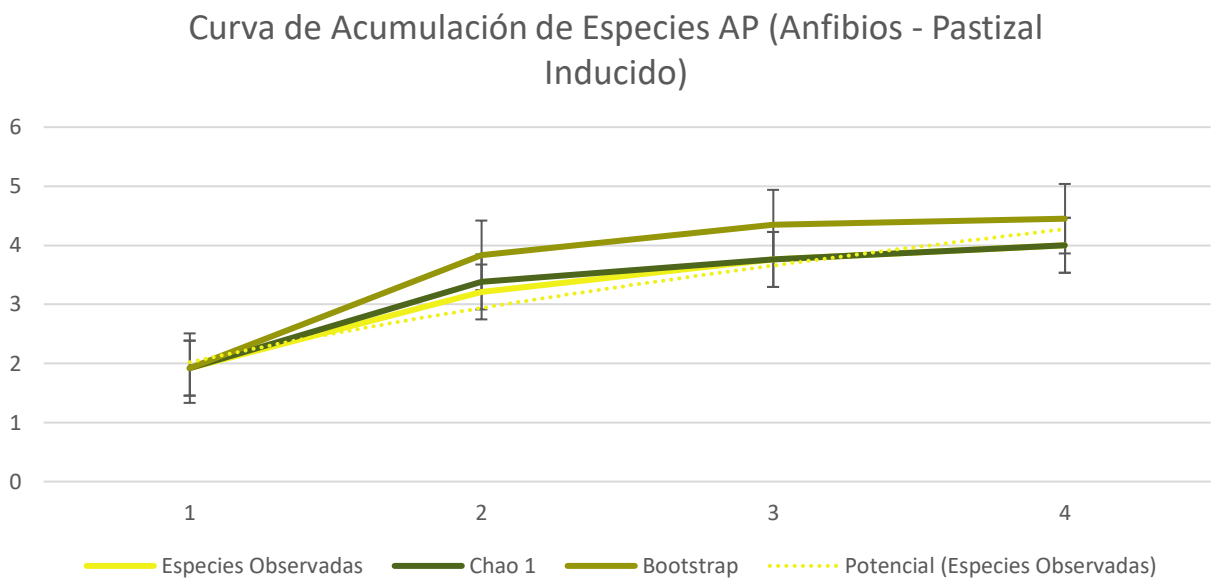


Figura 72. Curva de acumulación de anfibios registrados en el PI del AP.

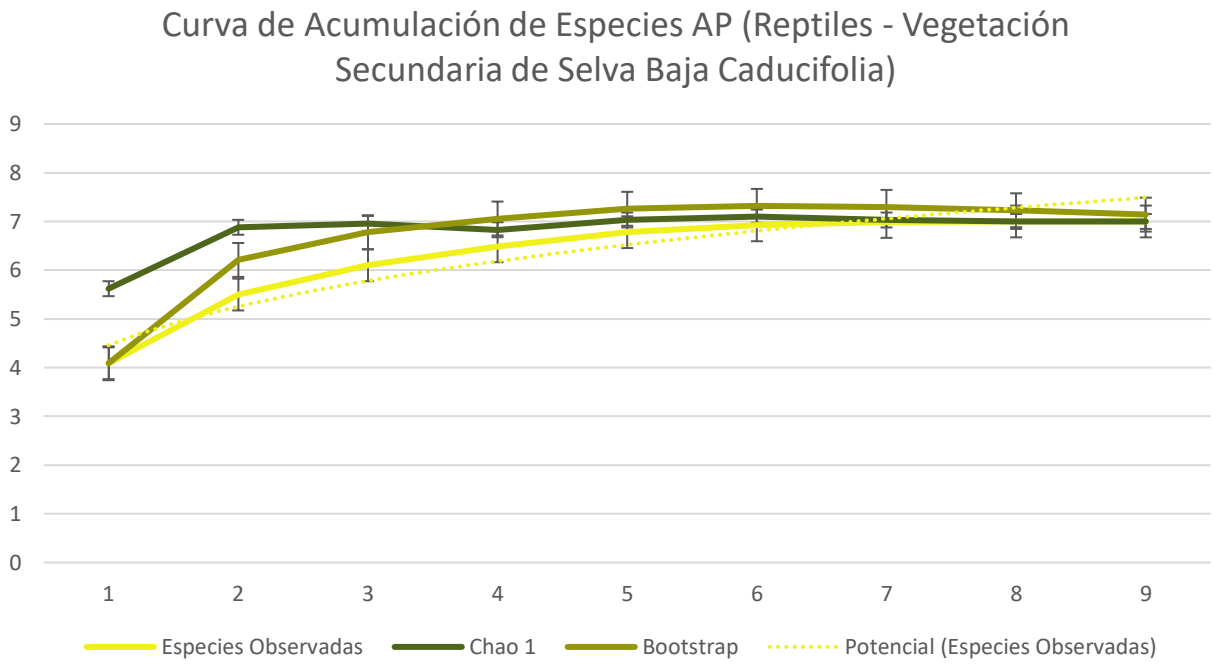


Figura 73. Curva de acumulación de reptiles registrados en la VSSBC del AP

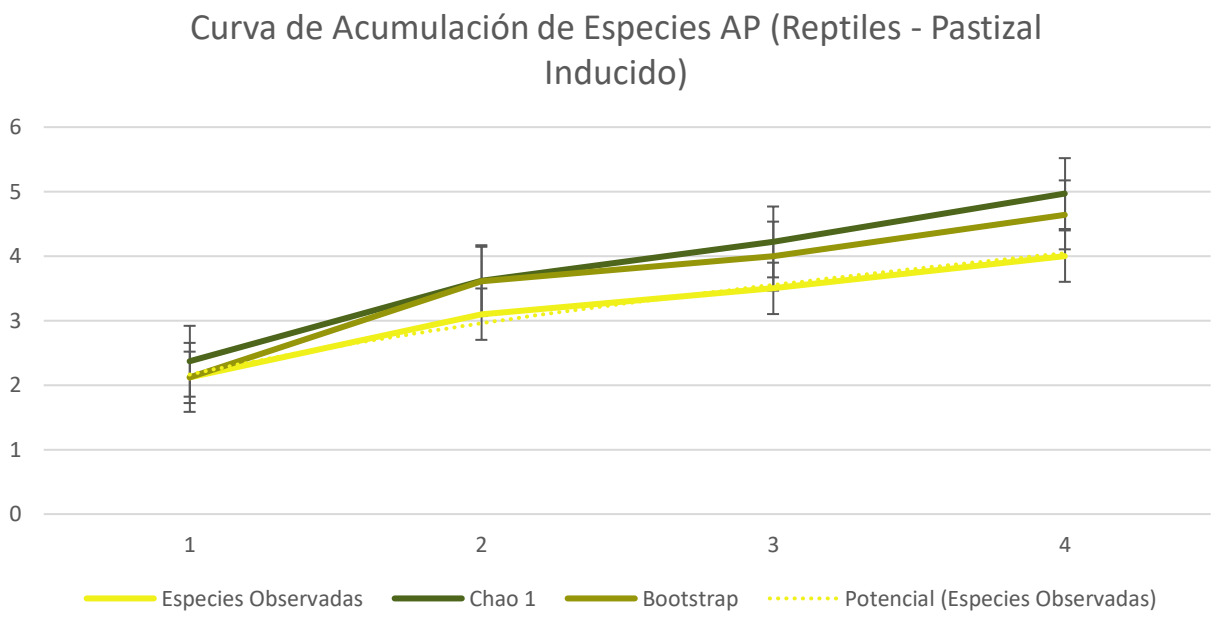


Figura 74. Curva de acumulación de reptiles registrado en el PI del AP

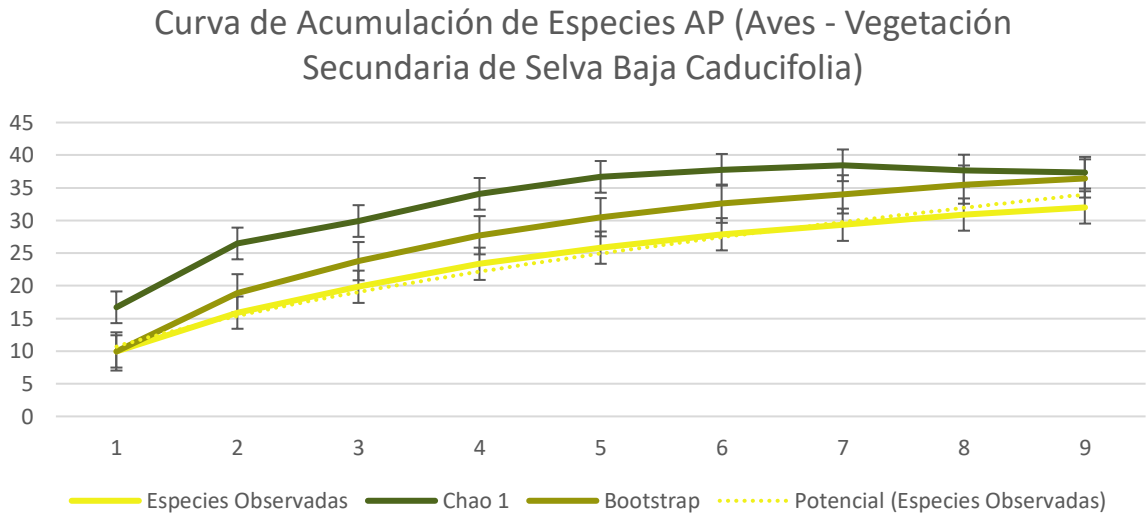


Figura 75. Curva de acumulación de aves registradas en la VSSBC del AP

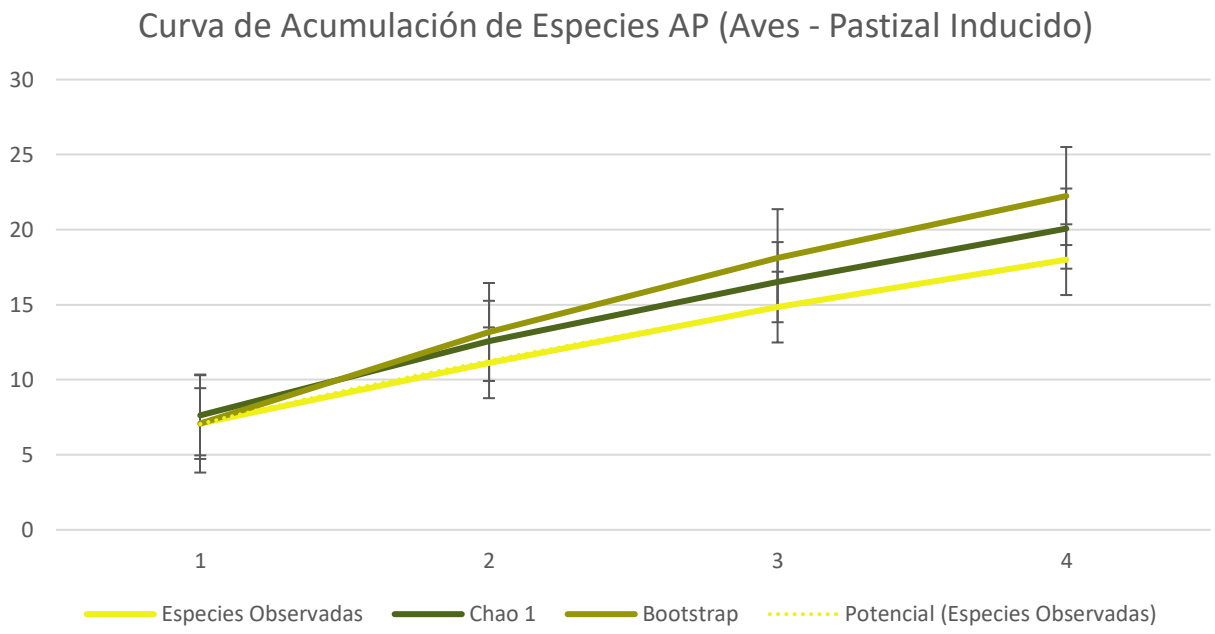


Figura 76. Curva de acumulación de aves registradas en el PI del AP.

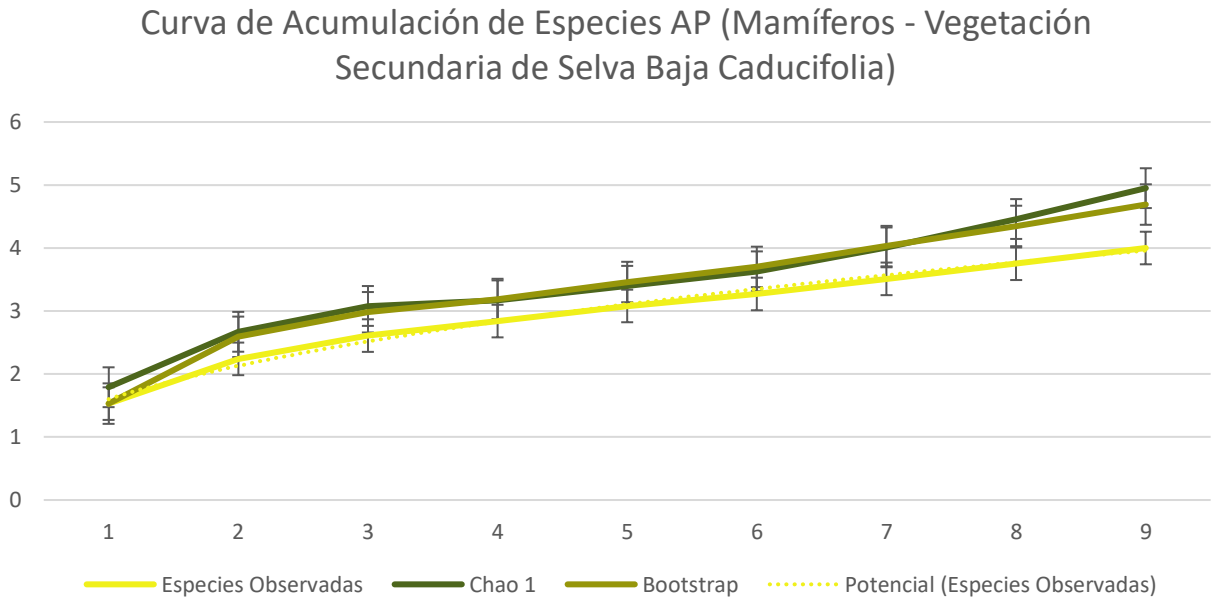


Figura 77. Curva de acumulación de mamíferos registrados en la VSSBC del AP

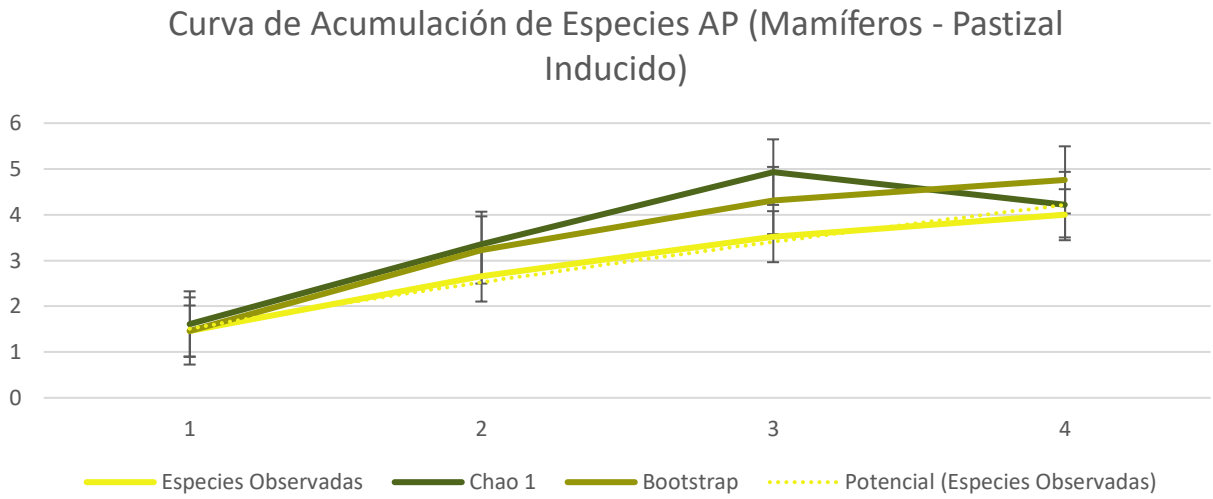


Figura 78. Curva de acumulación de mamíferos registrados en el PI del AP

III.5.7.3.2 Suficiencia de muestreo de la fauna obtenida por tipo de vegetación del AI

En cuanto a la suficiencia del muestreo de fauna silvestre realizado para los tipos de vegetación del área de influencia, la mayoría de los grupos obtienen valores por encima del 80% de completitud, considerándose esta como una suficiencia adecuada para el conocimiento general de la diversidad de esta unidad y de sus tipos de vegetación.

Con excepción de los anfibios que para el caso de la VSSBC obtienen un valor de 77.82% que es cercano al valor optimo del 80%, este valor está principalmente dado, por la presencia de algunas de estas especies que pueden ser propiamente de la temporada de lluvias, cuya ocurrencia aún no es máxima y que dada la temporalidad en la que se efectuó el muestreo es probable el registro de las primeras especies propias de la temporada lluviosa; por otro lado en cuanto a este mismo grupo taxonómico para el Pastizal Inducido, sólo se registró una especie, que es consistente por ser áreas con una mayor exposición solar y que por lo tanto en este ambiente al presencia de anfibios puede estar limitada a aquellas que son mayormente resistentes a la desecación o bien el incremento en la riqueza de este grupo en este tipo de vegetación puede verse incrementado con el aumento de la humedad y charcas temporales que pueden formarse durante el clímax de la estación lluviosa.

Sin embargo, como puede observarse en la siguiente tabla, el resto de los grupos taxonómicos en ambos tipos de vegetación, obtuvieron valores de suficiencia de muestreo superiores y todos ellos por arriba del valor mínimo considerado como óptimo de acuerdo con Pineda-López y Verdu Faraco, 2013.

Tabla 38. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas del AI

Unidad Ambiental	Grupos taxonómicos	No. de especies registradas	Especies estimadas (Chao 1)	Especies estimadas (Bootstrap)	% de Completitud de Chao 1	% de Completitud de Bootstrap
VS/SBC	Anfibios	4	6.67	5.14	59.97%	77.82%
	Reptiles	6	6.25	6.55	96%	91.60%
	Aves	30	32.49	33.95	92.34%	88.37%
	Mamíferos	5	5.23	5.82	95.60%	85.91%
PI	Anfibios	1	-	-	-	-
	Reptiles	3	3	3.32	100%	90.36%
	Aves	19	20.13	23.3	94.39%	81.55%
	Mamíferos	2	2	2.13	100%	93.90%

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de las especies registradas por tipo de vegetación en el AI.

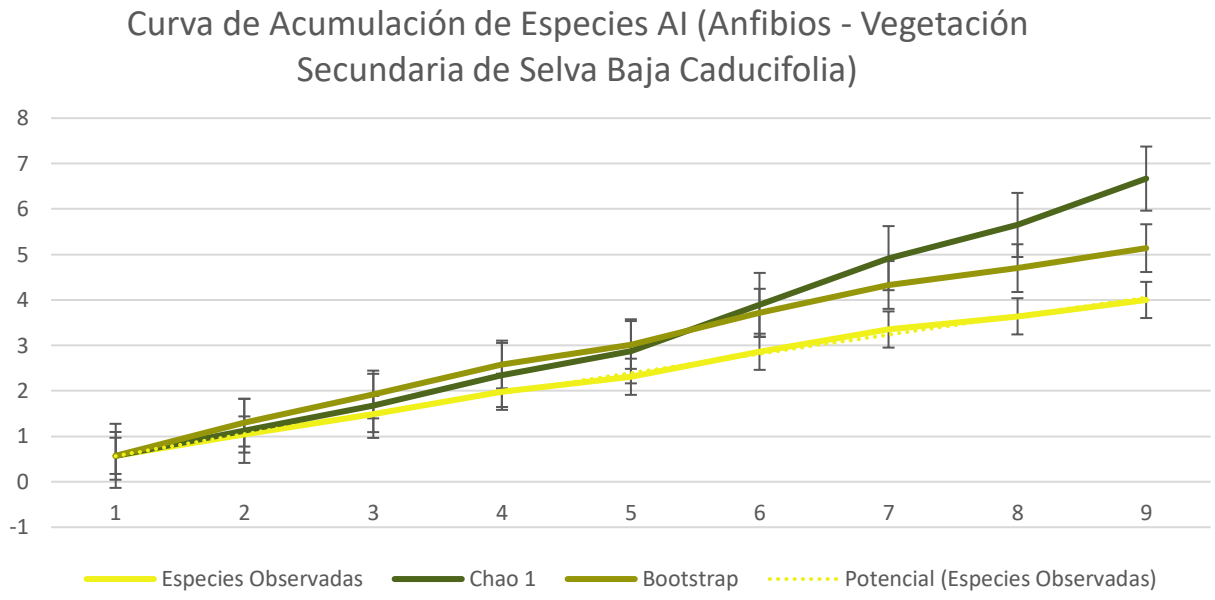


Figura 79. Curva de acumulación de los anfibios registrados en la VSSBC del AI

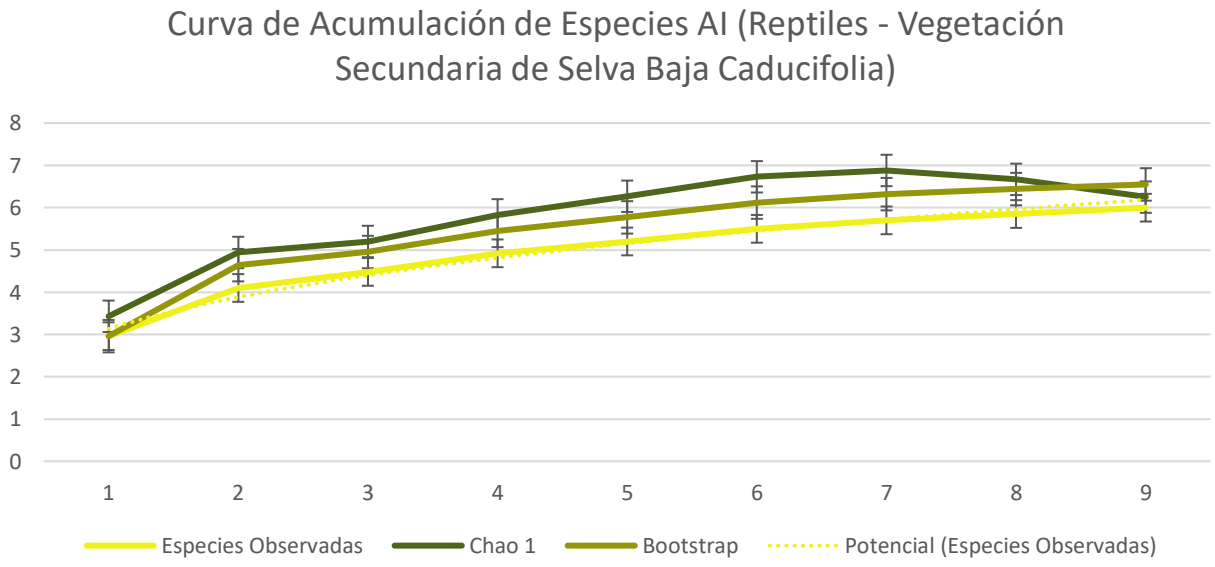


Figura 80. Curva de acumulación de los reptiles registrados en la VSSBC del AI

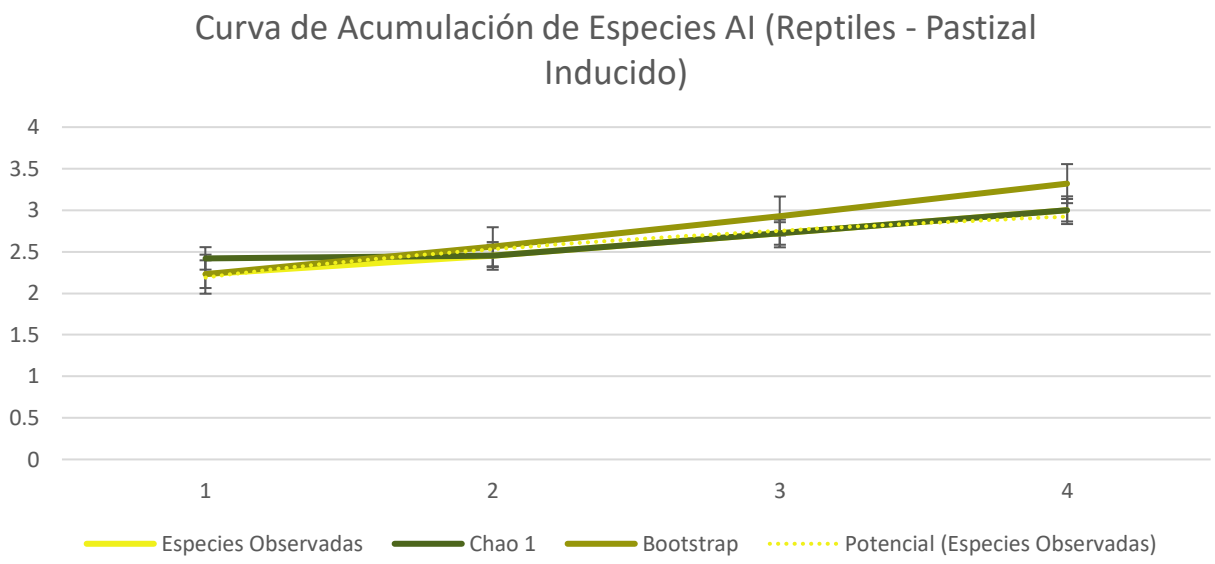


Figura 81. Curva de acumulación de los reptiles registrados en el PI del AI

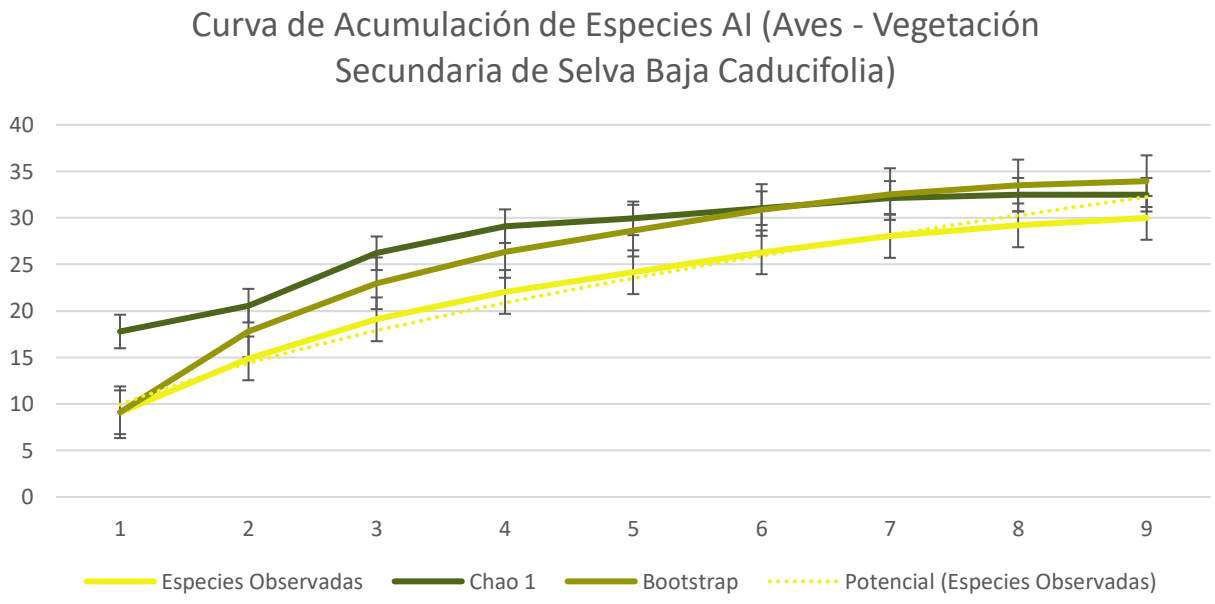


Figura 82. Curva de acumulación de las aves registradas en la VSSBC del AI

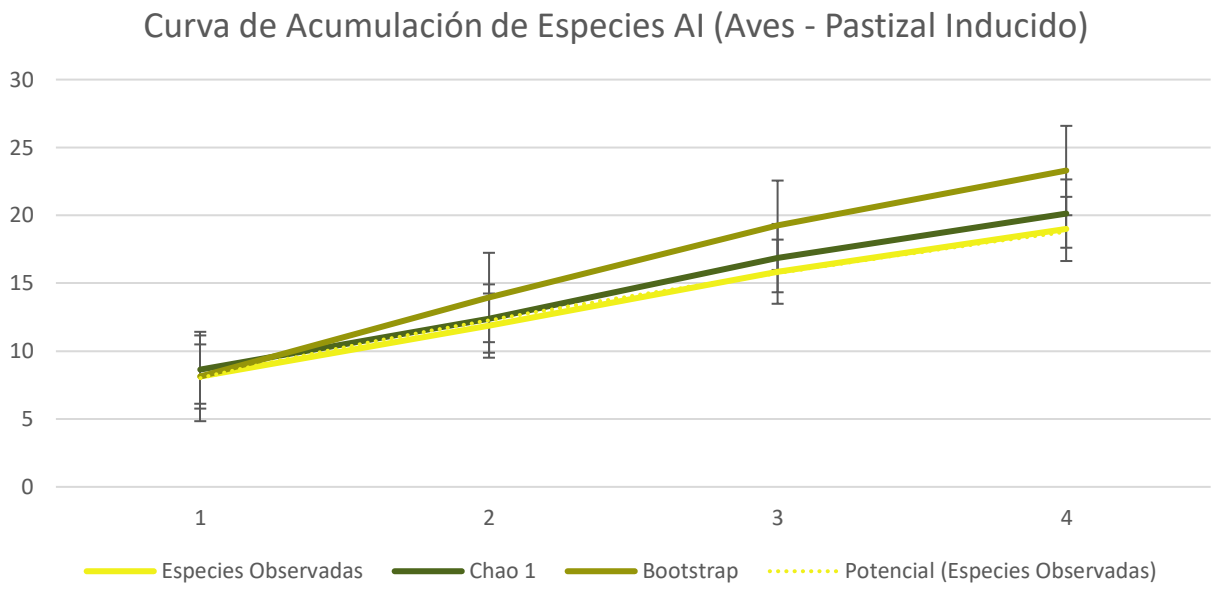


Figura 83. Curva de acumulación de las aves registradas en el PI del AI

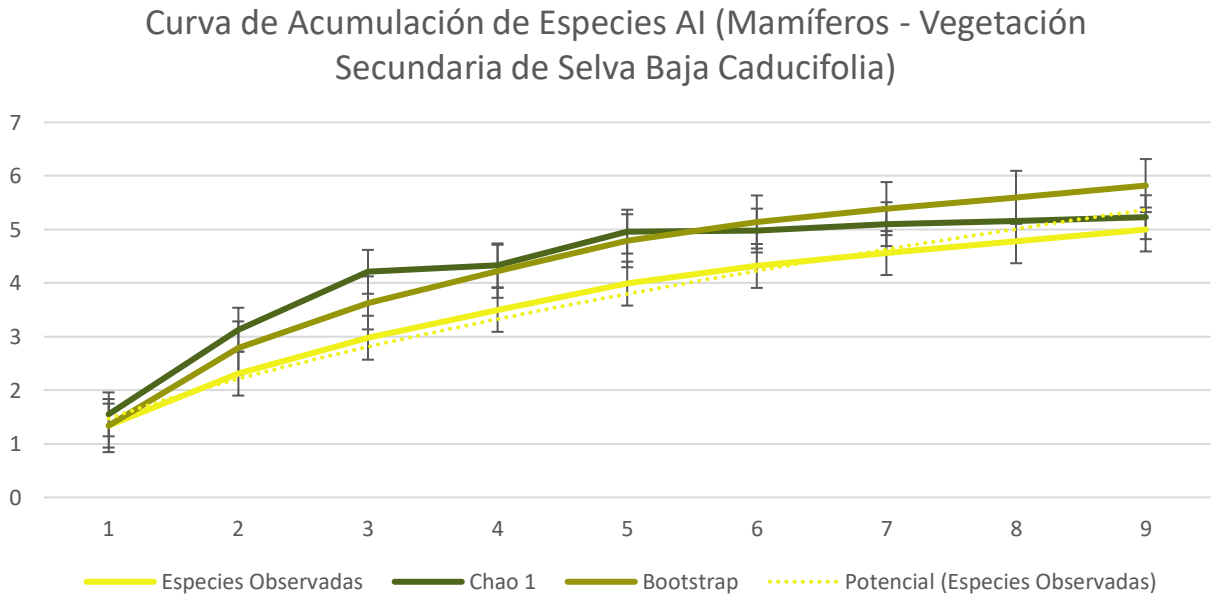


Figura 84. Curva de acumulación de las especies de mamíferos registrados en la VSSBC del AI

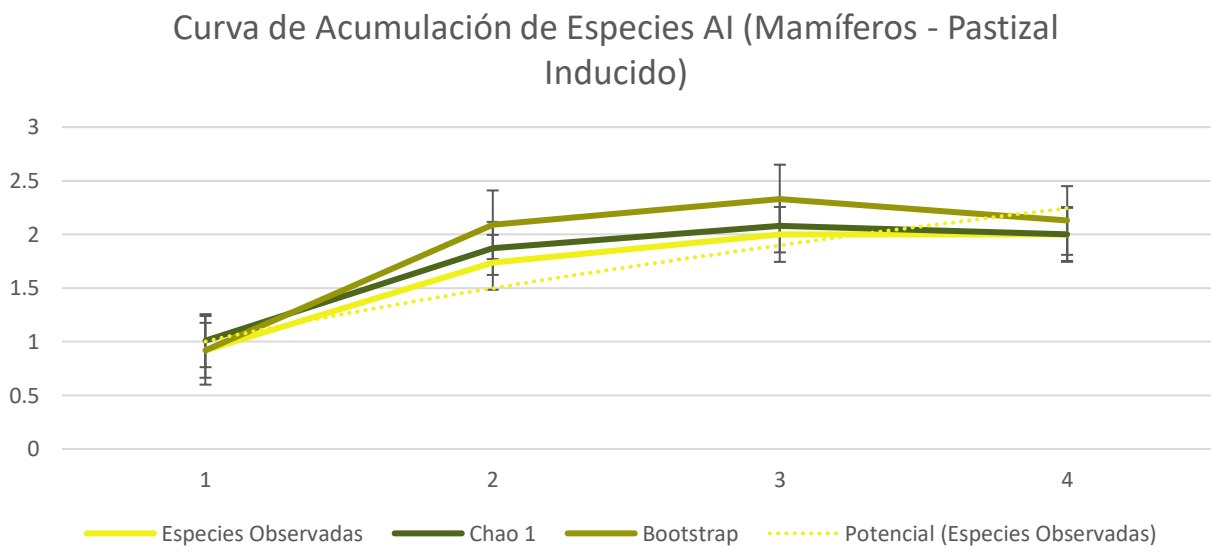


Figura 85. Curva de acumulación de los mamíferos registrados en el PI del AI.

III.5.7.3.3 Suficiencia de muestreo de la fauna obtenida por tipo de vegetación de la RE

Para la región ecología la suficiencia de muestreo igualmente muestra valores por encima del 80% de completitud en la mayoría de los grupos taxonómicos y en los dos tipos de vegetación, cuando menos reflejados por al menos uno de los dos estimadores utilizados y comparados; en esta unidad el grupo de los anfibios para el pastizal inducido no permite mostrar la suficiencia de muestreo debido a que solo se registraron dos especies, ocurriendo una situación similar a la que ocurre en el AI. Por otro lado, es igualmente en el pastizal inducido en donde para las aves y los mamíferos el estimador de CHAO 1 muestra un valor bajo de completitud (40.51% y 77.72%) respectivamente, aunque para estos mismos grupos el estimador de Bootrstrap alcanza un mayor porcentaje de completitud (81.86% y 82.42%). Esta diferencia entre estimadores es característica de comunidades donde existen numerosas especies raras o registradas una sola vez (singletons), que son frecuentes áreas abiertas como el pastizal ya que algunas especies de aves son solo transitorias y se pueden encontrar sobrevolando estas comunidades vegetales ya que en ellas no encuentran siempre la cantidad de recursos suficientes para su establecimiento permanente.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores obtenidos por los estimadores y los porcentajes de completitud o suficiencia del muestreo realizado para los diferentes grupos taxonómicos dentro de los tipos de vegetación de la RE.

Tabla 39. Valores de completitud de muestreo estimados por tipo de vegetación para las comunidades faunísticas de la RE

Unidad Ambiental	Grupos taxonómicos	No. de especies registradas	Especies estimadas (Chao 1)	Especies estimadas (Bootstrap)	% de Completitud de Chao 1	% de Completitud de Bootstrap
VS/SBC	Anfibios	5	5	6-07	100%	82.37%
	Reptiles	8	8.25	8.69	96.97%	92.06%
	Aves	43	44.38	48.62	96.89%	88.44%
	Mamíferos	8	9.45	9.95	84.66%	80.40%
PI	Anfibios	2	-	-	-	-
	Reptiles	6	6	6.45	100%	93.02%
	Aves	12	29.62	14.66	40.51%	81.86%
	Mamíferos	3	3.86	3.64	77.72%	82.42%

Las diferencias observadas entre los estimadores Chao 1 y Bootstrap también son relevantes. Chao 1 es altamente sensible a la presencia de especies raras registradas una o pocas veces, por lo que suele generar estimaciones más conservadoras cuando existen numerosos registros únicos. En cambio, Bootstrap proporciona estimaciones más estables basadas en la frecuencia de ocurrencia de todas las especies. La concordancia observada entre ambos estimadores para la mayoría de los grupos incrementa la confianza en la representatividad del inventario, en las siguientes figuras se muestran las curvas de acumulación obtenidas de todos los grupos taxonómicos en los diferentes tipos de vegetación de la RE.

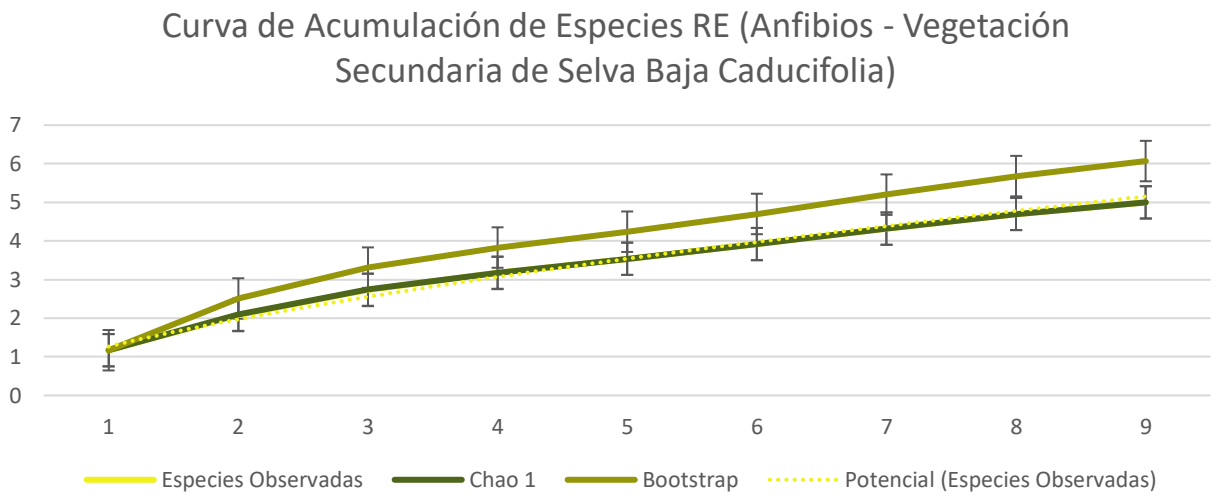


Figura 86. Curva de acumulación de los registros de anfibios de la VSSBC de la RE

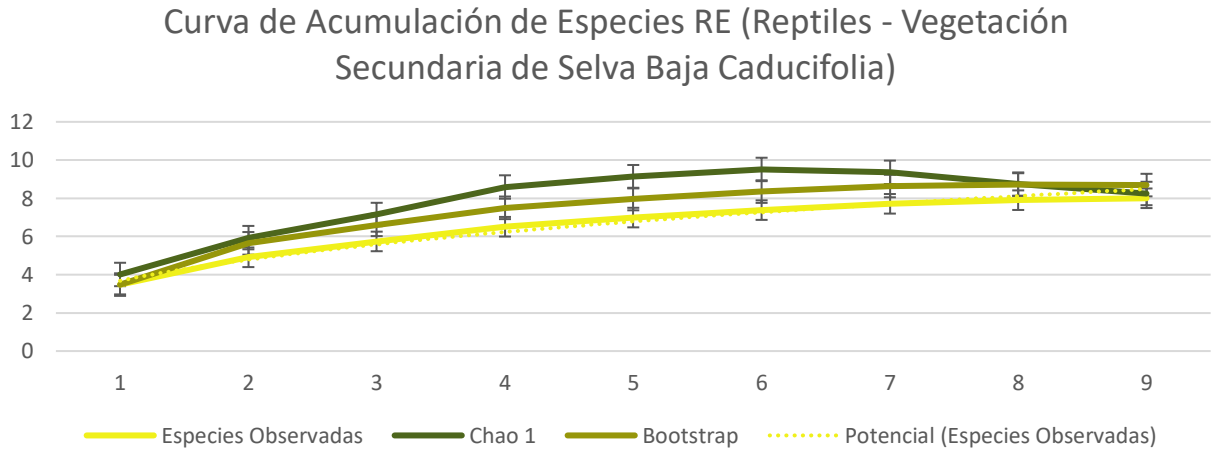


Figura 87. Curva de acumulación de los registros de reptiles de la VSSBC de la RE

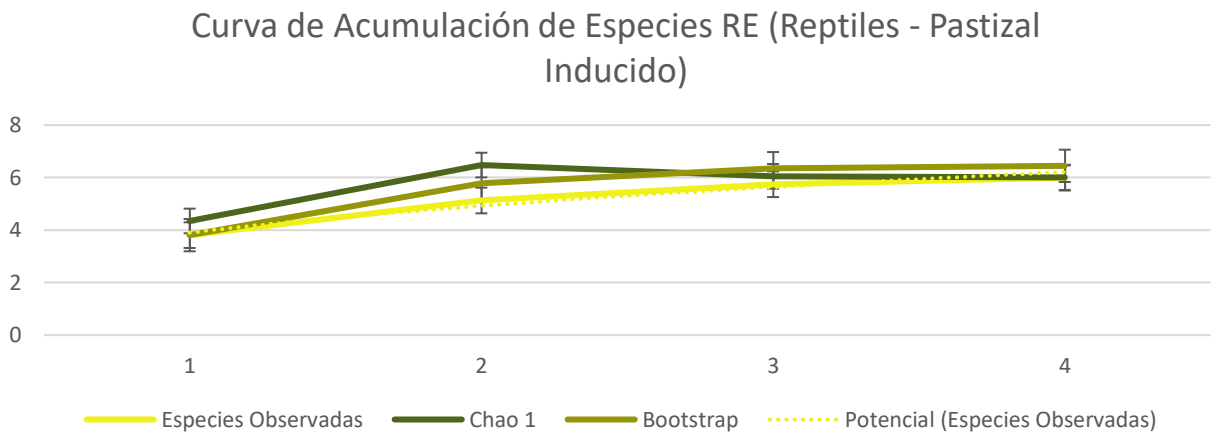


Figura 88. Curva de acumulación de los reptiles del PI de la RE

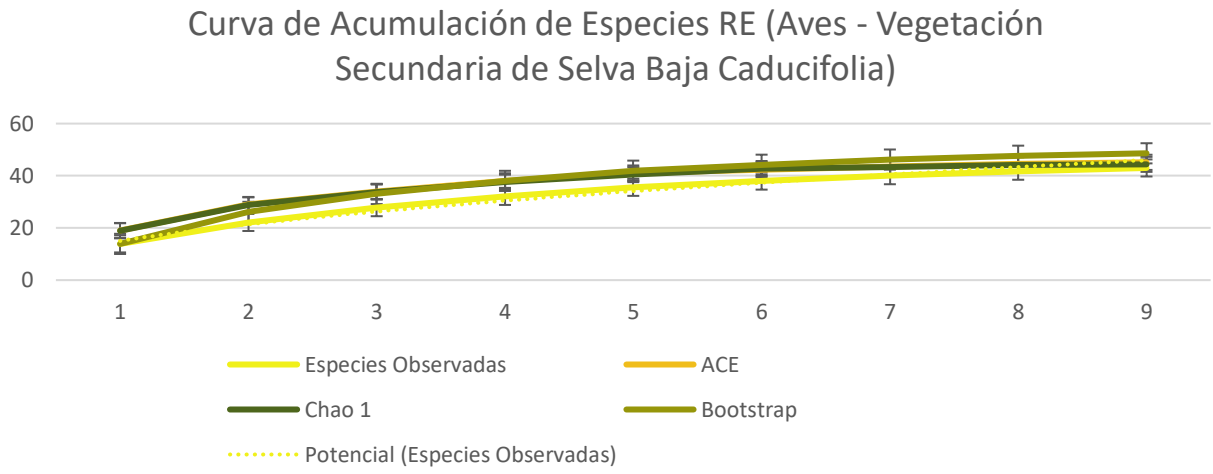


Figura 89. Curva de acumulación de las aves registradas en la VSSBC de la RE

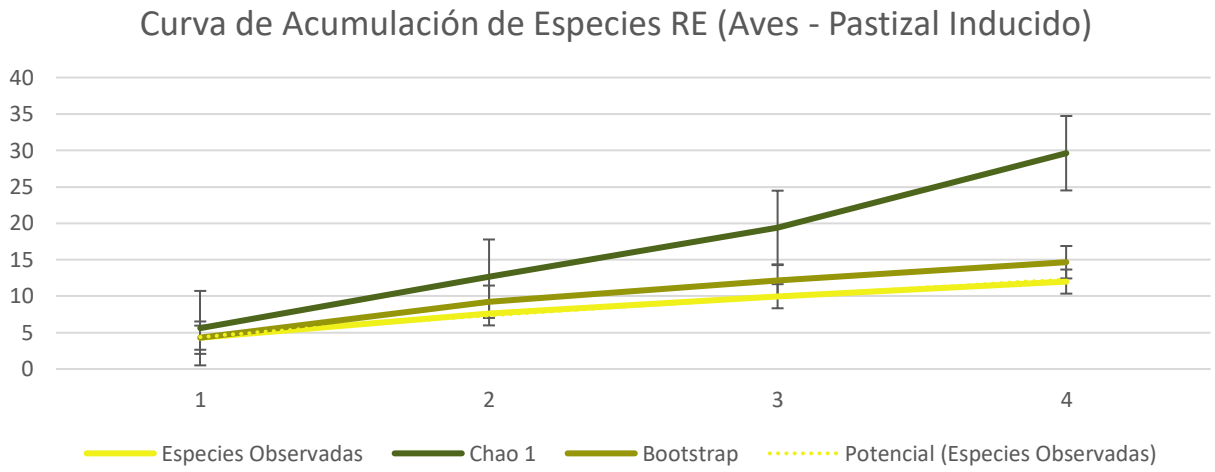


Figura 90. Curva de acumulación de las aves registradas en el PI de la RE

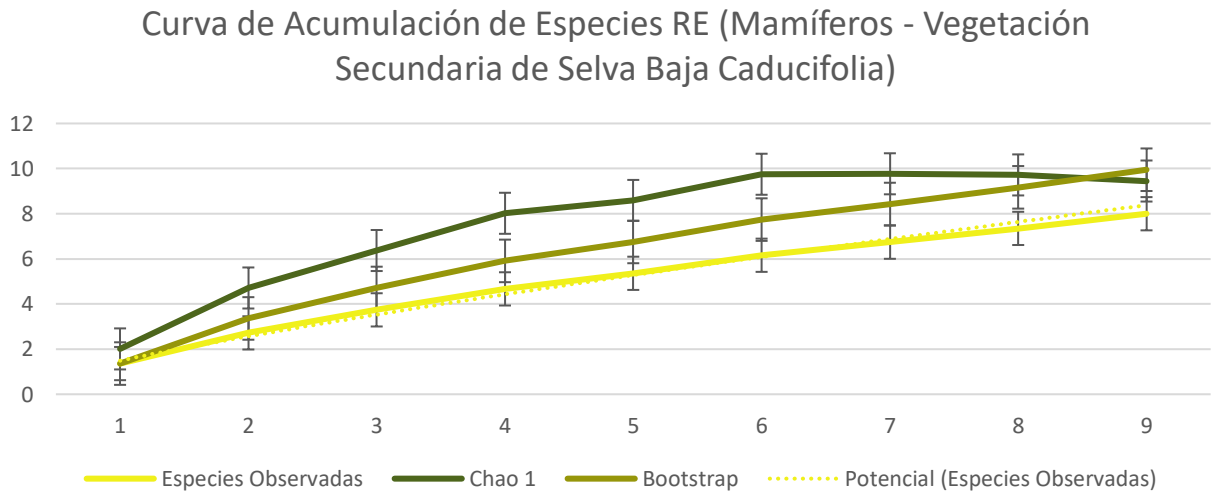


Figura 91. Curva de acumulación de especies de mamíferos registrados en la VSSBC de la RE

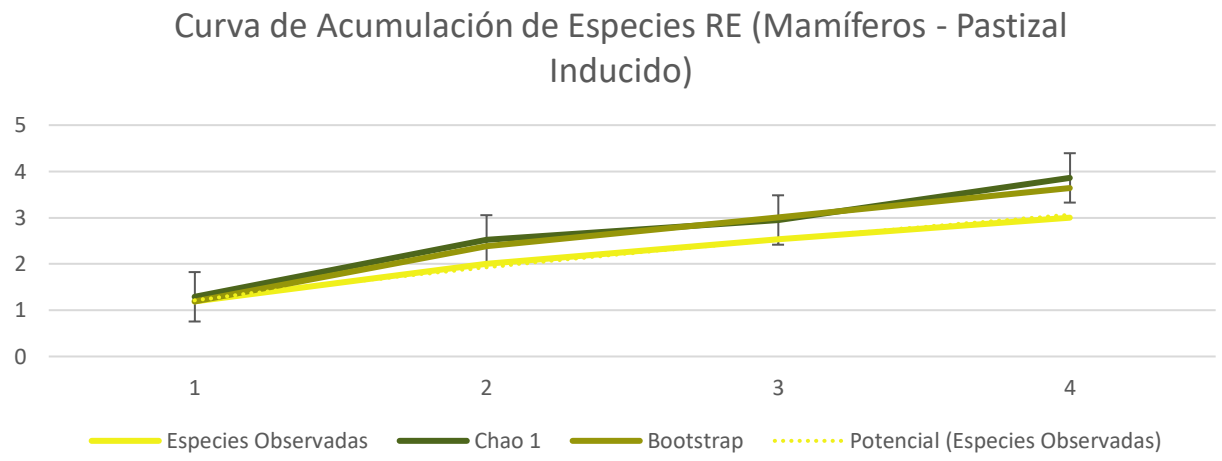


Figura 92. Curva de acumulación de especies de mamíferos registrados en el PI de la RE.

III.6 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica

III.6.1 Descripción del componente biótico

III.6.1.1.1 Flora

En el área de proyecto (AP), área de influencia (AI) y región ecológica (RE) se registraron dos tipos de vegetación: **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC)** y **pastizal inducido (PI)** como resultado de las especies registradas para cada área de estudio mismas que se detallan en los próximos párrafos, derivado de esto podemos concluir que las tres áreas de estudio muestran las mismas características en su estructura vegetal.

Respecto a especies vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, **NO** se registró ninguna especie en dicha norma, ni en su actualización de 2019. Mientras que, de acuerdo con el origen de las especies se encontró la especie *Solanum houstonii* como especie endémica de México, esta especie perteneciente a la familia Solanaceae comúnmente llamada mala mujer es un arbusto anual el cual fue registrado en el área de proyecto (AP) y el área de influencia (AI).

De las familias botánicas más representativas en la **VS/SBC** se registraron la familia Fabaceae y Malvaceae en el AP con 10 y seis especies respectivamente; en el AI la familia Fabaceae con

cinco especies y Malvaceae con siete especies; y en la RE la familia Fabaceae con cinco y la familia Malvaceae con seis especies. La familia Fabaceae es una de las familias con mayor diversificación dentro de ambientes tropicales al igual que la familia Malvaceae por lo que resultan clave para la caracterización de este tipo de vegetación. Y se puede observar la similitud de la estructura vegetal para las tres áreas de estudio. Para el **pastizal inducido (PI)** nuevamente aparece la familia Malvaceae como una de las mejor representadas con tres especies para el AP, dos para el AI y cuatro para la RE, evidentemente la familia Poaceae está presente en este tipo de vegetación con tres especies en el AP, dos en el AI y dos en la RE, dado que esta familia es muy característica de los pastizales y nuevamente las tres áreas de estudio poseen las mismas familias mejor representadas corroborando la similitud de la estructura en la vegetación.

La especie *Guazuma ulmifolia* con un valor de IVI en el AP de 69.35 y en la RE de 108.60 es la especie arbórea con el valor de IVI más alto mientras que en el AI la especie *Gliricidia sepium* con un valor de 71.76 es la especie arbórea con mayor valor de IVI; por su parte para el estrato arbustivo, la especie *Randia aculeata* con un IVI de 56.85 en el AP, *Vachellia cornígera* con un IVI de 56.04 en el AI y *Malvaviscus arboreus* con un IVI de 58.36 en la RE, son las tres especies representativas del estrato arbustivo; *Commelina erecta* con un IVI de 94.65 en el AP y 51 en el AI, *Desmodium incanum* con un IVI de 68.71 son las dos especies representativas del estrato herbáceo y *Acromia aculeata* con un IVI de 116.33 en el AP, *Bromelia pinguin* con un IVI de 91.12 en el AI y *Acanthocereus tetragonus* con un IVI en la RE de 114.30 en el estrato de cactáceas y rosetófilas son las especies con mayores índices de valor de importancia, estas especies no solo son especies características de la **vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/ SBC),** sino que son especies que se pueden considerar para programas de reforestación y confirman que las condiciones ecológicas para su desarrollo corresponden a una vegetación secundaria debido a su capacidad de adaptación y regeneración.

Respecto a la vegetación de **pastizal inducido (PI)** la especie arbórea *Bursera simaruba* con un valor de IVI de 133.65 en la RE, dado que en el AP ni en el AI se registraron árboles para este tipo de vegetación, lo cual es consistente por sus características propias de un pastizal, mientras que en la RE, esta especie se encontraba como cerca viva por lo que no

necesariamente aparecerá en las otras áreas además de que ecológicamente no forma parte de su comunidad vegetal propiamente; en cuanto al estrato arbustivo la especie *Malvastrum coromandelianum* con un IVI de 116.33 para el AP y de 148.69 para la RE y *Vachellia cornígera* con un IVI de 215.53 en el AI; para el estrato herbáceo las especies *Eragostis tenuifolia* con un IVI de 130.81 en el AP *Megathyrsus maximus* con un IVI de 134.54 para el RE y *Chloris barbata* con un IVI de 254.71 en el AI; finalmente para el estrato de cactáceas y rosetófilas las especies *Opuntia karwinskiana* con un IVI de 161.56 para el AP y *Acanthocereus tetragonus* con un IVI de 233.27 en la RE son las especies con mayor valor de importancia y por tanto en las que se debe poner atención en caso de reforestación y rescate y reubicación.

Los valores relativamente bajos del índice de diversidad de Shannon-Wiene (H´) obtenidos para la vegetación indican que la estructura florística está integrada por un número reducido de especies dominantes, como por ejemplo *Gazuma ulmifolia* que es la especie arbórea más dominante para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC) en el AP y la RE es una especie característica de espacios abiertos y sitios desmontados con adaptabilidad a condiciones tanto secas como húmedas en un amplio rango de tipo de suelo y un pH mayores a 5.5 (CONABIO) o la especie *Gliricidia sepium* que fue la especie arbórea más dominante del AI estas leguminosas son esenciales en programas de reforestación, preservación del suelo gracias a su alta capacidad de crecimiento, proporcionando servicios ambientales como producción de biomasa, reciclaje de nutrientes y fijación de nitrógeno (N) (Oladejí A.E., 2023) estas son dos especies que presentan una mayor representatividad debido a su capacidad de regeneración y adaptación a disturbios naturales o antrópicos y que además fueron observadas en las tres áreas de estudio. En el caso del pastizal inducido (PI) si bien en el AP y el AI no se registraron especies arbóreas, la especie *Bursera simaruba* que fue registrada en la RE y que presento mayor dominancia es una especie de importancia ya que su crecimiento y adaptabilidad es amplio y se establece con frecuencia en espacios abiertos (CONABIO) No obstante, los elevados valores del índice de equidad de Pielou (J´) demuestran que, dentro de las especies presentes, las abundancias se distribuyen de manera relativamente homogénea, evidenciando que no existe una dominancia extrema de una sola especie vegetal y que la comunidad mantiene un grado importante de equilibrio estructural.

III.6.1.1.2 Fauna

En el caso particular de la fauna silvestre, se registraron seis especies incluidas en la categoría de sujetas a protección especial, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales cinco de ellas estuvieron presentes al interior del área del proyecto y que corresponden a una especie de anfibio, que fue un registro único de esta unidad ambiental, correspondiente a la salamandra lengua de hongo (*Bolitolossa platydactyla*), dos reptiles (*Ctenosaura acanthura,* e *Iguana iguana)* y dos especies de aves (*Micrastur semitorquatus* y *Psarocolius Montezuma*); cuatro de ellas exceptuando a la salamandra, fueron igualmente registradas en el área de influencia, mientras que para la región ecológica se registraron igualmente las dos especies de iguanas y las dos aves anteriores y adicional un registro único de esta unidad correspondiente a la ranita ovejera (*Hypopachus ustus*).

Tal como se indicó en los resultados de la vegetación, en las tres unidades ambientales de muestreo (AP, AI y RE) se identificaron dos tipos de vegetación, que corresponden a la vegetación secundaria de selva baja caducifolia y el pastizal inducido, por lo que la estructura de las comunidades faunísticas obedece a las condiciones de cobertura, refugio y disponibilidad de recursos que esta vegetación les brinda.

Los análisis de diversidad faunística mostraron que la **Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia** concentró consistentemente los mayores valores de riqueza específica y diversidad para anfibios, reptiles, aves y mamíferos, además de presentar los menores índices de dominancia. Estos resultados indican que, aunque la vegetación se encuentra en una condición secundaria, conserva una heterogeneidad estructural suficiente para proporcionar refugio, sitios de reproducción, disponibilidad de alimento y conectividad ecológica para un amplio número de especies silvestres.

En contraste, el **pastizal inducido**, al ser un ambiente con menor complejidad estructural y una vegetación dominada por herbáceas, tiende a favorecer especies generalistas capaces de tolerar ambientes abiertos y con mayor grado de perturbación. Esta condición explica la reducción observada en la riqueza de reptiles y aves, así como los valores relativamente mayores de dominancia en estos grupos.

El análisis conjunto de los cuatro grupos taxonómicos que conforman la fauna silvestre evidencia un patrón ecológico consistente con lo reportado para la selva baja caducifolia en México, donde la complejidad de la vegetación incrementa la disponibilidad de refugios, sitios de anidación, recursos tróficos y condiciones microclimáticas, promoviendo una mayor riqueza y diversidad de vertebrados terrestres (Murphy y Lugo, 1986; Ceballos y García, 1995; Trejo y Dirzo, 2000; Gallina y López-González, 2011), en el que, la Región de Ecológica (RE) concentra, en prácticamente todos los grupos, los valores más altos de diversidad y equitabilidad, así como los menores índices de dominancia, lo que refleja comunidades biológicas más maduras, heterogéneas y ecológicamente más estables. Este comportamiento sugiere la existencia de una mayor variedad de hábitats, una oferta más amplia de recursos y menores niveles de perturbación aparente.

El Área del Proyecto (AP) presenta resultados muy próximos a los registrados en la RE, especialmente para reptiles, aves y mamíferos, lo que indica que conserva una estructura comunitaria favorable y una representatividad importante de la biodiversidad regional. En algunos grupos, como reptiles y mamíferos, incluso registra la mayor riqueza específica, evidenciando que el área del proyecto mantiene condiciones adecuadas para el establecimiento de diversas especies de estos grupos.

Por el contrario, el Área de Influencia (AI) muestra de manera recurrente en todos los grupos taxonómicos los menores valores de diversidad y riqueza, así como los mayores índices de dominancia. Este patrón sugiere comunidades más simplificadas, donde pocas especies concentran la mayor proporción de individuos, situación característica de ambientes sometidos a un mayor grado de modificación o donde predominan especies generalistas con alta tolerancia a la perturbación y que es consistente con las zonas muestreadas de esta unidad, debido a los cambios de uso de suelo observados para el uso agropecuario y los asentamientos humanos y granjas circundantes.

Es importante destacar que las diferencias observadas entre AP y la RE son relativamente pequeñas, mientras que el AI constituye la unidad con la mayor desviación respecto a este patrón. Desde una perspectiva ecológica, esto indica que el área del proyecto mantiene condiciones ambientales similares a las predominantes en el contexto regional, mientras que

las variaciones observadas en el AI obedecen a diferencias locales en el uso del suelo, estructura de la vegetación, disponibilidad de recursos o intensidad de las actividades humanas.

En conjunto, los resultados que se han descrito tanto de la composición como de los índices de diversidad obtenidos del muestreo de fauna silvestre demuestran que las comunidades faunísticas conservan una estructura funcional adecuada, particularmente en la RE y el AP, donde la elevada equitabilidad y la baja dominancia evidencian una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies. Este comportamiento es indicativo de ecosistemas con un grado de conservación favorable y con capacidad para mantener procesos ecológicos fundamentales, aspecto que resulta especialmente relevante para la evaluación de impactos ambientales y para el diseño de medidas de manejo, mitigación y conservación de la biodiversidad

III.6.2 Descripción del componente abiótico

La Región Ecológica delimitada (89,880.40 hectáreas), se ubica en el estado de Veracruz, dentro de 8 municipios, los cuales corresponden a: Veracruz, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, Medellín de Bravo, Jamapa, Cotaxtla, La Antigua y Boca del Río. Cabe destacar que el área del proyecto se localiza en su totalidad en el municipio de Manlio Fabio Altamirano.

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas con la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (fisiografía, clima, geología, edafología, degradación de suelo, etc.), se hizo revisión bibliográfica (Prontuario de Información Geográfica, datos de INEGI de los municipios involucrados, y otras fuentes bibliográficas), con lo cual se generó la información que se muestra a en los siguientes apartados.

Tabla 40 Prontuario de información geográfica del RE.

Características	Descripción a nivel RE
División Municipal	

Características	Descripción a nivel RE
Ubicación geográfica	Veracruz (23.94%), Manlio Fabio Altamirano (23.59%), Soledad de Doblado (16.72%), Medellín de Bravo (13.58%), Jamapa (13.26%), Cotaxtla (3.04%), La Antigua (2.98%) y Boca del Río (2.89%)
Clima	
Tipos de Clima	Cálido subhúmedo Awo (36.45%); Cálido subhúmedo Aw1 (36.14%); Cálido subhúmedo Aw2 (27.41%)
Fisiografía	
Provincias	Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur (100%)
Subprovincias	Subprovincia Fisiográfica Llanura Costera Veracruzana (100%)
Sistemas de Topoformas	Lomerío con Llanuras (61.69%) y Llanura Aluvial Costera (38.12%)
Geología	
Periodo	Cenozoico (Cuaternario)
Tipos de Roca	Lahar (50.22%), Aluvial (38.50%) y Depósitos Eólicos (11.01%).
Edafología	
Tipos de Suelos	Vertisol (49.69%), Phaeozem (19.88%), Technosol (10.19%), Arenosol (7.70%), Leptosol (6.26%), Fluvisol (3.57%) y Regosol (2.53%).
Degradación de Suelo	Ligero (36.60%), Moderado (31.29%), Sin datos (25.47%) y Extremo (6.63%).
Hidrografía	
Región Hidrológica	Región Hidrológica Papaloapan (RH28)
Cuenca	Cuenca Río Jamapa y otros (RH28B)
Subcuenca	Subcuenca Río Jamapa y Subcuenca Río San Francisco Puerto de Veracruz
Acuíferos	Acuífero Costera de Veracruz y Acuífero Cotaxtla

III.6.2.1 III.1.1.1 Clima

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones,

principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos.

Con base en el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), la RE se encuentra inmerso en tres tipos de climas, Aw0, Aw1 y Aw2, pertenecientes al Cálido Subhúmedo, en la siguiente figura. Tipos de clima al interior de la RE se muestran los tipos de climas en que se encuentra la RE.

Aw0: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frio mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Aw2: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC, temperatura del mes más frío mayor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Es considerado el más húmedo de los subhúmedos. Precipitación del mes más seco menor a 60mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Tabla 41. Tipos de climas en la superficie del RE

Clima	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Aw0	32,760.8116	36.45
Aw1	32,482.7560	36.14
Aw2	24,636.8323	27.41
Total	**89,880.4000**	**100.00**

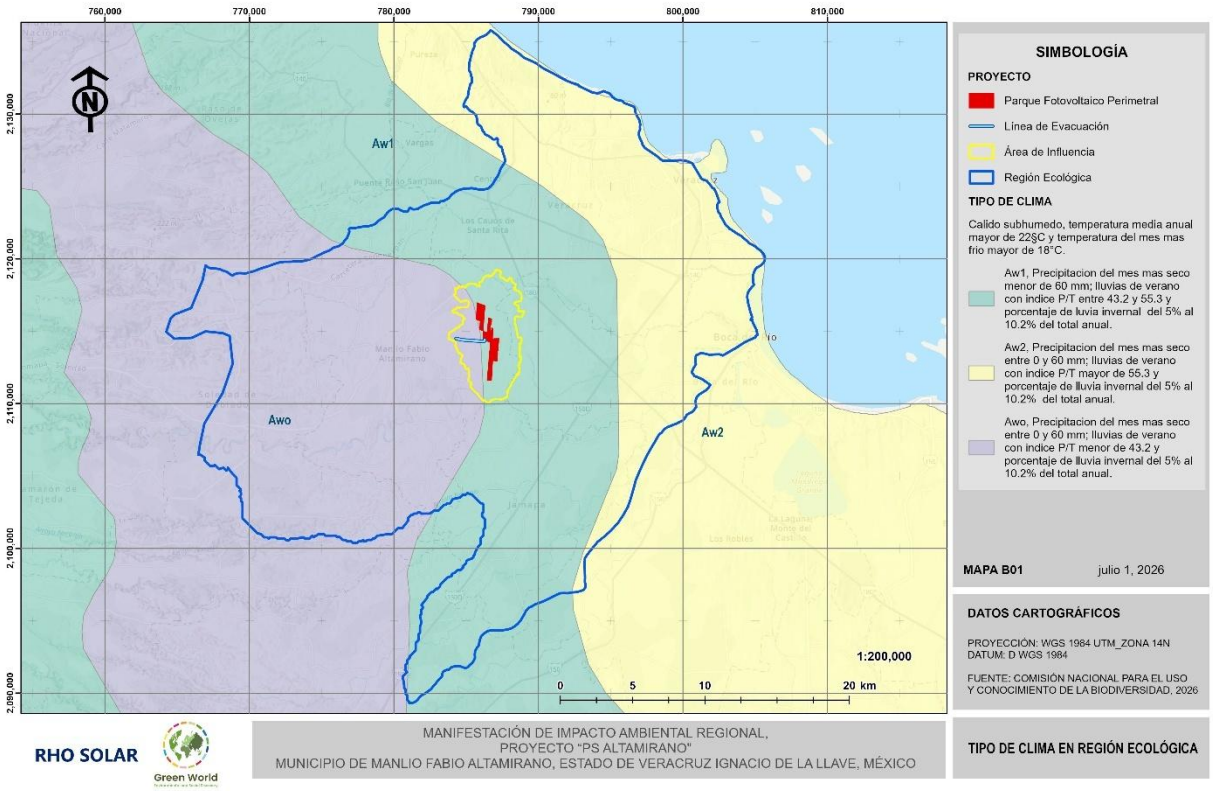


Figura 93. Tipos de clima al interior de la RE.

Las estaciones climatológicas proporcionan información histórica de los parámetros climatológicos de todo el país, en existencia son más de 3 mil estaciones oficiales en operación y en las que se miden temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento.

Para el estado de Veracruz se encuentran 126 estaciones climatológicas en operación, con la información proporcionada se elaboraron climogramas, que brindan información gráfica sobre la fluctuación de la temperatura y régimen de lluvia en la RE del proyecto.

Con base en los datos obtenidos de las estaciones climatológicas de la red del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA, 2026), cercano a la RE se encuentran tres estaciones: Manlio Fabio Altamirano (30101), El Tejar (30056) y Paso del Toro (30468), por lo que los datos que se presentan se tomaron de dichas estaciones, así en ese sentido, se obtuvo la información correspondiente al periodo del año 1991 al año 2020.



Figura 94. Estaciones climatológicas en la RE.

III.6.2.1.1 Temperatura

La temperatura media promedio en la RE es de 26.0°C; mientras que la temperatura mínima en el mes más frio (enero) baja en promedio a los 21.9°C; en cuanto a la temperatura máxima promedio que se presenta es de 29.9°C (mayo), siendo los meses más calientes mayo y junio, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 42. Temperatura media en la RE

Estación meteorológica	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Manilo Altamirano	22.2	23.5	25.7	27.9	29.6	29.2	28.0	28.0	27.7	26.4	24.7	22.9	26.2
El Tejar	20.9	22.0	23.9	26.5	28.3	28.2	27.4	27.4	26.9	25.7	23.5	21.7	25.2
Paso del Toro	22.7	24.2	26.1	28.4	29.2	28.8	28.1	28.2	27.6	27.0	25.2	23.6	26.6
Promedio	**21.9**	**23.2**	**25.2**	**27.6**	**29.0**	**28.7**	**27.8**	**27.9**	**27.4**	**26.4**	**24.5**	**22.7**	**26.0**

Nota: Valores proyectados en grados centígrados (°C)

III.6.2.1.2 Precipitación

En la siguiente tabla, se muestra el número de días en que se observó lluvia y que, en general, son días comprendidos entre julio y octubre, es decir, durante el verano y otoño, ya que las lluvias invernales y de primavera son menores, así se tiene que en promedio para el periodo que consta entre 1991 y 2020, en el área de la RE llueve un total de 116.5 días al año.

Tabla 43. Días de lluvia dentro de la RE

Estación meteorológica	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Manilo Altamirano	5.9	4.9	3.2	2.9	5.8	12.9	15.3	16.4	15.3	12.9	8.8	5.3	109.6
El Tejar	7.4	4.4	3.3	3.1	6.5	15	17.3	18.9	18.1	13.4	9.9	7	124.3
Paso del Toro	6.3	4.1	2.9	3	5.9	14.2	16.8	17.3	17.4	12.5	8.7	6.4	115.5
Promedio	**6.5**	**4.5**	**3.1**	**3.0**	**6.1**	**14.0**	**16.5**	**17.5**	**16.9**	**12.9**	**9.1**	**6.2**	**116.5**

El conjunto de datos presentado en la siguiente tabla se muestra como resultado un promedio de 1,416.7 milímetros de precipitación anual para la RE delimitada, al igual que los días de lluvia, la mayor cantidad de precipitación se presenta entre los meses de junio y octubre, el resto del año la precipitación tiende a disminuir notablemente.

Tabla 44. Precipitación normal promedio en la RE

Estación meteorológica	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Manilo Altamirano	13.0	9.3	8.6	14.6	40.7	206.9	290.8	224.6	206.2	86.3	29.3	12.8	1,046.7
El Tejar	29.0	14.7	13.1	20.9	63.9	246.7	306.7	340.1	322.7	167.8	69.2	25.6	1,620.4
Paso del Toro	25.7	19.1	18.8	20.2	52.3	211.6	281.6	283.6	344.0	153.6	54.2	22.0	1,463.4
Promedio	**22.6**	**14.4**	**13.5**	**18.6**	**52.3**	**221.7**	**293.0**	**282.8**	**291.0**	**135.9**	**50.9**	**20.1**	**1,416.7**

Nota: Valores presentados en milímetros

Así pues, con los datos anteriormente presentados (temperatura y precipitación) se obtuvo la siguiente gráfica, en donde se puede observar que el mes más cálido corresponde a mayo (29.0°C), mientras que las lluvias más abundantes se encuentran entre los meses de junio a octubre; con una precipitación máxima de 293.0 milímetros (julio) y una precipitación mínima de 13.5 milímetros (marzo).

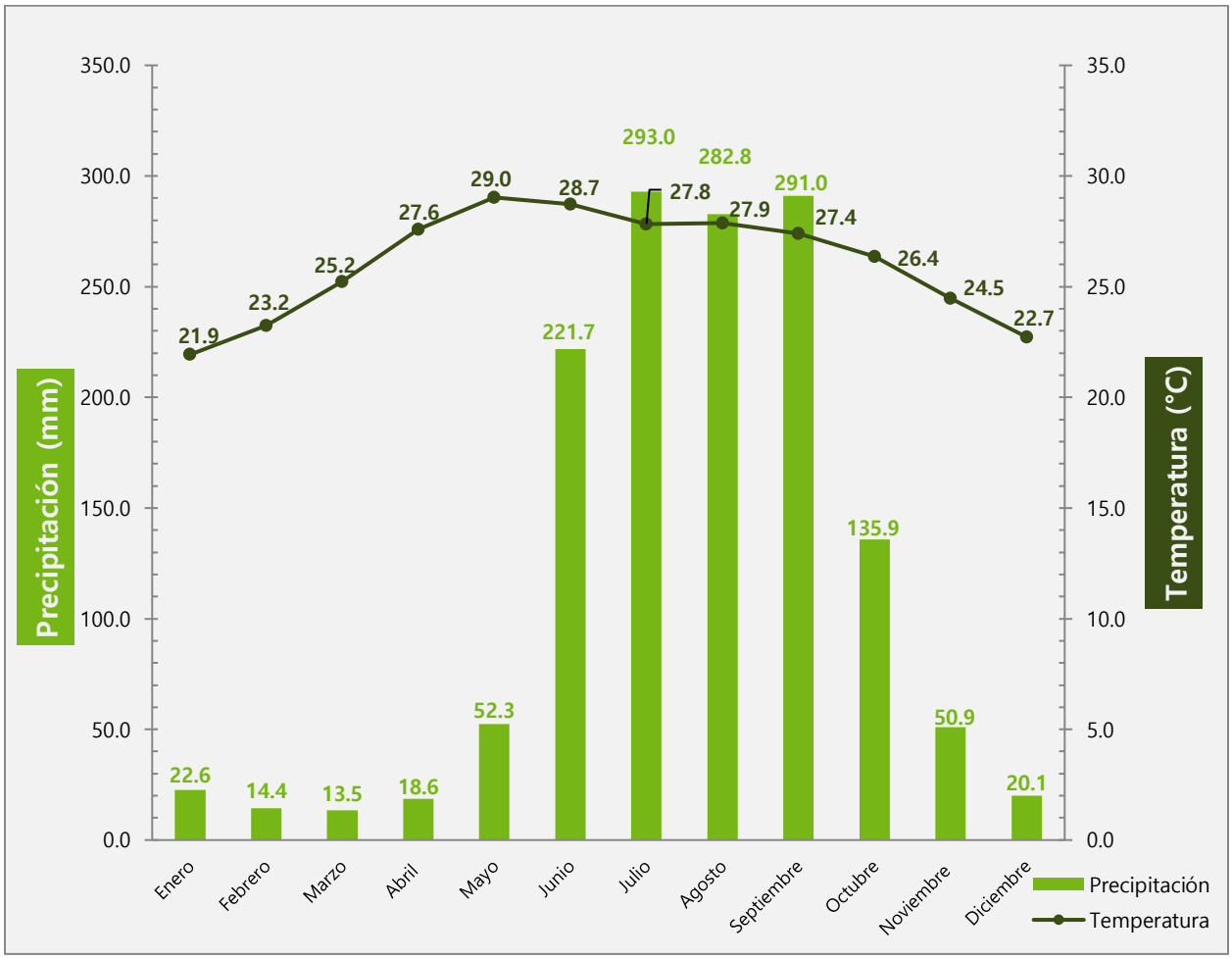


Figura 95. Climograma (1991-2020) para las estaciones climatológicas en la superficie de la RE.

III.6.2.1.3 Calidad del aire

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Tan sólo en 2015, el deterioro de la calidad del aire estuvo relacionado con 6.5 millones de muertes en el mundo y con al menos 19,087 muertes en México, donde el costo estimado de estos eventos fue de 396,639 millones de pesos (MXN). El análisis de la calidad del aire en la Región Ecológica (RE) se basa en datos de las estaciones de monitoreo más cercanas y en la identificación de fuentes de emisión locales. Dado que la única estación del Puerto de Veracruz

no cuenta con suficientes datos de monitoreo automático propio, la caracterización se realiza mediante el Inventario de Emisiones estatal.

De acuerdo con los reportes del SINAICA (Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire) y plataformas de monitoreo en tiempo real (como AccuWeather y IQair), el Índice de Calidad del Aire (ICA) en la zona de Veracruz es buena y el riesgo a la salud es bajo, al momento de la elaboración de este estudio el ICA se encontraba en un nivel bueno de 6.6 µg/m³.

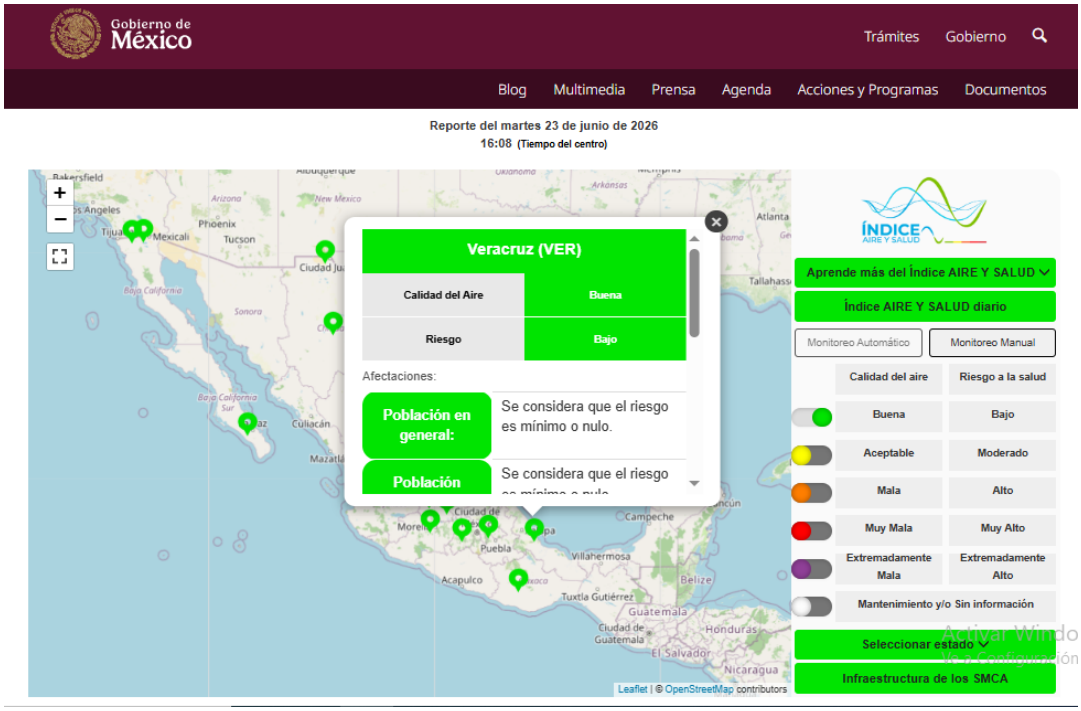


Figura 96. Índice de calidad de aire en Veracruz de acuerda al SINAICA. Obtenido de: https://sinaica.inecc.gob.mx/

El inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera es uno de los elementos base para la gestión de la calidad del aire, a través de éstos se conoce el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías.

Los inventarios de emisiones están constituidos por las siguientes fuentes:

- Fuentes fijas: que están integradas por el sector industrial. El análisis de esta fuente lo integran establecimientos de jurisdicción federal y de giro estatal, todas en materia de atmósfera.

- Fuentes móviles: relacionadas con los vehículos automotores. Las categorías de emisión estimadas en el inventario para móviles carreteras son: motocicletas, automóvil, camioneta, pick up, autobús y tracto camión. Móviles no carreteros: aviación y servicios auxiliares, embarcaciones marinas, locomotoras, maquinaria agrícola y maquinaria de la construcción.

- Fuentes de área: para este inventario se estimaron emisiones de 30 categorías, algunas de ellas son: cocción de alimentos en casa habitación, uso de solventes, actividades ganaderas, agrícolas, incendios forestales, entre otras.

- Fuentes naturales: relacionadas con las emisiones biogénicas, provenientes del proceso de la fotosíntesis de las plantas, y aquellas emisiones que no dependen de la actividad del hombre, así como las emisiones erosivas.

La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características a la atmósfera. El aire es un factor esencial para la vida, donde se encuentran presentes una diversidad de partículas y compuestos químicos provenientes de los procesos industriales, vehículos automotores, quemas agrícolas, combustión de basura y llantas, así como la erosión de los suelos representa una amenaza para la salud de la población, y este factor contribuye en forma importante al incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como un alto costo en atención médica, días laborables perdidos y admisiones hospitalarias por enfermedad, convirtiéndose en una de las principales preocupaciones en muchas ciudades del mundo (Cohen, 2005). Asimismo, en lo que respecta al resto de las interacciones del proyecto con el ambiente, se pretende dar cumplimiento a lo establecido por la normatividad aplicable, en materia de emisiones a la atmósfera de gases de combustión por vehículos a gasolina y diésel (NOM-041SEMARNAT -1993, NOM-042-SEMARNAT -2003, NOM-045-SEMARNAT1993, respectivamente), de generación de polvos (NOM-024-SSA11993) y generación de ruido (NOM-OSO-SEMARNAT-1994) por fuentes

móviles, lo anterior se puede consultar tanto en el capítulo II como en el capítulo IV de este estudio.

Con respecto a la contaminación de la atmosfera, esta se considera como la alteración de la composición del aire por la presencia de contaminantes emitidos a la atmósfera, generados por las distintas actividades del hombre o por fenómenos naturales; los contaminantes pueden ser, gases de combustión, partículas sólidas y líquidas, microorganismos patógenos, entre otros.

- Normas de calidad del aire

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 45. Normas de calidad del aire vigentes

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN Y TIEMPO PROMEDIO DE EXPOSICIÓN	PARA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN SUSCEPTIBLE
OZONO	0.095 ppm promedio de 1 hora	0.070 ppm Promedio móvil de 8 horas tomado como el máximo en un periodo de 1 año
MONÓXIDO DE CARBONO	11 ppm Promedio móvil de 8 horas	1 vez al año
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES	210 μ g/m3 Percentil 98 promedios de 24 horas	75 μ g/m3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM-10	75 μ g/m3 Promedio de 24 horas	40 μ g/m3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM2.5	45 μ g/m3 Percentil 98 promedios de 24 horas	12 μ g/m3 Media aritmética anual
BIÓXIDO DE AZUFRE	0.11 ppm Promedio de 24 horas 1 vez al año	0.025 ppm Media aritmética anual
BIÓXIDO DE NITRÓGENO	0.21 ppm Promedio de 1 hora	1 vez al año

Tabla 46. Índice metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Advertencia sanitaria por PM2.5	
	Buena: Intervalo de concentración ≤15 PM2.5 Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre, Aunque el intervalo de concentración de micropartículas es menor que 15 PM2.5, tales centros de hospitalidad y convivencia están sobre el máximo de 10 PM2.5 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece
	Regular: Intervalo de concentración 15-40 PM2.5 Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades
	Mala: Intervalo de concentración 40-65 PM2.5 Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
	Muy mala: Intervalo de concentración 65-150 PM2.5 Causante de mayores efectos adversos a la salud de la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
	Extremadamente mala: Intervalo de concentración ≤150 PM2.5 Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad de aire. "Acuda con el médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"

Para la determinación de la línea base de calidad del aire, se analizó el Inventario de Emisiones a la Atmósfera del Estado de Veracruz.

Como ya se mencionó la RE delimitada cuenta con una calidad atmosférica buena, con 6.6 µg/m³ de concentración de PM2.5, coincidiendo con la tabla presentada anteriormente.

Por su parte el Área del Proyecto (AP) igualmente presenta una condición de integridad atmosférica buena. Por lo que, las medidas de mitigación se enfocarán exclusivamente en el control de polvos fugitivos (PM10) durante la etapa de construcción para preservar este estatus de buena calidad.

III.6.2.1.4 Fenómenos climatológicos

Lo fenómenos naturales son los comportamientos y eventos atmosféricos que caracterizan a una región a lo largo del tiempo basados en eventos derivados de la interacción entre

temperatura, precipitación, viento, radiación solar y humedad observados en un periodo de alrededor 30 años y que definen las condiciones climáticas de un sitio y su influencia sobre el medio ambiente. Se incluyen dos tipos de fenómenos climatológicos, los recurrentes (periodos secos prolongados, altos niveles de radiación solar, vientos, sequías) y los extremos (olas de calor, heladas, vientos fuertes, tormentas eléctricas, sequías severas) el resultado del desarrollo activo de la atmósfera del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra.

El análisis de los fenómenos climatológicos del área de estudio se realizó con base en la información histórica, representativo de Veracruz. La caracterización climática adquiere relevancia para el desarrollo del "PS Altamirano", ya que las variables atmosféricas influyen directamente tanto en el desempaño del proyecto como en la dinámica ambiental del sitio y en la magnitud de los impactos potenciales sobre el medio abiótico.

Tanto el estado de Veracruz, como el municipio de Manlio Fabio Altamirano, son afectados por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos principalmente por la concentración estacional de lluvias, las altas temperaturas y los recurrentes periodos de ciclones tropicales y huracanes, a continuación, se describen brevemente los más importantes (Tecnológica, 2026; Civil, 2026).

- Frentes Fríos (FF) y Nortes: partir de la segunda quincena de septiembre inicia la llegada al Golfo de México de los FF, asociados a los llamados comúnmente "Nortes", que son vientos fríos, secos e intensos, en el Golfo de México. Se desarrollan cuando una masa de aire frío empuja a otra de aire caliente o menos frío en una dirección hacia el sur o sureste en el hemisferio norte, logrando llegar hacia latitudes más bajas. Los eventos que ocasionan los sistemas frontales en el estado de Veracruz son: lluvias, nieblas, nevadas en zonas altas, mientras que las masas frías dan lugar a viento generalizado del Norte (que puede ser mayor a 120 km/h, especialmente entre la zona de Laguna Verde y Alvarado) y descenso de temperatura. La temperatura puede disminuir hasta 15 grados Celsius en 24 horas. Los Nortes que provocan los periodos de frío más intensos se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que la máxima intensidad de sus vientos puede ocurrir en cualquiera de los meses en que se presentan.

- Ondas tropicales: a partir de junio y hasta finales de noviembre en promedio unas 45 ondas tropicales (sistemas de baja presión ondulatorios que se originan en África y que viajan de Este a Oeste, llamadas también ondas del este) logran llegar o cruzar la zona tropical de México. La mayoría de ellas pasan sobre el Estado y suelen provocar lluvias fuertes y/o intensas. En ocasiones se desarrollan trenes de ondas tropicales que entre una y otra sólo las separan 48 a 72 horas o menos. Las lluvias continúas ocasionadas por estos sistemas pueden favorecer avenidas (conocidas como crecidas de ríos o más coloquialmente golpes de agua) importantes e incluso inundaciones en zonas bajas. En este mismo período del año y a partir de una onda tropical pueden desarrollarse los disturbios y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes). En septiembre y noviembre hay una alta probabilidad que los FF interactúen con los sistemas tropicales; debido a la abundante humedad de estos, su combinación con la masa fría del FF puede favorecer lluvias localmente intensas con acumulados de hasta más de 200 mm (200 litros por metro cuadrado).

- Surada: viento del sur que se presentan generalmente de febrero a abril; son vientos cálidos, secos e intensos y que tienen sus mayores efectos en la zona de Córdoba-Orizaba, Los Tuxtlas y la parte baja de la cuenca del río Coatzacoalcos. El evento puede alcanzar rachas superiores a los 120 km/h. Además, favorecer un ambiente cálido y seco, son propicios para que se originen o propaguen incendios forestales, de pastizales o de basureros.

- Tormentas: se presentan entre la segunda quincena de marzo y finales de mayo. Obedecen al calentamiento superficial durante el día, el flujo de humedad del Golfo de México a partir del mediodía, y el relieve de las zonas montañosa del estado, o al paso de sistemas frontales mayormente durante el otoño y la primavera.

- Lluvias y ciclones tropicales: la temporada para el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México, inicia el 1° de junio y concluye el 30 de noviembre de cada año, esta representa un periodo de alto riesgo para la población, con potencial de provocar inundaciones, deslaves, afectaciones a la infraestructura y, en casos extremos, poner en peligro la vida de las personas. Estos provocan vientos fuertes que arrastran objetos sueltos como

proyectiles y algunos casos pueden desprender techos de viviendas, derriban árboles, estructuras de anuncios espectaculares colocados en edificios o a nivel del suelo, postes y torres de los sistemas de alumbrado. Las lluvias intensas incrementan el nivel de ríos y arroyos hasta llegar a su desbordamiento, provocando inundaciones en sus márgenes, en zonas bajas o de planicie. Además, el oleaje y la marea de tormenta altos ocasionan penetraciones del mar, que se traducen en inundaciones costeras. Así como serias afectaciones por deslizamientos o derrumbes en zonas serranas o lomeríos.

- Sequías: la temporada de estiaje y sequía meteorológica abarca del 1 de febrero al 31 de mayo, representa un periodo crítico en el que la reducción de precipitaciones y el aumento de temperaturas pueden generar diversas afectaciones para la población, los ecosistemas y las actividades económicas. Durante esta época, se intensifican fenómenos como la disminución de cuerpos de agua, el incremento del riesgo de incendios forestales, afectaciones al suministro de agua potable y la propagación de enfermedades relacionadas con el calor. A su vez, la canícula es un evento climático que año con año se presenta en el estado de Veracruz, se caracteriza por el descenso en las precipitaciones pluviales y el incremento en las temperaturas hacia la mitad de la temporada de lluvias, cuando transcurre el verano, es decir entre los meses de julio y agosto, teniendo una duración aproximada de 40 días. Todo lo anterior puede provocar en las personas: deshidratación, insolación, golpes de calor, enfermedades diarreicas, y en algunos casos Cólera.

- Heladas y Nevadas: para Veracruz la temporada inicia desde el primer día de octubre y finaliza el último día de marzo, por lo tanto, se encuentra inmersa en la temporada de Frentes Fríos y Nortes. Representa un periodo de riesgo para la población debido a las bajas temperaturas y las condiciones climáticas extremas que pueden afectar la salud, la infraestructura y la vida cotidiana. Durante este tiempo, se incrementa la probabilidad de enfermedades respiratorias, accidentes en vías de comunicación y daños a la vivienda, cultivos y servicios básicos.

Como ya se ha mencionado el área del proyecto se encuentra ubicada dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano, mismo que al estar muy cerca del Puerto de Veracruz, los principales riesgos hidrometeorológicos que se pueden presentar son los ciclones, huracanes,

tormentas, ondas tropicales, los frentes fríos y las sequías. Por lo que esto se debe tomar en consideración cuando se ejecute el proyecto.

III.6.2.2 Geología

La Geología estudia la composición, estructura y dinámica de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua…), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente. La geología de México se caracteriza por su gran complejidad tectónica y riqueza mineral, resultado de la interacción de cinco placas tectónicas: Norteamérica, Pacífico, Rivera, Cocos y el Caribe. El territorio mexicano es un mosaico de terrenos geológicos formados desde el Paleozoico y Mesozoico, marcados por una intensa actividad volcánica y sísmica (Centeno-García, 2017).

III.6.2.2.1 Fisiografía

La fisiografía es un tipo de clasificación geomorfológica, basada en la descripción de los rasgos de la superficie terrestre, así como la relación entre el relieve, el suelo, la vegetación, la atmósfera, el agua y otros elementos ambientales. Esta clasificación se representa como provincias y subprovincias con base en los factores antes mencionados.

Es así que, de acuerdo con el INEGI, tanto la RE como el área del proyecto se encuentran dentro de una provincia: la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur. Igualmente, tanto la RE como el área del proyecto se encuentran en una subprovincia fisiográfica la cual corresponde a la Llanura Costera Veracruzana; mismas que se describen brevemente a continuación.

- Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur

La provincia Limita al Norte con el Golfo de México; al Este, tiene límites con la Provincia de la Península de Yucatán y Belice; al Sur, limita con las provincias de la Cordillera Centroamericana y la provincia de la Sierra de Chiapas y Oaxaca; y en la porción Oeste, limita con las Provincias de la Sierra Madre Sur y la provincia de la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico. Está conformada por grandes cantidades de aluvión acarreado por los ríos más caudalosos del país, como lo son el Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta;

mismos que atraviesan la provincia para desembocar en la parte sur del Golfo de México. La mayor parte de la superficie de esta región tiene una altitud muy próxima al nivel del mar y está cubierta por material aluvial. Su morfología está interrumpida principalmente por la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos. La parte la provincia que queda dentro del Veracruz está dominada por climas cálidos subhúmedos. La vegetación se ajusta a estos regímenes de precipitación, con selvas mediana perennifolia y alta subcaducifolia en las zonas menos húmedas y alta perennifolia en las zonas más húmedas (INEGI, s.f.).

- Subprovincia Fisiográfica Llanura Costera Veracruzana

Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27,001.17 km^2, que representan el 37.29 por ciento de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos y parte de otros 26, así como la cuenca baja del Papaloapan y del Coatzacoalcos. De manera general, esta subprovincia se subdivide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste. Esta subprovincia se distingue por la presencia de lomeríos suaves y en una mayor extensión se identifican llanuras con sistemas lagunares permanentes que ocupan extensas superficies. De los rasgos fisiográficos representativos, se reconocen zonas de llanuras inundables, barras, dunas, llanuras costeras con dunas y en el extremo oriental, lomeríos suaves con llanos asociados. Presenta principalmente climas cálidos subhúmedos y cálidos húmedos, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 24° C y 26° C. Suelos tipo vertisol y arenosol, con presencia de selvas bajas perennifolias, manglares y humedales (Florescano, 2010).

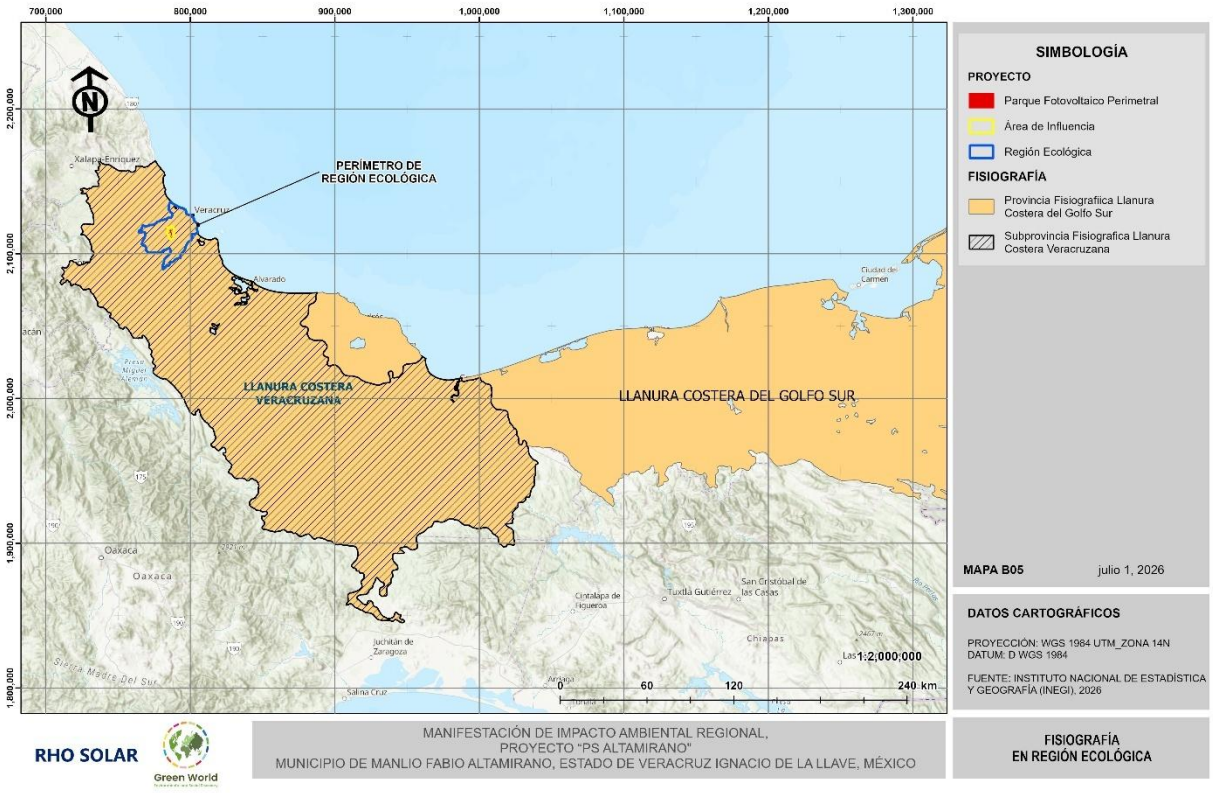


Figura 97. Provincias y subprovincias fisiográficas de la RE.

III.6.2.2.2 Topoformas

El relieve complejo del país determina la formación de gradientes altitudinales, de humedad, de temperatura, y la presencia de sombras geográficas que modifican las condiciones climáticas de ciertos lugares. El sistema de topoformas se define, como el conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos (INEGI, 2005).

Los sistemas de topoformas presentes en el estado de Veracruz se dividen principalmente en planicies, lomeríos y sierras. Debido a la compleja geografía, el estado albergua una gran variedad de paisajes donde predominan las llanuras costeras, el eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental. La RE se ubica en dos sistemas de topoformas denominados llanura aluvial costera y en regiones de lomeríos con llanura, siendo estas últimas las de mayor presencia en la RE, cabe mencionar que el área del proyecto se localiza en este tipo de topoforma. La

topografía no es nada accidentada, ya que se caracteriza por ser un relieve plano de baja altitud, aunque en partes de la región se pudieran encontrar algunas transiciones topográficas entre elevaciones bajas y onduladas, y grandes planicies aluviales o costeras (INEGI, 2023).

Tabla 47. Sistema de Topoformas presentes en la RE

Provincia	Subprovincia	Sistema de Topoformas	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Llanura Costera del Golfo Sur	Llanura Costera Veracruzana	Lomerío con Llanuras	55,449.2503	61.69
		Llanura Aluvial Costera	34,266.2500	38.12
		Cuerpo de Agua	164.8997	0.18
Total			**89,880.4000**	**100.00**

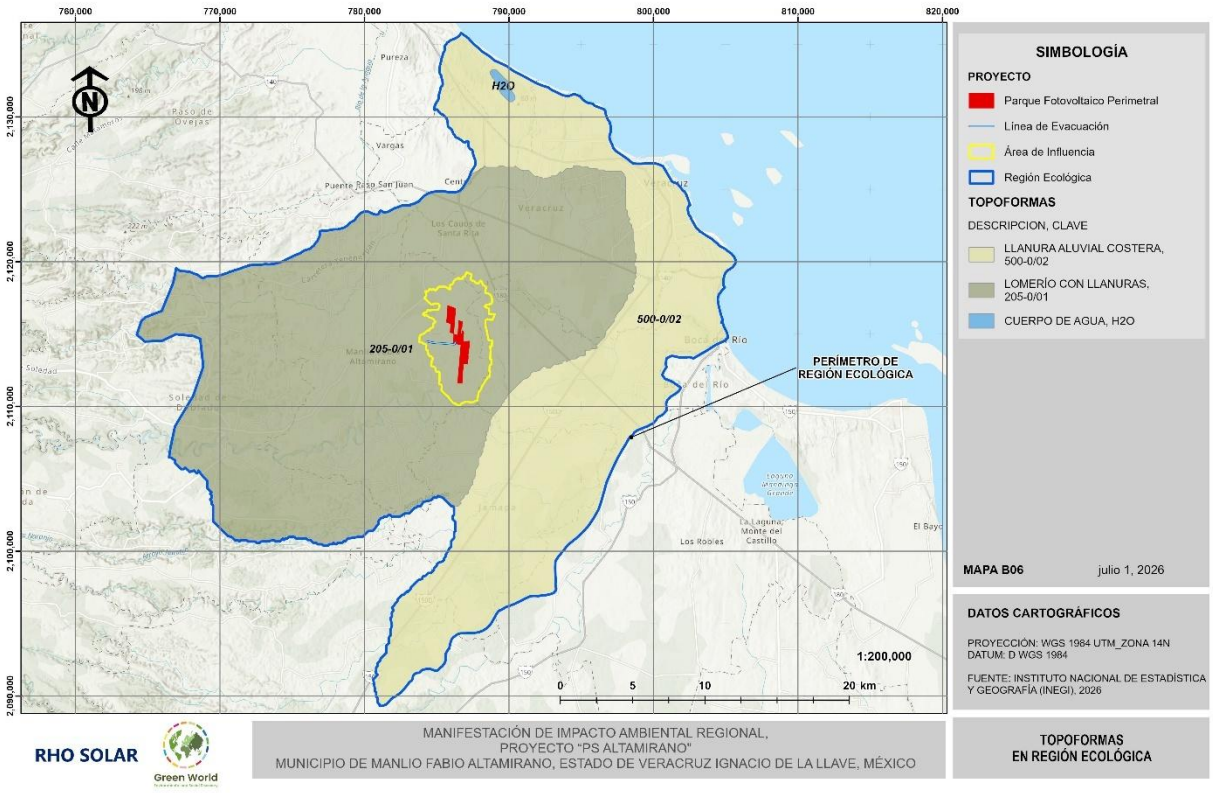


Figura 98. Sistema de Topoformas en la RE.

III.6.2.2.3 Geología superficial

En el Estado de Veracruz, las diferentes expresiones morfológicas de su territorio son complejas y variadas. Las tierras altas comprenden entre los 5,675 y 3,000 metros sobre el nivel del mar; la primera corresponde al Pico de Orizaba o Citlaltépetl, máxima altura del país y el volcán más alto de Norteamérica. En este rango de elevaciones, las pendientes suelen ser muy pronunciadas y los terrenos están cortados por valles en forma de "V". Las zonas intermedias se encuentran entre los 3,000 y 500 metros sobre el nivel del mar; están conformadas por mesetas, lomas redondeadas y algunas elevaciones aisladas. Aquí los ríos han formado profundas barrancas que cortan gruesas secuencias de sedimentos y depósitos volcánicos. Las tierras bajas se encuentran por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar; se distinguen por tener lomeríos suaves, extensas planicies y ríos caudalosos que presentan patrones meándricos antes de su desembocadura al océano (Florescano, 2010).

La historia geológica de las rocas más antiguas que afloran en el estado comenzó desde la era Paleozoica y ellas son producto de un acontecimiento de dimensiones globales, resultante del choque de las masas continentales que posteriormente formarían el supercontinente llamado Pangea. Durante el Triásico comienza a imperar un ambiente de distensión provocado por la apertura del Golfo de México, como consecuencia del inicio de la separación de Pangea. Las rocas más antiguas que se encuentran en el estado de Veracruz afloran en la región de Huayacocotla, al noroeste del estado (Florescano, 2010).

Así pues, la RE está constituido principalmente por rocas aluviales, coincidiendo de esta manera con las características de formación del lomerío con llanuras.

La RE se encuentra compuesto en su mayoría por rocas de la era Cenozoica. Dentro de la composición geológica este se encuentra constituido por rocas aluviales sedimentarias (Qhoal), lahares extrusivas (QptLh-ar) y rocas eólicas sedimentarias (Qhoeo).

Tabla 48. Superficies de los tipos de roca en la RE

Clave	Litología	Tipo	Era	Sistema	Serie	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
QptLh-ar	Lahar	Extrusiva	Cenozoico	Cuaternario	Pleistoceno	45,134.7000	50.22
Qhoal	Aluvial	Sedimentaria	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	34,607.8000	38.50
Qhoeo	Eólico	Sedimentaria	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	9,896.1331	11.01
H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	241.7669	0.27
Total						**89,880.4000**	**100.00**

Por su parte el área del proyecto se conforma únicamente por rocas de tipo lahares extrusivas (QptLh-ar); lo anterior puede observase en la **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.**, mostrada más adelante.

A continuación, se describen brevemente los tipos de roca que se registran al interior de la RE delimitada (Florescano, 2010).

- Aluvial

Unidad formada por depósitos detríticos no consolidados, constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de las rocas preexistentes. Son del Cuaternario, se presentan en forma de abanicos aluviales y como relleno de valles fluviales.

- Lahar

Son depósitos epiclásticos. Se forman cuando el material volcánico (fragmentos angulosos, bloques, cantos rodados y cenizas) colapsa y fluye pendiente abajo por la acción del agua y la gravedad, formando una matriz arenosa. Suelen provenir de grandes complejos volcánicos y avalanchas de escombros de volcanes cercanos como el Pico de Orizaba.

- Depósitos eólicos

Son formaciones rocosas creadas o esculpidas por la acción constante del viento. Esto incluye tanto rocas sedimentarias formadas por la acumulación de arena arrastrada por el viento (eolianitas), como aquellas rocas preexistentes erosionadas por el impacto de partículas en suspensión (abrasión). Son materiales sueltos de grano fino, principalmente arenas, limos y ocasionalmente fragmentos de conchas o cuarzo. Se distribuye comúnmente en llanuras costeras, valles desérticos o zonas áridas cercanas a litorales y lagunas.

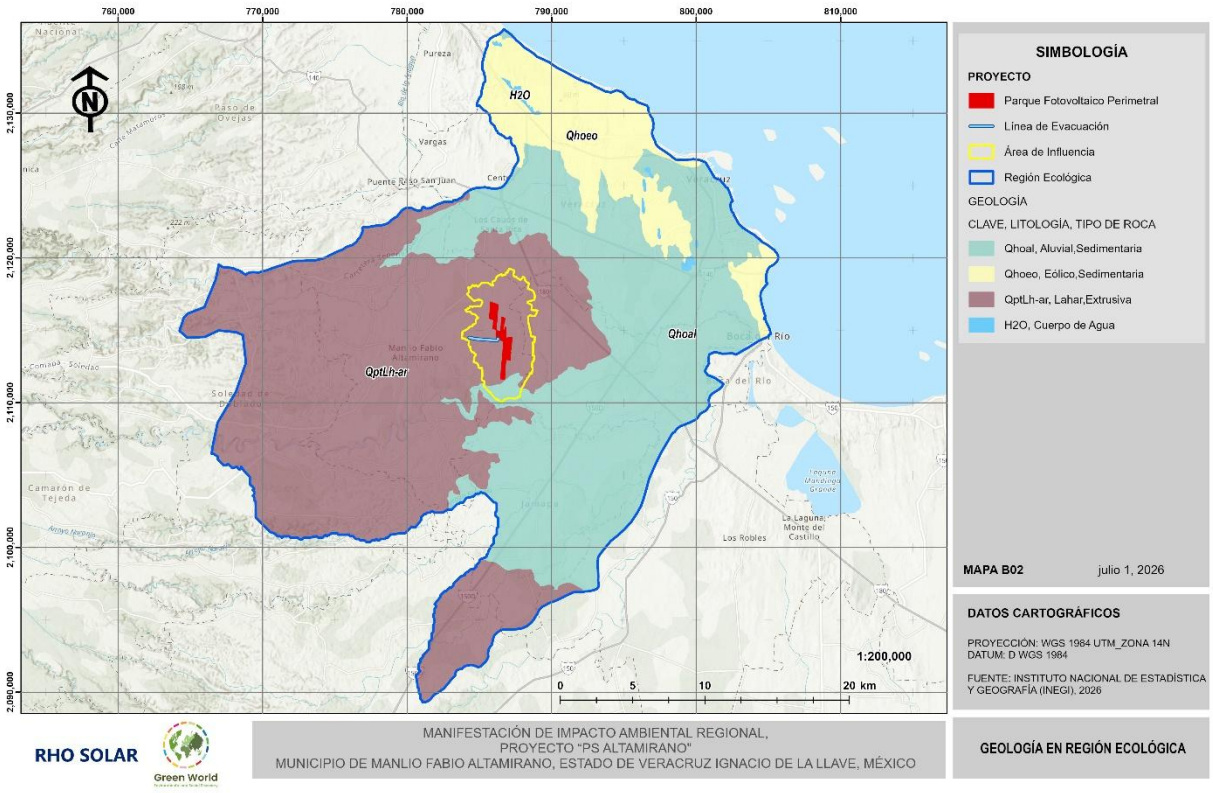


Figura 99. Geología superficial presente en la RE.

III.6.2.2.3.1 Fallas y fracturas

La geología estructural, estudia la estructura de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas).

Las rocas que componen la corteza terrestre se ven frecuentemente sometidas a fuerzas internas que producen en ellas diversos tipos de deformaciones. El comportamiento mecánico de las rocas frente a la deformación depende de su composición y estructura, de las condiciones de presión y temperatura, y de la velocidad con que se produce dicha deformación. Se entiende como una fractura a cualquier superficie de discontinuidad producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil). Hay dos tipos principales de fracturas: las fallas y las diaclasas. Las fallas son fracturas con un desplazamiento relativo de los bloques que separan, mientras que en el caso de las diaclasas no existe un desplazamiento apreciable.

Además, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

En general para el estado de Veracruz, se presenta una geología estructural compleja, una topografía muy irregular, la cual varía desde pendientes muy pronunciadas hasta valles amplios y planicies de inundación. Asociados a esta morfología, se presentan una intensa precipitación pluvial, inestabilidad de ciertos materiales superficiales, deforestación de los bosques y selvas, así como las alteraciones producidas por la urbanización y otros procesos constructivos (Rodríguez, 2011).

Es así que, de acuerdo con la cartografía de la zona, se determina que no existen fracturas que incidan en la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto. La geología estructural del área no representa condiciones de inestabilidad tectónica significativa.

III.6.2.3 Edafología

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores del ambiente, fundamentalmente del clima, material parental o tipo de roca, relieve y tiempo, a partir de los cuales se originan los suelos (INEGI, 1995). El país presenta una gran diversidad de suelos, ya que 25 de las 30 categorías de suelos reconocidas en el mundo están presentes en nuestro país (CONAFOR, Inventario estatal forestal y de suelos, 2014).

En el estado de Veracruz se presentan 16 diferentes tipos de suelos, siendo ellos, en orden de abundancia: Vertisol, Feozem, Luvisol, Acrisol (estos cuatro primeros ocupan 67% de la superficie estatal), Regosol, Cambisol, Gleysol, Andosol, Litosol, Rendzina, Arenosol y, con proporciones menores al 1%, están el Nitosol, Fluvisol, Solonchak, Castañozem y Planosol (CONABIO, La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado., 2011).

En este caso se identifican dos suelos primarios dentro de la RE y corresponden al suelo de tipo Vertisol y al de tipo Phaeozem.

Tabla 49. Superficies de los tipos de suelo en la RE

Tipo de suelo	Asociación de suelo	Clasificación del suelo	Textura	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Vertisol	Vertisol	Pélico	Fina	44,663.5775	49.69
Phaeozem	Regosol	Léptico	Media	17,870.3050	19.88
Technosol	Ekránico	Úbricas	N/A	9,162.0479	10.19
Arenosol	Regosol	Calcárico	Gruesa	6,922.3259	7.70
Leptosol	Vertisol	Úrbico	Fina	5,623.1802	6.26
Fluvisol	Vertisol	Pélico	Gruesa	3,206.9887	3.57
Regosol	Vertisol	Eútrico	Gruesa	2,276.5828	2.53
Cuerpo de Agua	N/A	N/A	N/A	155.3920	0.17
Total				**89,880.4000**	**100.00**

A continuación, se hace una breve descripción de los principales tipos de suelo presentes en la RE del proyecto (INEGI, 2015):

- Technosol

El término deriva del vocablo griego "technikos" que significa bien hecho. Son suelos dominados o fuertemente influenciados por todo tipo de material hecho o expuesto por la actividad humana que de otro modo no se produciría en la superficie de la tierra; la edafogénesis en estos suelos se ve fuertemente afectada por los materiales y su organización, se encuentra principalmente en áreas urbanas e industriales, donde la actividad humana ha propiciado la construcción de suelo artificial, sellado del suelo natural o la extracción de material. De este modo, las ciudades, carreteras, minas, basureros, derrames de petróleo, el carbón de depósito de cenizas y similares está incluido en Technosoles. Es probable que éstos contengan más sustancias tóxicas que otros grupos de suelos y deben ser tratados con cuidado.

- Arenosol

Son suelos con más del 85% de arena. Incluyen arenas recién depositadas en dunas o playas y también de arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de labranza y enraizamiento. Los Arenosoles más susceptibles a la degradación por cambio de uso son los de clima húmedo. En los trópicos perhúmedos están químicamente agotados y son altamente sensibles a la erosión.

- Regosol

El término Regosol deriva del vocablo griego "rhegos" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas. El perfil es de tipo AC. No existe horizonte de diagnóstico alguno excepto un ócrico superficial. La evolución del perfil es mínima como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formación por una prolongada sequedad. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque.

- Leptosol

El término leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y pendientes elevadas. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte Móllico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una

potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos bajo bosque.

- Fluvisol

El término fluvisol deriva del vocablo latín "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática. El perfil es de tipo AC con evidentes muestras de estratificación que dificultan la diferenciación de los horizontes, aunque es frecuente la presencia de un horizonte Ah muy conspicuo. Los rasgos redoximórficos son frecuentes, sobre todo en la parte baja del perfil. Los Fluvisoles suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

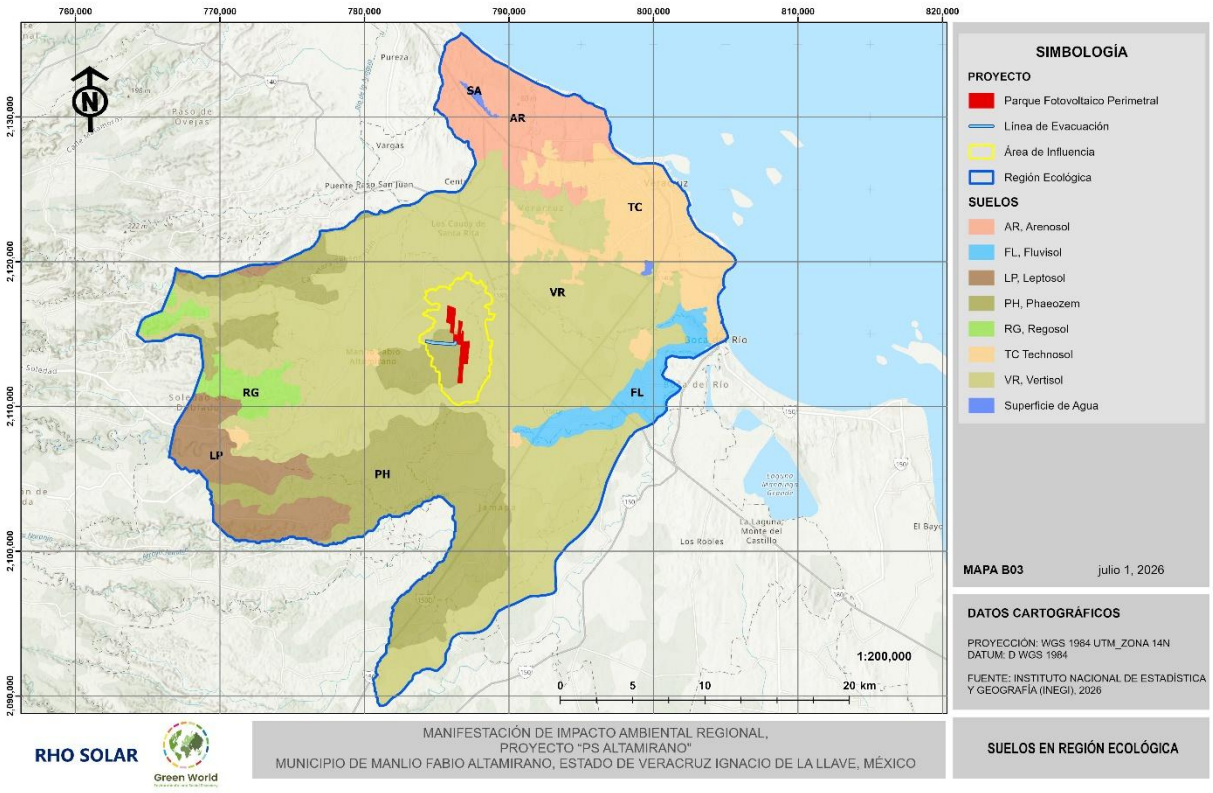


Figura 100. Edafología en la RE

En lo que se refiere al AI, los suelos de tipo Vertisol y Phaeozem dominan su superficie. Los tipos de suelo junto con sus superficies y porcentajes que se encuentran dentro del Área de Influencia se pueden verificar en la siguiente Tabla 50. Edafología presente en el AI.

Tabla 50. Edafología presente en el AI

Clave	Asociación de suelo	Clasificación del suelo	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Vertisol	Vertisol	Pélico	2,352.6924	75.00
Phaeozem	Regosol	Léptico	784.1454	25.00
Total			**3,136.8378**	**100.00**

Finalmente, respecto al AP, igualmente los suelos de tipo Vertisol y Phaeozem dominan su superficie. A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de suelo presentes en el área del proyecto (INEGI, 2015):

- Vertisol

El término vertisol deriva del vocablo latín "vertere" que significa dar vuelta. Son suelos pesados formados bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, que presentan grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastantes estables frente a la erosión.

- Phaeozem

El término Phaeozem deriva del vocablo griego "phaios" que significa oscuro y del ruso "zemlja" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica; igualmente para este término se puede utilizar la denominación Feozem. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque. El perfil es de tipo AhBC el horizonte superficial suele ser menos oscuro y más delgado que en los Chernozem. El horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico. Los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una gran variedad de cultivos de secano y regadío así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.

III.6.2.3.1 Degradación de suelos

El estado de conservación de suelo se define como las actividades a nivel local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de la tierra en áreas afectadas o propensas a la degradación (FAO, 2018).

A su vez, la degradación del suelo se entiende como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados, contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema (FAO-UNESCO, 2006).

Sin embargo, como resultado de los procesos geológicos y los procesos antropogénicos ocasionados principalmente por el libre pastoreo, la deforestación, la extracción y exportación de especies vegetales (principalmente para la elaboración de artesanías, construcción de casas entre otros), contaminación con agroquímicos, contaminación por desechos sólidos y el descontrolado crecimiento urbano, provocan un gran problema en la estabilidad y modifican su estado de conservación (SEDESOL, 2012).

Igualmente, la degradación de suelos se refiere a procesos inducidos por actividades humanas de manera directa o indirecta, y que disminuyen su productividad biológica o su biodiversidad, así como la capacidad actual y/o futura para sostener vida humana. Se distinguen cuatro tipos de degradación: por erosión eólica, por erosión hídrica, degradación física, y degradación química.

La RE se encuentra en tres tipos de degradación que corresponden a: en mayor escala, a la degradación física por compactación esta abarca el 36.60% de la RE, presenta un grado ligero causada por el sobrepastoreo; por otra parte, en segunda instancia se tiene una degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, esta abarca el 31.29% de la RE, con un grado moderado, siendo la causa las actividades agrícolas; finalmente, dentro de las afectaciones se tiene a la degradación física por pérdida de la función productiva, comprende el 6.63% de la RE, con un grado extremo de degradación y es causada por la urbanización.

Por otra parte, también se observan áreas sin datos de la degradación, en otras palabras, no se determina algún tipo de degradación para el suelo, estas abarcan el 25.47% de la RE; sin embargo, algunas de estas áreas pueden ser muy vulnerables a pequeños cambios que afecten el equilibrio natural por lo que puede existir susceptibilidad a la degradación.

Cabe destacar que tanto el área de influencia como el área del proyecto se encuentran embebidas en el tipo de degradación física por compactación.

Tabla 51. Superficies de los tipos de degradación de suelo en la RE de acuerdo con el INEGI (2004)

Tipo de Degradación de Suelo	Grado	Causa	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Degradación física por compactación	Ligero	Sobrepastoreo	32,897.0507	36.60
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	28,126.4538	31.29
Sin datos de degradación	N/A	N/A	22,894.6150	25.47
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Urbanización	5,962.2806	6.63
Total			**89,880.4000**	**100.00**

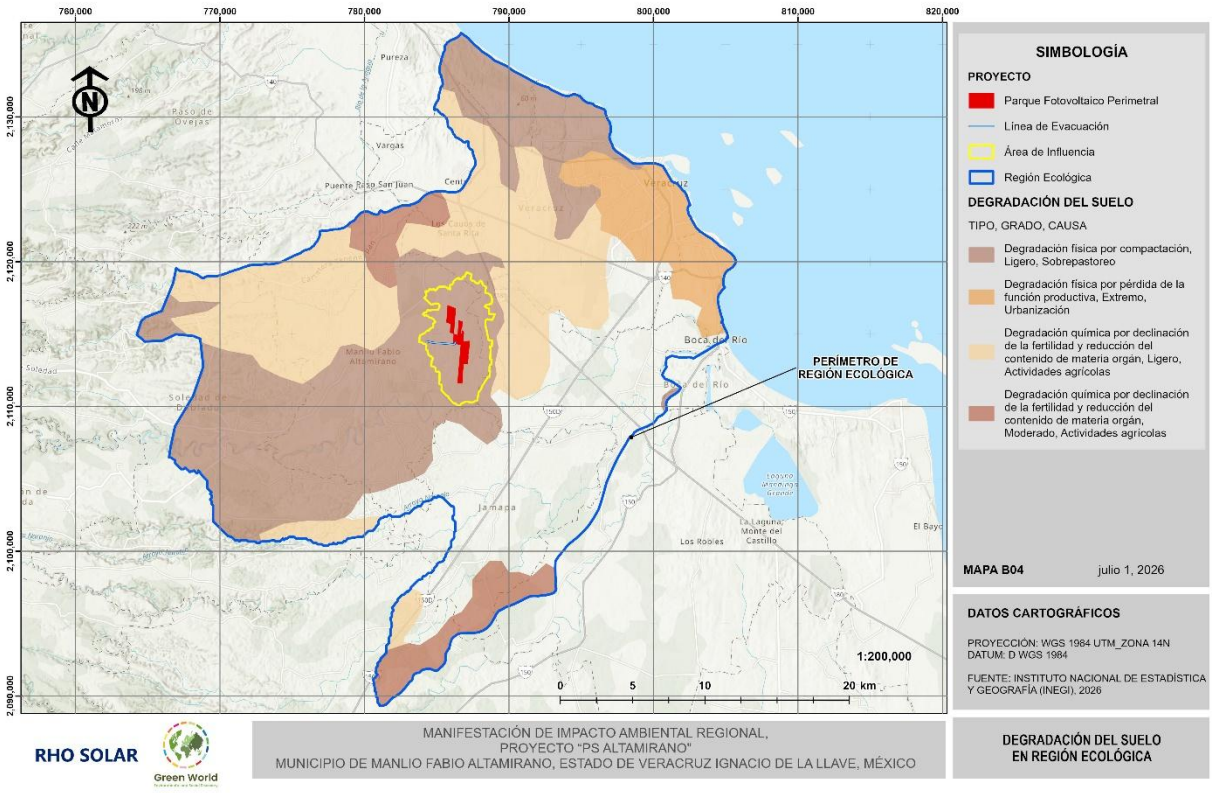


Figura 101. Degradación de suelos al interior de la RE.

III.6.2.4 Hidrología

III.6.2.4.1 Hidrología superficial

La hidrología superficial es el conjunto de escurrimientos, cauces, cuerpos de agua y procesos de circulación del agua en la superficie del terreno, determinados por la precipitación, el relieve, la geología, el tipo de suelo y la cobertura vegetal. Su análisis permite identificar la disponibilidad de agua superficial, la dinámica de escurrimiento y las zonas de concentración temporal de agua.

El estado de Veracruz es una zona de alta precipitación pluvial, es la entidad con el mayor volumen de agua superficial vertida al mar por sus ríos. Sus principales ríos son el Pánuco (frontera con Tamaulipas), Tempoal y Tuxpan (parte del límite con el Estado de Puebla), Cazones, Tecolutla, Nautla, Misantla, Actopan, La Antigua, Jamapa, Blanco, Papaloapan,

Coatzacoalcos y Tonalá (Mariles, 2014). Por su parte el municipio de Manlio Fabio Altamirano, su hidrología superficial se caracteriza por un terreno plano y permeable, por lo que prevalecen los escurrimientos y arroyos temporales. Esta zona destaca por el uso agrícola a gran escala. El riego depende en gran medida del agua superficial procedente de las presas derivadoras "Ixtapilla" y "La Comunidad".

La hidrología superficial del área es altamente variable y puede verse alterada por actividades de movimiento de tierras, compactación del suelo y modificación de cauces naturales. Por ello, en proyectos como estos es fundamental mantener la continuidad de los escurrimientos naturales y evitar la obstrucción o concentración artificial del flujo superficial.

Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas a nivel nacional. Estas se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH). A continuación, se presenta la región hidrológica, y las cuencas y las subcuencas en las que se encuentra la RE del proyecto.

- Región Hidrológica Papaloapan (RH28)

La Región Ecológica se localiza embebida únicamente dentro de la Región hidrológica 28 Papaloapan (RH28. Esta región cubre el 41.2% de la superficie estatal con una extensión de 28,636 km^2, también aporta la mayor parte de descarga de agua dulce con aproximadamente 44,829 millones de metros cúbicos por año que representan el 42.28% de total para el estado. El sistema fluvial determinante para esta región hidrológica es la cuenca del Río Papaloapan, y de manera secundaria los ríos Actopan, La Antigua y Jamapa; mismos que drenan las aguas del centro-sur de la entidad hacia el Golfo de México (INEGI, s.f.; Mariles, 2014).

- Cuenca del Río Jamapa y otros (RH28B)

La cuenca del río Jamapa se encuentra ubicada entre los 18°45′ y 19°14′ latitud norte, y entre 95°56′ y 97°17′ longitud oeste. Tiene un área aproximada de 3,929 km^2, distribuida totalmente dentro del estado de Veracruz. El río Jamapa está compuesto de dos corrientes que en su confluencia se conocen con los nombres de río Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla drena un área de 1,679 km^2 y nace gracias a los deshielos del volcán Citlaltépetl o pico de Orizaba a

una elevación de 5,610 msnm en una zona limítrofe de los estados de Puebla y Veracruz llamada río Barranca de Chocomán. Avanza en dirección oriente a través de terrenos de topografía accidentada, de fuertes pendientes, colectando a su paso las corrientes formadas en las laderas nororientales del Pico de Orizaba. Mientras que El río Jamapa nace con el nombre de Barranca de Coscomatepec en el límite de los estados de Puebla y Veracruz, a 4,700 msnm. Su curso sigue un rumbo oriente, por terreno de topografía montañosa, en donde colecta corrientes que nacen en la Sierra Madre Oriental, en la zona comprendida entre las porciones norte del Pico de Orizaba y suroriente del cerro de La Cumbre (Mariles, 2014).

- ✓ Subcuenca Río Jamapa (RH28Bb)

Se localiza en la región central del estado de Veracruz, cuenta con una extensión aproximada de 1,679 km², comprendiendo diversos municipios del estado de Veracruz y una pequeña porción del estado de Puebla. La presencia de este cuerpo de agua ha favorecido históricamente el establecimiento de actividades productivas y asentamientos humanos. Las coordenadas extremas de la cuenca Jamapa se localizan entre los 18°44′ y 19°45′ de latitud norte, así como entre los 95°57′ y9 7°16′ de longitud oeste, delimitando una región con gran diversidad fisiográfica y climática (Chimal, 2026).

- ✓ Subcuenca Río San Francisco Puerto de Veracruz (RH28Bc)

Abarca directamente la llanura costera central de Veracruz, comprendiendo el Puerto de Veracruz y zonas costeras aledañas. Su red hidrológica superficial está compuesta por arroyos intermitentes, canales urbanos y pequeñas lagunas costeras que drenan directamente en dirección al Golfo de México. Debido a la alta urbanización de la ciudad de Veracruz, esta subcuenca regula el desalojo de aguas pluviales de la ciudad, evitando desbordamientos severos en temporada de huracanes.

Dentro de la RE se aprecian una gran cantidad de escurrimientos de diferentes órdenes desde primer hasta sexto orden; de entre estos destacan el Río Jamapa, que cruza la parte centro-sur de la RE, y el Río Paso Limón, que se ubica al norte de la RE; lo anterior se observa en la siguiente figura.

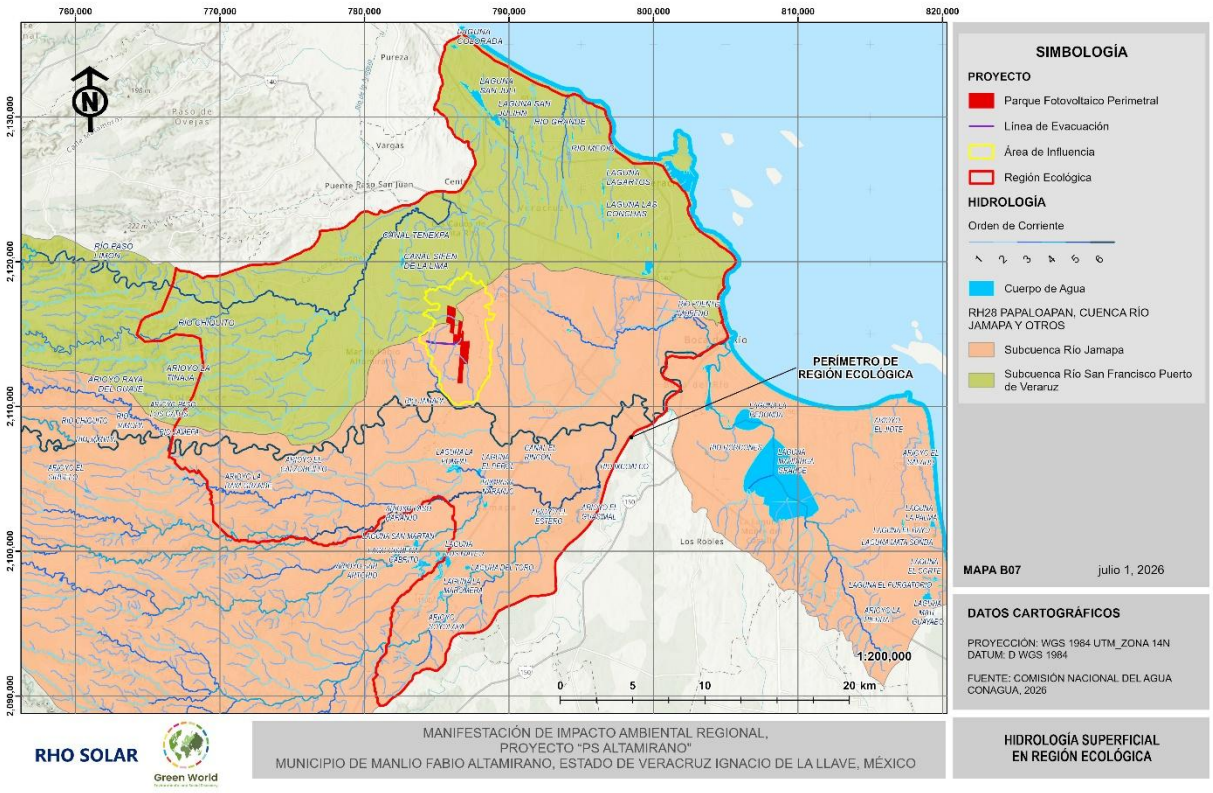


Figura 102. Imagen de la RE dentro de la Región Hidrológica e hidrología superficial.

III.6.2.4.1.1 Escurrimientos en el área del proyecto (AP)

La cartografía de la Red hidrográfica muestra que a lo largo del Área del Proyecto existen 5 corrientes que atraviesan con el mismo; estas solo conducen agua durante y después de eventos pluviales intensos, así mismo, estos cauces no tienen una fuente de alimentación constante y depende totalmente de la escorrentía superficial. A continuación, se presentan sus características principales.

Tabla 52. Corrientes en el área del proyecto

ID	Área del Proyecto	Entidad	Condición	Orden	Longitud (km)
1	Parque	Corriente	Intermitente	1	4.46
2	Línea de Transmisión	Corriente	Intermitente	1	1.54
3	Línea de Transmisión	Corriente	Intermitente	1	2.42
4	Parque	Corriente	Intermitente	1	3.17

ID	Área del Proyecto	Entidad	Condición	Orden	Longitud (km)
5	Parque	Corriente	Intermitente	1	4.25

En las corrientes presentadas en la tabla anterior se lograron observar individuos vegetales propios de Selva Baja Caducifolia, así como del Pastizal Inducido. Algunas de las especies mayormente identificadas que se asocian a las corrientes de la zona son *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Gliricidia sepium* (Cacahuananche), *Tabebuia rosea* (Apamate rosa), *Bursera simaruba* (Palo mulato), *Pisonia aculeata* (Coma de uña), *Acrocomia aculeata* (Guacoyul), *Bonellia macrocarpa* (Amoñe), *Bromelia pinguin* (Piñuela), *Eragrostis tenuifolia* (Pasto elástico), *Desmodium incanum* (Amor seco), *Cenchrus purpureus* (Pasto Taiwán), entre otras.

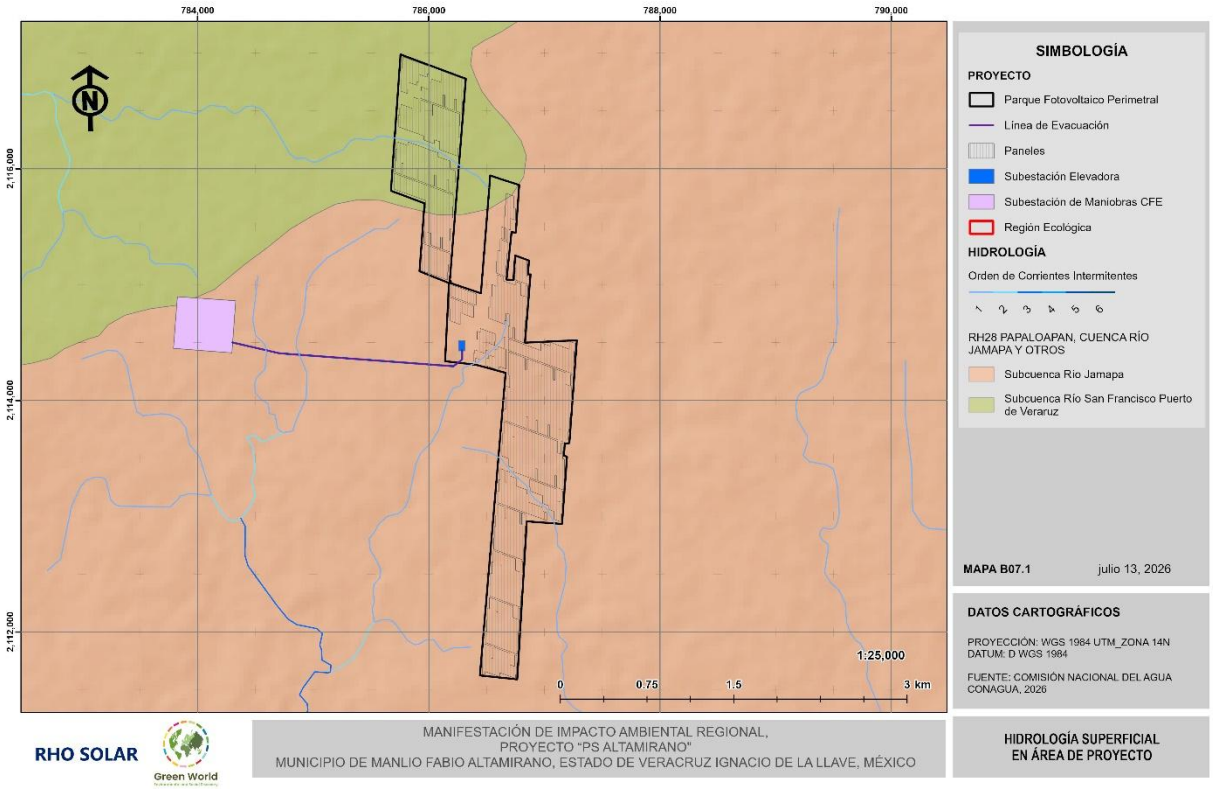


Figura 103. Corrientes que cruzan el área del proyecto

De acuerdo con la observado en campo, la ubicación del proyecto no representa una restricción ambiental crítica, pero si puede condicionar el diseño, particularmente en lo relativo

al manejo de escurrimientos, conservación de cauces y control de erosión, lo cual puede ser prevenible con las debidas medidas de mitigación adecuadas.

III.6.2.4.2 Hidrología subterránea

La hidrología subterránea se refiere al almacenamiento, circulación y calidad de agua que se infiltra y se desplaza a través del subsuelo, controlada por las características geológicas, la porosidad y permeabilidad de los materiales, así como las condiciones climáticas y topográficas.

De acuerdo con la información presentada por la Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas, publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024; CONAGUA, 2024), la RE se encuentra ubicada en dos acuíferos, "Costera de Veracruz" y "Cotaxtla", es importante mencionar que dichos acuíferos, presentar características ambientales muy similares, mismas que se describen brevemente continuación.

- Acuífero Costera de Veracruz

El acuífero Costera de Veracruz, definido con la clave 3006 por la CONAGUA, se localiza en la porción central del estado de Veracruz. Entre los paralelos 19° 03′ y 19° 29′ de latitud norte y los meridianos 96° 05′ y 97° 14′ longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 3,059 km^2. Con base en la clasificación de climas elaboradas por W. Köppen, modificada por Enriqueta García, para las condiciones de la República Mexicana, en la superficie del acuífero está representada una variación de climas que depende en gran media de las elevaciones topográficas. De esta manera, en la región occidental y noroccidental, donde se registran las mayores elevaciones, se presentan climas fríos y conforme se desplaza hacia la línea de costa, el clima cambia gradualmente a cálido sub-húmedo. Se puede definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido, en su porción superior, por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, areniscas y conglomerados, depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera y pie de montes. La porción inferior está conformada por rocas volcánicas y calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en el caso de las calizas.

Se registran un total de 1,875 obras que aprovechan el agua subterránea: 496 pozos y 1,379 norias; del total de obras, 239 se utilizan en la agricultura, 1,450 para uso público-urbano, 23 para uso doméstico-pecuario, 70 para servicios, 49 para uso industrial y 44 para otros usos menores. El volumen de extracción conjunta asciende a 154.1 hm^3 anuales, de los cuales 54.2 hm^3 (35.2%) se utilizan en la agricultura, 51.7 hm^3 (33.5 %) para uso público-urbano, 23.4 hm^3 (15.2%) para servicios, 17.0 hm^3 (11.0%) para uso industrial y 7.8 hm^3 (5.1%) para otros usos.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 206,617,630 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

- Acuífero Cotaxtla

El acuífero Cotaxtla, definido con la clave 3008 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 44′ y 19° 10′ de latitud norte y los meridianos 95° 56′ y 97° 16′ longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 3,247 km^2. Con base en la clasificación de climas elaborada por W. Köppen, modificada por Enriqueta García, para las condiciones de la República Mexicana, en la superficie del acuífero está representada una variación de climas que depende en gran media de las elevaciones topográficas. De esta manera, en la región occidental y noroccidental, donde se registran las mayores elevaciones, se presentan climas fríos y conforme se desplaza hacia la línea de costa, el clima cambia gradualmente a cálido sub-húmedo. Se puede definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido, en su porción superior, por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, areniscas y conglomerados, depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera y pie de montes. La porción inferior está conformada por rocas volcánicas y calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en el caso de las calizas.

Se registran un total de 708 obras que aprovechan el agua subterránea: 507 pozos, 188 norias y 13 manantiales; 651 activos (465 pozos, 173 norias y los 13 manantiales) y 57 inactivos (42 pozos y 15 norias). Adicionalmente, se identificaron una gran cantidad de norias que fueron estimadas en conjunto en un número de 3,087. De tal manera que en total los

aprovechamientos suman 3,795, de los cuales 507 son pozos, 3,275 norias y 13 manantiales. Del total de obras, 309 (281 pozos y 28 norias) se destinan al uso agrícola, 3333 (3232 norias y 101 pozos) son para uso doméstico-pecuario, 120 (110 pozos y 10 norias) para abastecimiento de agua potable, 14 (9 pozos y 5 norias) para servicios y 6 (pozos) para uso industrial. Además, de los 13 manantiales, 6 son para uso doméstico y 7 para agua uso público-urbano. De esta manera, el volumen de extracción total que se considera para el balance es de 130.1 hm^3 anuales, de los cuales 91.6 hm^3 (70.4 %) se destinan al uso agrícola, 11.9 hm^3 (9.1%) para dotación de agua potable a las comunidades de la región; 14.2 hm^3 al uso doméstico-pecuario (10.9 %), 1.7 hm^3 (1.3 %) para uso industrial, 1.0 hm^3 (0.8%) para servicios y 9.7 hm^3 (7.5%) para usos múltiples. Adicionalmente, a través de los 13 manantiales se descarga un caudal de 612 lps, que representa un volumen anual de 19.3 hm^3, de los cuales 18.2 hm^3 (94.3%) se utilizan para abastecimiento de agua potable y 1.1 hm^3 (5.7%) para uso doméstico.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 215,104,653 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

En la siguiente figura, se muestra la ubicación de la RE y el área del proyecto en los acuíferos, antes mencionados. Cabe mencionar que el AP se encuentra en su totalidad dentro del Acuífero Costera de Veracruz.

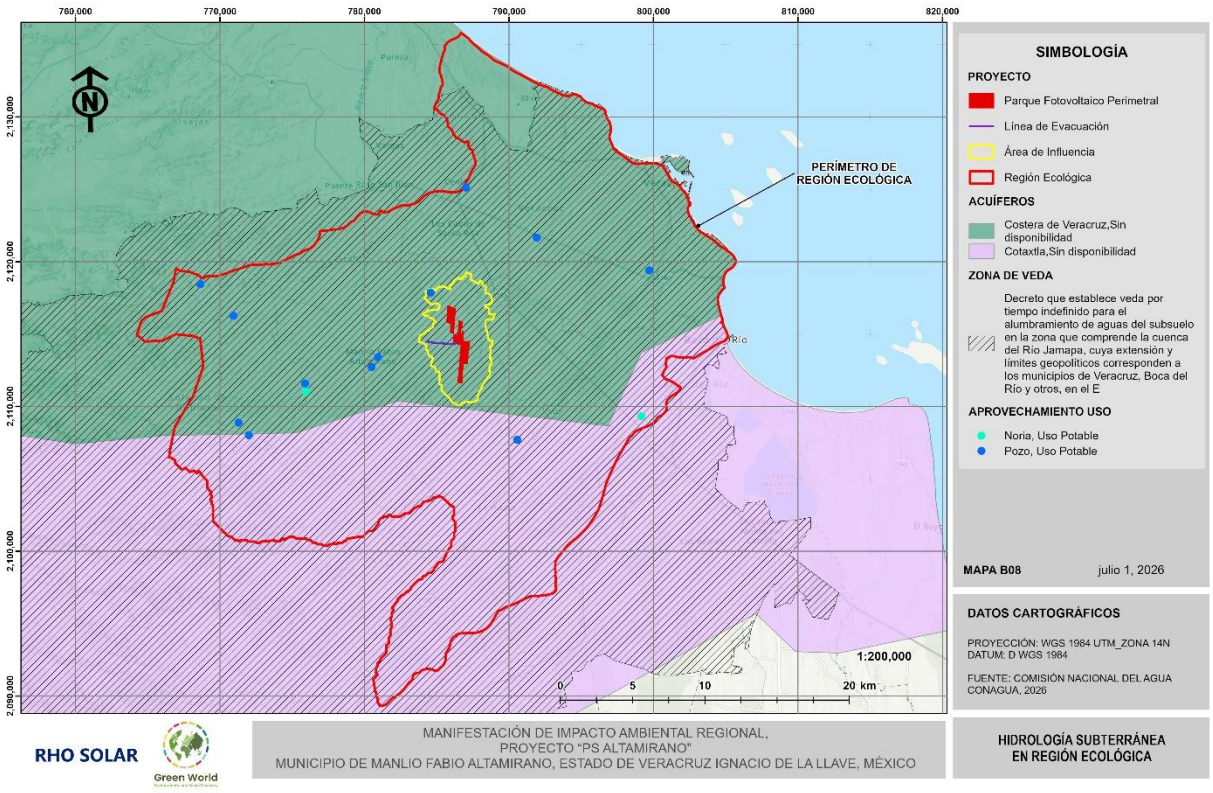


Figura 104. Hidrología subterránea en la RE

III.6.2.5 Paisaje

La valoración del paisaje y su fragilidad es fundamental en los sitios donde se pretenden desarrollar proyectos de gran magnitud, como lo es el "Parque Fotovoltaico Altamirano". Esto se debe a que, tanto la población humana como la fauna asociada, pueden verse afectadas por la alteración de la percepción visual y del ambiente sonoro durante las fases de construcción y operación del proyecto. Asimismo, dicha valoración forma parte de la política ambiental mexicana, en materia de conservación del paisaje y de los servicios ambientales, considerando al paisaje como un recurso natural limitado, necesario para el uso social, cultural y recreativo.

El paisaje puede abordarse desde una perspectiva ambiental o cultural; sin embargo, al analizar sus componentes y los procesos que en él ocurren, se obtiene una visión sistémica o ecológica. En este sentido, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea

compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella, es decir, de manera general se puede decir que el paisaje es resultado de combinar la geomorfología del terreno, clima, plantas, animales, agua y de la incidencia de las alteraciones de tipo natural y antrópicas.

Con base en lo anterior, para el presente estudio se consideraron dos enfoques del concepto de paisaje, descritos a continuación.

- Como elemento perceptual aglutinador de toda una serie de características del medio físico (Dunn, 1974).
- El efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado (Laurie, 1970).

De esta forma, el objetivo principal del presente apartado consiste en valorar la calidad del paisaje en el área donde se desarrollará el proyecto y de su área de influencia, mediante rangos de alcance visual y clasificación de unidades de paisaje.

Para desarrollar lo anterior se tomaron en cuenta tres importantes componentes propios del paisaje: visibilidad, calidad paisajística y fragilidad.

III.6.2.5.1 Visibilidad

Para el presente apartado se entiende por visibilidad al espacio geográfico que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Usualmente se estudia mediante datos topográficos, como altitud, orientación y pendiente. La mayor parte de los estudios encaminados al análisis visual del paisaje, conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación (Lovejoy, 1973).

Así pues, para el caso práctico del proyecto, las zonas o puntos visibles son aquellos denominados "miradores" humanos (núcleos urbanos, carreteras, otras áreas frecuentadas por el hombre), considerando que, en el área del proyecto y su entorno inmediato, las características morfológicas del terreno, según el sistema de topoformas de INEGI, corresponde a "Lomeríos con llanuras". Cabe resaltar, que para las estructuras que conforman

el parque solar se consideró una altura de 2.m y una extensión aproximada de norte a sur de 5km por 500m de ancho. Con base en lo anterior, en los párrafos siguientes se desglosa el proceso llevado a cabo para la valoración paisajística del proyecto.

III.6.2.5.1.1 Cuenca Visual

La cuenca visual "es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto…" (Sanz Tévar, 1996).

Para determinar la cuenca visual del Proyecto se consideraron principalmente las dimensiones de las celdas solares, centros de población, infraestructura vial y las características del relieve (Lomeríos con llanuras). Debido a la amplia superficie que ocupará el proyecto es posible que las estructuras que conforman el parque solar se alcancen a ver con claridad desde una distancia aproximada de 500m, a distancias posteriores a estos, los componentes del proyecto no serán perceptibles en su totalidad para un observador promedio, ya que a medida que un objeto se aleja del observador sus detalles van dejando de percibirse, hasta que llega un momento en que el objeto completo deja de percibirse, por lo que se optó por determinar 3 rangos de alcance o planos visuales, conforme a los siguientes parámetros:

- **Plano visual cercano: de 0 a 500 metros,** donde se tiene una percepción detallada de los objetos, tanto en el tamaño como en la intensidad y contraste de su colorido.
- **Plano visual mediano: desde los 500 hasta los 1,500 metros**, en donde los objetos se perciben como luces o sombras, principalmente siluetas. Los tonos varían en una gama de azul y grises y las texturas irreconocibles.
- **Plano visual lejano: desde los 1,500 a los 3,000 metros,** en donde ya no se percibe el detalle si no la silueta. La intensidad de los colores se debilita y las texturas se desvanecen, es decir, se percibe el conjunto como fondo escénico.

En la siguiente figura se muestran los planos visuales definidos para el proyecto.

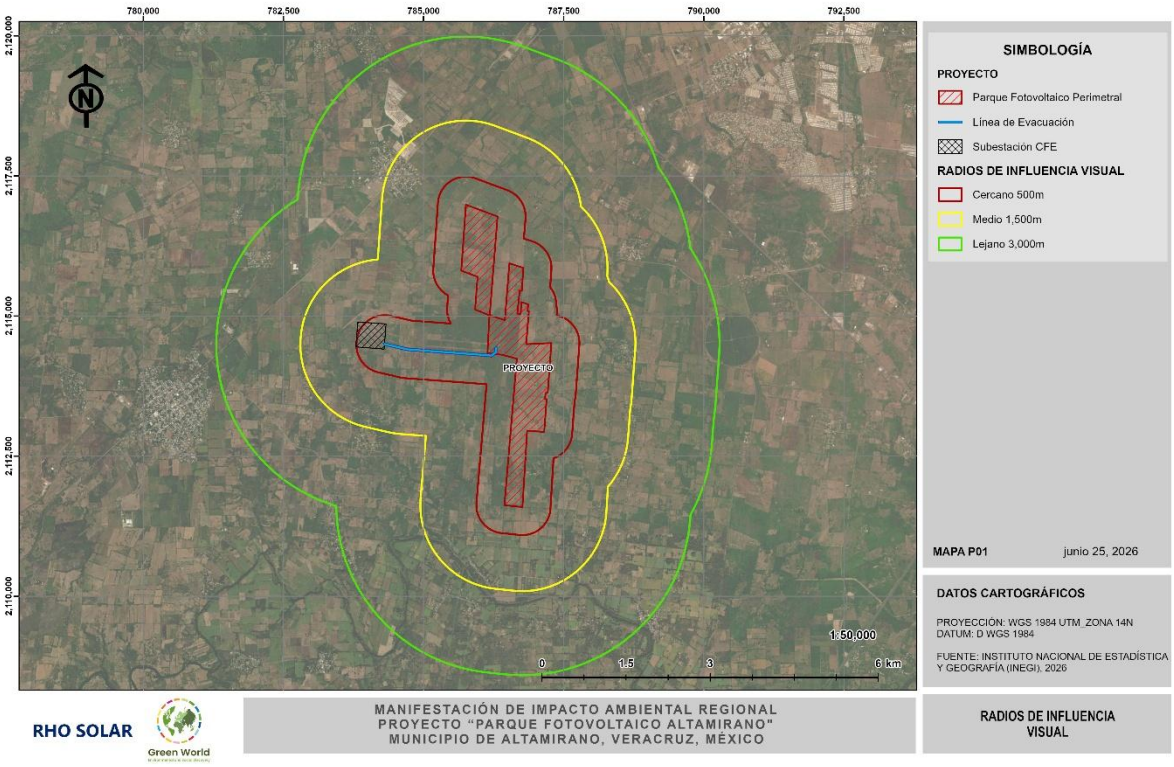


Figura 105. Planos visuales del proyecto

Con base en los rangos visuales establecidos, se determinó el alcance de visibilidad aproximado entorno al parque fotovoltaico y para precisar las áreas de impacto visual, se realizó un análisis de visibilidad entorno a las estructuras que conforman el parque fotovoltaico, cabe destacar que se consideró una altura promedio de 2.5 para los paneles fotovoltaicos. Así pues, empleando datos cartográficos de relieve y con el apoyo de un software especializado en cartografía digital se realizó una modelación que nos permitió identificar las áreas visibles dentro de los rangos visuales, como se ilustra a continuación, donde el tono rosado identifica las áreas visibles.

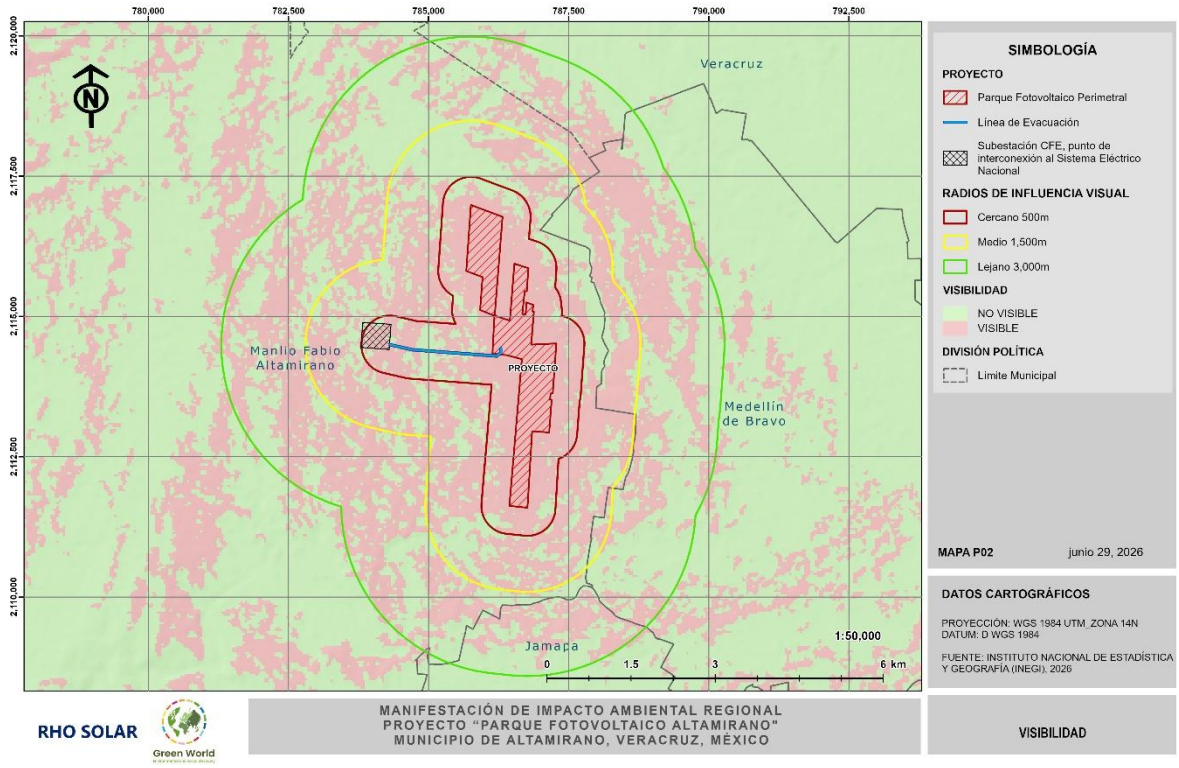


Figura 106. Visibilidad en radios de influencia

Posterior a tener identificadas las áreas visibles en los radios de influencia visual, se identificaron los centros de población (Localidades) y vialidades que se encuentran dentro de dichas áreas visibles, al considerarlos como centros de concentración o atracción poblacional (Observadores). Lo anterior, nos permitió definir la poligonal que representa la cuenca visual del proyecto, misma que se establece como área de análisis.

Cabe mencionar, que en algunos perímetros se incluyeron vialidades y localidades colindantes a los 3km del radio lejano como parte de los observadores, debido a que los centros de población no son estáticos, se relacionan entre sí y su dinámica va en función de sus actividades económicas, políticas o socioculturales. Por lo tanto, la infraestructura vial es una condición necesaria para el desplazamiento, tanto de la población, como de las mercancías y en su momento de los insumos que conformarán el parque fotovoltaico, resultando así, ser las vialidades un punto de observación transitorio.

En la siguiente figura, se muestra la integración de localidades e infraestructura vial sobre el modelo de visibilidad, así como, los radios de influencia visual que permitieron definir el polígono de la cuenca visual e identificar puntos de observación (localidades y vialidades) potencialmente impactados.

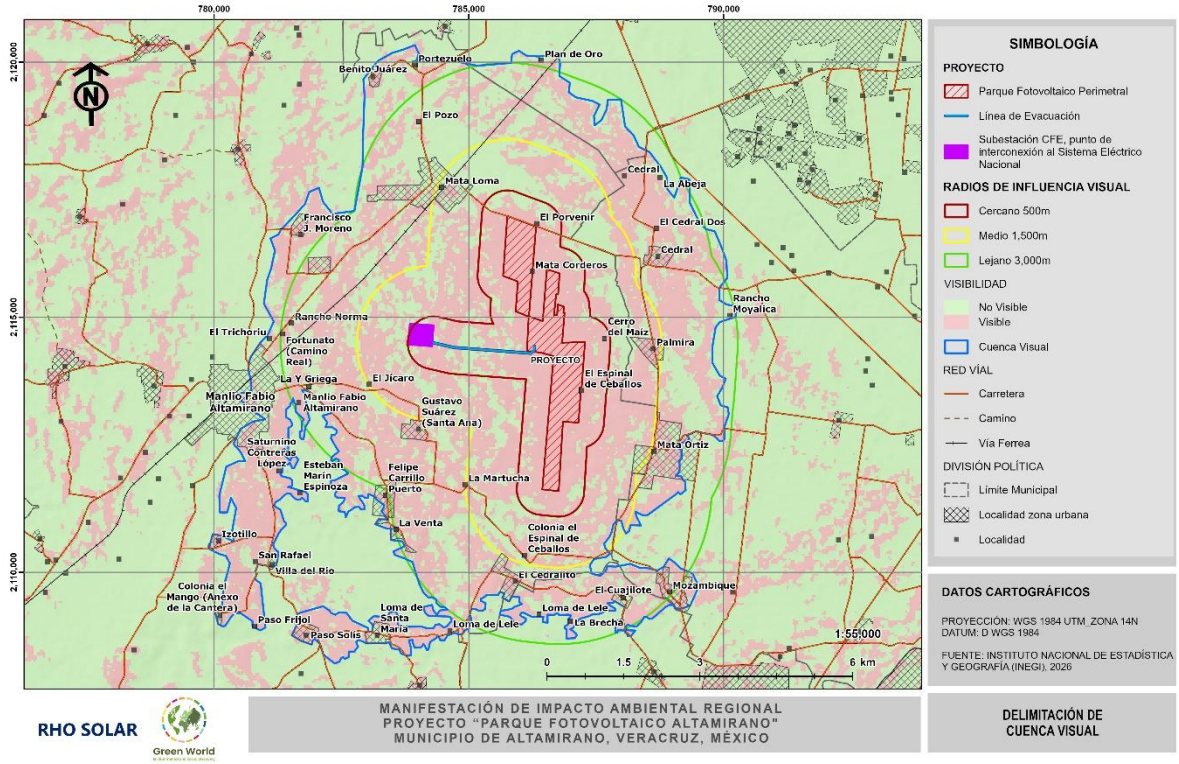


Figura 107. Delimitación de Cuenca Visual

Asimismo, este análisis constituye un insumo técnico relevante para la valoración del impacto visual, ya que permite reconocer las zonas donde el proyecto podría generar modificaciones perceptibles en la calidad escénica del entorno. En la siguiente figura se puede observar la cuenca visual del área del proyecto resultante.

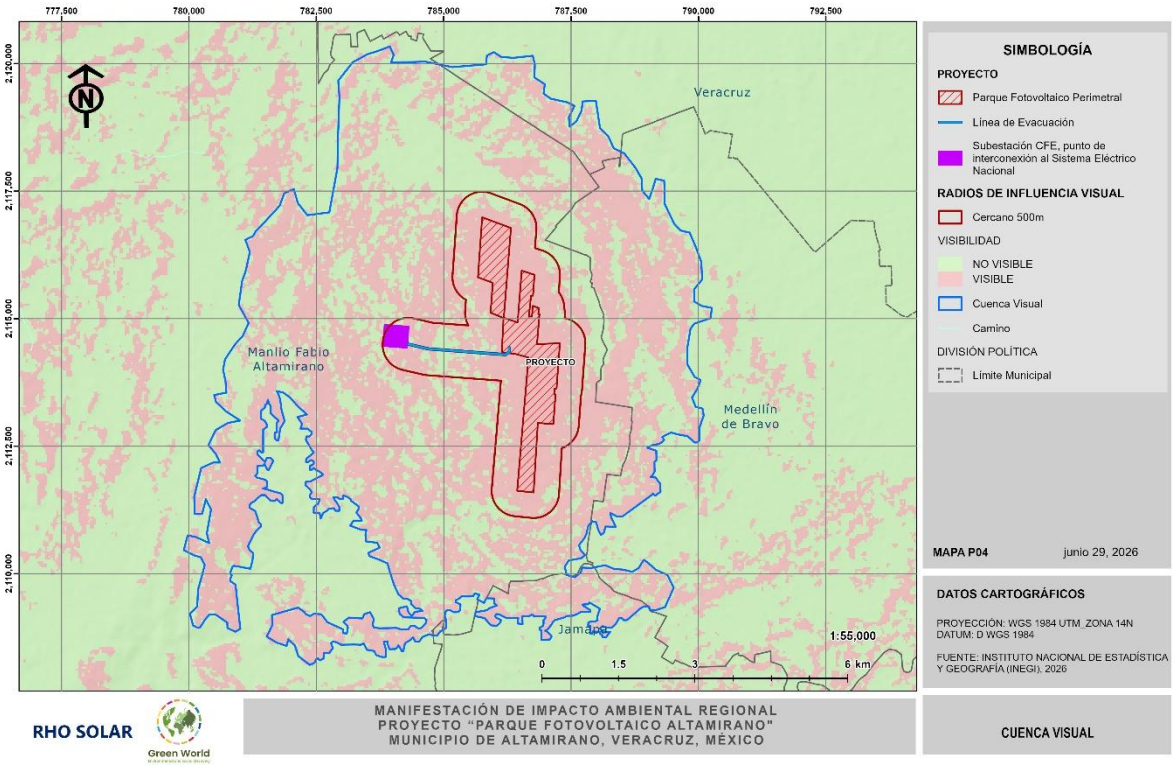


Figura 108. Cuenca Visual

Como se aprecia en la figura anterior y de acuerdo con la modelación de la cuenca visual, el proyecto se observará más hacia la zona Sur y parcialmente hacia el Oeste, debido a que es una zona con morfología llana y a que los paneles no exceden la altura de los 2.5 metros.

III.6.2.5.1.2 Puntos de Observación

El Servicio Forestal de la Columbia Británica (Forest Service, British Columbia, 1981) define los puntos de observación (PO) como localizaciones potenciales o específicas que ofrecen oportunidades para visualizar panorámicas y/o paisajes de especial interés, y cita como ejemplos de puntos de observación:

- ✓ Áreas de descanso
- ✓ Áreas de recreo
- ✓ Sendas y caminos de alto tránsito

- ✓ Carreteras
- ✓ Zonas residenciales

Asimismo, para determinar los puntos de observación se debe considerar lo siguiente: número de veces que la actividad potencial será vista, el número de observadores que verán la actividad y la distancia desde la cual será vista. En este sentido, dentro de los rangos visuales se identificaron únicamente dos categorías de puntos de observación; localidades y carreteras.

Con base en datos del marco geoestadístico nacional 2025, divulgado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se identificaron 43 localidades distribuidas dentro de la cuenca visual, la mayoría se encuentran dentro del radio lejano En la siguiente tabla se enlistan las localidades por radio de influencia dentro de la Cuenca Visual.

Tabla 53. Total de localidades en cuenca visual.

Radio de influencia	Numero	Nombre de Localidad
1 Cercano	1	Cerro del Maíz
	2	El Espinal de Ceballos
	3	El Porvenir
	4	Mata Corderos
2 Medio	5	Colonia el Espinal de Ceballos
	6	El Jícaro
	7	Mata Loma
	8	Palmira
3 Lejano	9	Benito Juárez
	10	Cedral
	11	Cedral
	12	Colonia el Mango (Anexo de la Cantera)
	13	El Cedral Dos
	14	El Cedralíto
	15	El Cuajilote
	16	El Pozo
	17	El Trichoriu
	18	Esteban Martín Espinoza
	19	Felipe Carrillo Puerto

Radio de influencia	Numero	Nombre de Localidad
	20	Fortunato (Camino Real)
	21	Francisco J. Moreno
	22	Gustavo Suárez (Santa Ana)
	23	Izotillo
	24	La Abeja
	25	La Brecha
	26	La Martucha
	27	La Venta
	28	La Y Griega
	29	Loma de Lele
	30	Loma de Lele
	31	Loma de Santa María
	32	Manlio Fabio Altamirano
	33	Mata Ortiz
	34	Mozambique
	35	Paso Frijol
	36	Paso Solís
	37	Plan de Oro
	38	Portezuelo
	39	Rancho Moyalica
	40	Rancho Norma
	41	San Rafael
	42	Saturnino Contreras López
	43	Villa del Río

De la lista anterior, solo cuatro localidades están dentro del rango cercano y se trata de rancherías dispersas sin datos censales, así mismo, de acuerdo con los "Principales Resultados por Localidad (ITER), 2020, de INEGI", solo 15 localidades cuentan con datos de población, destacando Manlio Fabio Altamirano con cerca del 50% de la población impactada visualmente, como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 54. Localidades en cuenca visual.

Número	Localidad	Porcentaje visible del parque	Radio de Influencia visual	Población	%
1	Palmira	0 al 25%	Medio	369	3.0

Número	Localidad	Porcentaje visible del parque	Radio de Influencia visual	Población	%
2	Mata Loma	0 al 25%	Medio	2121	17.4
3	Manlio Fabio Altamirano	0 al 25%	Lejano	6,076	49.9
4	Benito Juárez	0 al 25%	Lejano	383	3.1
5	Francisco J Moreno	0 al 50%	Lejano	399	3.3
6	Gustavo Suárez Santa Ana	0 al 50%	Lejano	187	1.5
7	Felipe Carrillo Puerto	0 al 50%	Lejano	201	1.7
8	La Venta	0 al 50%	Lejano	241	2.0
9	Paso Solís	0 al 50%	Lejano	209	1.7
10	Cedral	0 al 75%	Lejano	431	3.5
11	Loma Santa María	0 al 75%	Lejano	353	2.9
12	El Cedralito	0 al 75%	Lejano	221	1.8
13	Mozambique	0 al 75%	Lejano	517	4.2
14	Mata Ortíz	0 al 100%	Lejano	340	2.8
15	El Cuajilote	0 al 100%	Lejano	125	1.0
TOTAL				**12,173**	**100.0**

De la tabla anterior, sobresale que la mayoría de los principales centros de población están en el radio de influencia lejano, a más de 3km de distancia. Desde la mayoría de estas las localidades se podría apreciar entre el 50 y 100% del conjunto del parque fotovoltaico debido a la orografía compuesta por lomeríos suaves, es decir, se percibiría como fondo escénico, que en ocasiones se puede absorber por el entorno.

Dentro del rango medio se encuentran Palmira y Mata Loma, desde las cuales, se podría apreciar hasta el 25% del conjunto del parque, debido a la orografía llana de la zona, no obstante, dada la estrecha relación con la localidad de Manlio Fabio Altamirano, la población se desplaza en el entorno, por lo que la apreciación visual del parque sería transitoria y parcial a lo largo de los traslados sobre las vialidades. Ilustrando lo anterior, en la siguiente figura se muestran las localidades en el área visible según el porcentaje visible del parque fotovoltaico.

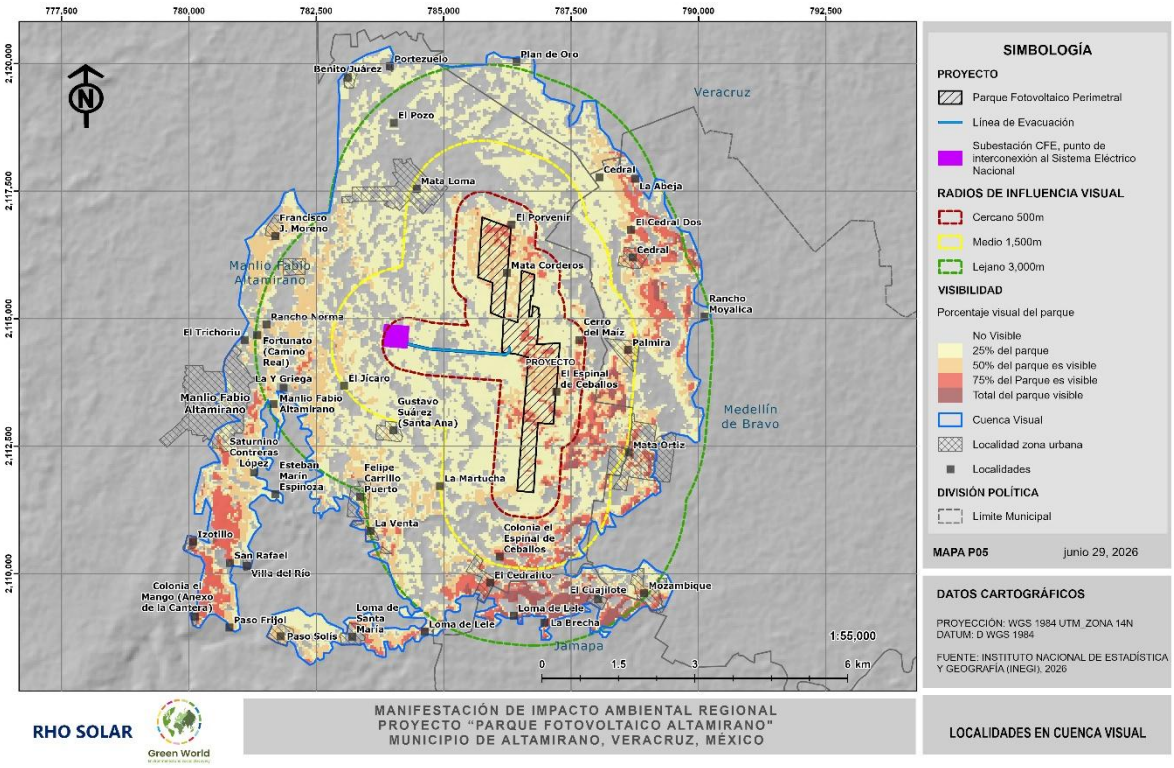


Figura 109. Porcentaje visible del parque desde las localidades

Con base en lo expuesto y dadas las condiciones homogéneas orográficas y de textura vegetal en el lugar, los puntos de observación se agrupan en tres puntos de observación generales, que a continuación se exponen:

Puntos de observación Grupo 1.

Conformado por el camino rural que conecta a Mataloma con la carretera Palmira y el camino rural que conecta a Manlio Fabio Altamirano con la carretera a Mozambique, así como, las cuatro localidades rurales: el Porvenir, Mata Corderos, El Espinal de Ceballos y Cerro del Maiz. En general, se trata de Rancherías dispersas y caminos rurales que sirven para el desplazamiento de la población local.

En la siguiente figura se muestra el panorama general del área del proyecto desde un camino rural paralelo al perímetro Este y se ejemplifica como se vería el cambio con la construcción del parque fotovoltaico.



Paisaje actual desde camino rural que cruza el proyecto



Ejemplo como se vería con Parque Fotovoltaico

Figura 110. Ejemplo de Punto de observación cercano

Puntos de observación Grupo 2

Se conforma principalmente por las localidades Mataloma y Palmira, se trata de dos centros de población urbanos, localizados a una distancia aproximada de 1.5km al Este y al Oeste del proyecto, cabe mencionar que desde dichos centros de población es probable que no se observe el proyecto desde el nivel de piso, únicamente por encima de algunas construcciones o desde la periferia, debido a la densidad urbana. Por otro lado, las localidades del Jicaro y

Colonia el espinal son dos localidades rurales con viviendas dispersas. A continuación, se muestran una serie de fotografías con vista desde diferentes puntos hacia la zona del proyecto.

	Perspectiva desde la localidad de Mata Loma hacia la zona del proyecto, ubicada a 1.3km al Noroeste del proyecto, paralela a la carretera Peñuela-Santa Rita, a travez de la cual, se conecta con las localidades de Manlio Favio Altamirano y la Ciudad de Veracruz. Se trata de una localidad urbana cuya población se desplaza en la zona y desde donde es probable que se aprecie parcialmente el parque, principalmente desde los puntos altos, claros despejados o desde la periferia Este.
	Vista desde el camino rural que lleva a la subestación de CFE hacia la linea electrica existente, que va paralela al trazo de la linea electrica proyectada para el parque fotovoltaico. Como se observa, es una zona perturbada por las redes de infraestructura, la actividad agropecuaria y el desmonte despejan el alcance visual, por lo que, es probable que desde angulos similares

	el parque en su conjunto se vea parcialmente, sin alcanzar a distinguir los detalles.
 	Esta perspectiva es desde el acceso Oeste de la localidad "Colonia Espinal de Ceballos" hacia la zona donde se pretende construir el parque fotovoltaico. Dicha localidad está ubicada a 1.3km hacia el Sur del Proyecto y los asentamientos van paralelos al camino que conecta las localidades de Mozambique con Manlio Fabio Altamirano. Como se puede apreciar, predominan "las cortinas rompevientos" entre las parcelas, las cuales, pueden absorver las estructuras del proyecto debido a su altura menor.
	Perspectiva desde la salida Norte de la localidad de Mata Ortiz hacia la zona del proyecto, ubicada a 1.5km al Este del proyecto, esta localidad es atravezada por la carretera a Mozambique hacua el Sur y la carretera Mata Ortiz al Norte que la conecta con la localidad de Palmira.

	Se puede apreciar que entre la localidad y el área del proyecto prevalecen remanentes de vegetación densa, la cual, por su densidad es probable absorva las estructuras del parque. Así mismo se muestra una perspectiva que reflejan las caracteristicas generales de la localidad

Figura 111. Puntos de observación radio de influencia medio

Puntos de observación Grupo 3.

Corresponde al grupo de asentamientos y vialidades que se encuentran a más de 1.5km de distancia del proyecto. Desde la zona visible en general es probable que el proyecto, en su extensión, se aprecie como fondo escénico desde los sitios más elevados, mientras que desde las zonas llanas no se alcance a ver. A continuación, se ejemplifican algunas vistas generales hacia el proyecto desde dichas zonas.

	Perspectiva desde la localidad de Gustavo Suárez Santa Ana, se encuentra a 2.5km de distancia hacia el Este del proyecto. Como se puede apreciar, predominan las cortinas rompevientos, es probable que desde las áreas con desmonte se aprecie de manera parcial el parque

	fotovoltaico, ya que la vegetación sirve como barrera natural
 	Vista desde la carretera Peñuela-Santa Rita, ubicada a 2.5km de distancia al Noroeste del proyecto. A travez de esta vialidad se conectan las localidades de Manlio Favio Altamirano con la Ciudad de Veracruz, es esta vialidad el principal punto de observación transitorio. Como se puede apreciar, a lo lejos se perciben ligeramente las torres de alta tensión que cruzan por el área del proyecto, por lo que podemos deducir, que el proyecto se percibira ligeramente y a distancias mayores se conjugara con el entorno.
	Vista desde el acceso a la localidad Felipe Carrillo Puerto hacia la zona del parque fotovoltaico, esta se encuentra a una distancia aproximada de 35km al Suroeste del proyecto. Como se puede observar prevalecen remanentes de vegetación que sirven de barrera natural para mitigar el impacto visual. Cabe

	mencionar que las localidades y caminos aledaños a esta localidad tienen características similares.

En conclusión, dado que las condiciones orográficas en la zona son de llanuras con lomeríos suaves y que predominan remanentes con vegetación densa entre el área del proyecto y los puntos de observación, la extensión del proyecto solo será vista parcialmente desde puntos concretos, como edificaciones altas o zonas llanas desmontadas; y entre más alejado sea el punto de observación menor será la percepción hasta desaparecer con el fondo escénico. Lo anterior debido a que las estructuras que conforman el parque fotovoltaico no rebasan los 3 metros de altura, excepto las torres de electricidad, por ello, solo los sitios de observación ubicados entre los primeros 500m alrededor del parque percibirán con claridad parte del proyecto, es decir se modificará el paisaje puntualmente.

III.6.2.5.1.3 Calidad del Paisaje

Para el estudio de calidad del paisaje se evaluaron las características visuales básicas de los componentes predominantes en la Cuenca Visual. En este método se asigna un valor a cada componente, conforme a criterios de relevancia según su composición, la cual, puede favorecer la absorción del proyecto, o, por el contrario, tener mayor fragilidad, así pues, la suma total de dichos valores determina la clase visual correspondiente.

El punto de partida del estudio consiste en la división del área de trabajo en regiones amplias que posteriormente se fragmentan en sectores más reducidos, con el objetivo de facilitar su análisis y obtener resultados operativos para la toma de datos y su caracterización detallada. Las unidades resultantes de esta subdivisión se denominan unidades de paisaje, y cuanto menor sea su extensión, mayor homogeneidad presentarán, permitiendo una caracterización más precisa. La delimitación de dichas unidades se realizó considerando los aspectos visuales definidos como representativos del paisaje (Santos y Ganges, 2002-2003). En este caso, las topoformas, la vegetación y el uso de suelo se establecieron como componentes centrales para la determinación de las unidades de paisaje.

Para la valoración de la calidad del paisaje se empleó una metodología modificada a partir de la propuesta de Martínez et al. (2003), con el propósito de incorporar los elementos específicos aplicables a la zona de estudio. Dicha metodología considera las características físicas del paisaje, los componentes vegetales y su diversidad, la presencia de cuerpos de agua, la diversidad faunística, el contraste de colores, la orografía y el grado de perturbación antrópica presente en el área.

Cada unidad de paisaje fue evaluada en función de estos componentes, siguiendo los criterios establecidos por Aguiló (1995). La siguiente tabla es la guía utilizada como base de evaluación, en la cual, se describen los componentes, su estado y el puntaje correspondiente.

Tabla 55. considerados para la valoración de la calidad visual del paisaje.

Componente	Puntaje		
	1	3	5
Morfología	Colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Relieve montañoso, marcado y prominente, o bien presencia de algún rasgo muy singular dominante.
Vegetación	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	Alguna variedad en la vegetación, peros solo uno o dos tipos.	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.
Fauna	Escasa presencia de fauna silvestre.	Presencia de fauna, algunas especies de importancia.	Alta presencia de fauna, de especies de importancia o endémicas.
Agua	Ausente o inapreciable.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominantes en el paisaje.	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas o láminas de agua en reposo.

Componente	Puntaje		
	1	3	5
Color	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.
Fondo Escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.
Rareza	Bastante común en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.
Actuaciones Humana	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.

Para adecuar esta metodología a las características de la zona en donde se encuentra el área de proyecto, se consideró que cada factor es solo una parte del paisaje y que no todos tienen la misma importancia en la calidad visual. A cada componente se le otorgo un coeficiente de ponderación en función de su jerarquía (1, 3 o 5), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 56. Ponderación de los valores de los componentes.

Componente	Valor de importancia
Morfología	1
Vegetación	5
Fauna	3
Agua	3

Componente	Valor de importancia
Color	3
Fondo escénico	1
Rareza	3
Actuaciones humanas	1

Una vez definidos los valores de ponderación para los componentes, según su importancia y presencia dentro de la Cuenca Visual, la calidad del paisaje se calculó mediante la siguiente formula:

$$Calidad\ paisajística = 1(morfología) + 5(vegetación) + 3(fauna) + 3(agua) + 3(color) + 1(fondo\ escénico) + 3(rareza) + 1(actuaciones\ humanas)$$

Tabla 57. Clasificación de la calidad paisajística

Calidad	Rangos de puntuación
Baja	16 a 36
Media Baja	37 a 52
Media	53 a 68
Media Alta	69 a 84
Alta	85 a 100
Calidad baja: áreas con características y rasgos comunes. Calidad media: áreas que reúnen características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros. Calidad alta: área que reúnen características excepcionales para cada aspecto considerado.	

Después del análisis geoespacial que se realizó para la cuenca visual, se determinó que prevalecen tres unidades de paisaje: una conformada por zonas completamente perturbadas por actividades antrópicas, es decir, se conjugan zonas de pastoreo con cultivos, redes de infraestructura y centros de población urbanos y rurales; otra compuesta por remanentes de vegetación selvática en aparente estado de conservación y de regeneración; y una tercera, conformada por tierras de cultivos variados, zonas de pastoreo, presencia de vegetación diversa, cuerpos de agua y asentamientos humanos rurales; quedando cada una de la siguiente manera.

- Unidad de Paisaje 1 Agrícola y Pecuaria (UP1)

- Unidad de Paisaje 2 Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (UP2)

- Unidad de Paisaje 3 Aprovechamientos Mixtos (UP3)

En la siguiente figura se ilustra la distribución de las Unidades de Paisaje dentro de la Cuenca Visual y se puede apreciar que el área del proyecto se distribuye proporcionalmente entre las unidades UP1 y UP2.

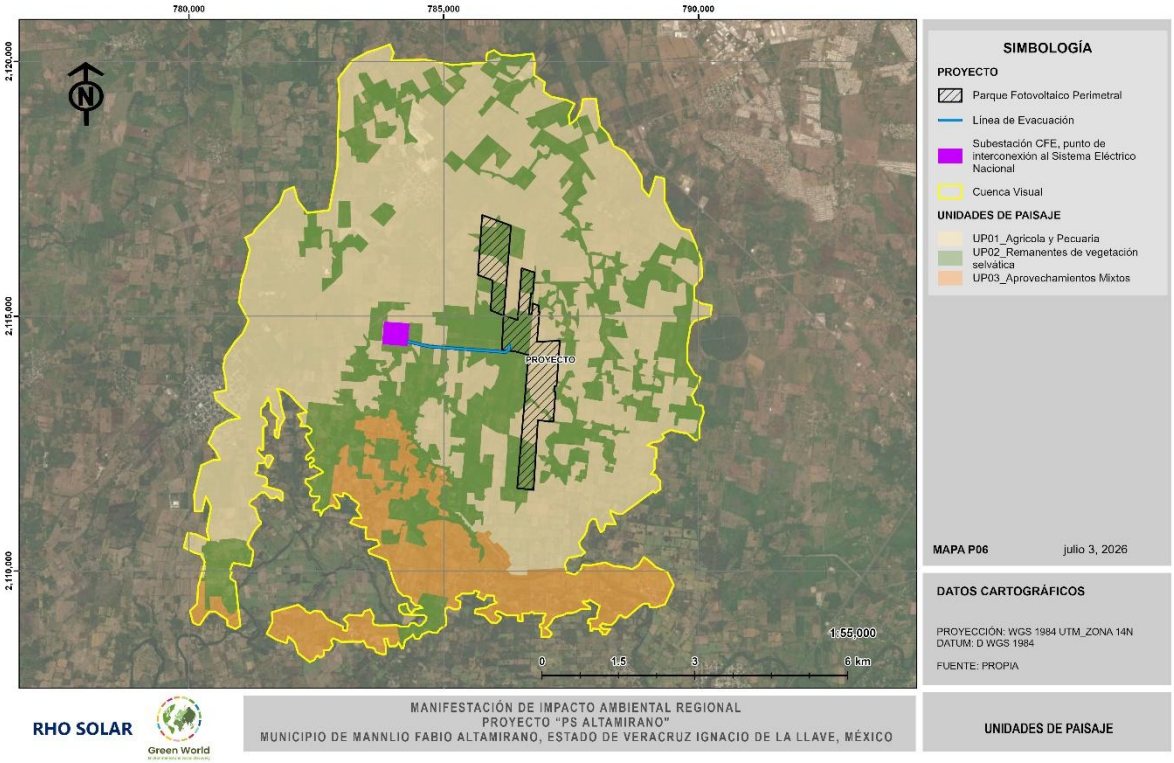


Figura 112. Unidades de Paisaje

A continuación, se describen las características de cada unidad de paisaje en relación con el proyecto.

- Unidad de paisaje 1 (UP1) – Agrícola y Pecuaria

Esta UP es la de mayor extensión territorial dentro de la Cuenca Visual y será sobre una fracción de esta unidad donde se instalarán diversos componentes del proyecto.

Tabla 58. Unidad de paisaje 1 (UP1) – Agrícola.

Componente	Descripción
Morfología	Zona de llanura, pendiente menor al 5% terrenos planos.
Vegetación	Cultivos, zonas de pastoreo con pastizal inducido, algunos remanentes de vegetación y cortinas rompevientos.
Fauna	Alguna variedad de aves y mamíferos por su cercanía con el mar y los remanentes de vegetación de selva.
Agua	No hay presencia de agua, algunos escurrimientos perenes
Color	Poco contraste predominan los tonos característicos de los pastos
Fondo Escénico	Ausencia de fondo escénico, se trata de una zona ampliamente llana, en algunos lados el fondo de vegetación frondosa aporta calidad visual de las parcelas de cultivo
Rareza	Rareza baja zona agrícola común
Actuaciones Humanas	Zona ampliamente perturbada por actividades antrópicas, existen redes de infraestructura y asentamientos humanos concentrados en las localidades urbanas y rurales.
Fotografía	 Zona de cultivo y redes de infraestructura eléctrica al fondo, paisaje común en el área del proyecto y áreas aledañas

	 Zona de Pastizal Inducido y arbolado disperso

- Unidad de paisaje 2 (UP1) – Agrícola y Pecuaria

Esta UP predomina a lo largo de la Cuenca Visual y el proyecto también abarca una fracción de esta, se trata de áreas con remanentes de vegetación de selva baja en diferentes estratos y en aparente estado de conservación, así como, áreas que están en proceso de regeneración, por lo que es probable que funcione como corredor biológico y permita el desplazamiento de diversas especies por la zona.

Tabla 59. Unidad de paisaje 2 (UP2) – Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

Componente	Descripción
Morfología	Zona de llanura y lomeríos suaves, la pendiente es menor a 5%.
Vegetación	Predomina la Vegetación Secundaria de Selva Baja.
Fauna	Alguna diversidad de especies ya que la continuidad funciona como corredor biológico.
Agua	Abarca parte de del Río Jamapa
Color	Alto contraste entre las colindancias y la composición arbórea
Fondo Escénico	Ausencia de fondo escénico, se trata de una zona llana
Rareza	Algunas especies animales y vegetales
Actuaciones Humanas	Zona poco perturbada, principalmente por camino y con una gran presión al cambio de uso por actividades antrópicas

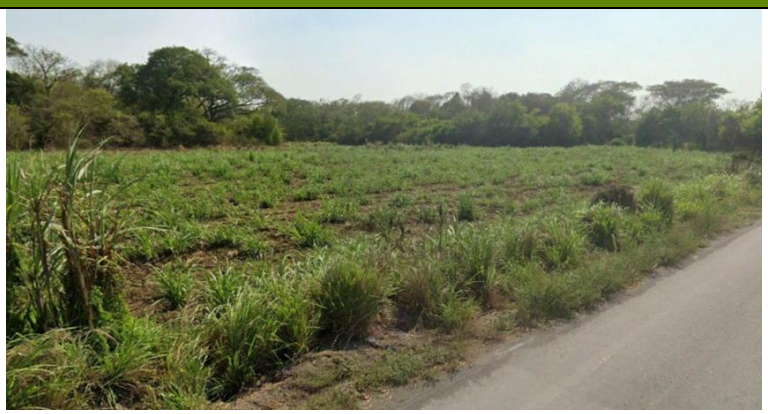
Fotografía	 Vegetación Secundaria de Selva Baja, paisaje predominante en algunas fracciones del área del proyecto.  Camino Rural atravesando zona de vegetación, variedad de especies arbóreas

- Unidad de paisaje 3 (UP1) – Aprovechamientos Mixtos

Esta UP se encuentra en la parte Sur de la Cuenca Visual, se trata de planicies y lomeríos suaves donde predominan de manera mixta, parcelas de cultivo y pastoreo, remanentes de vegetación selvática y ribereña, ya que también atraviesa el Río Jamapa, mismo que se encuentra en aparente estado de conservación. Paralelo a dicho río existen múltiples asentamientos humanos dispersos, así como, asentamientos humanos concentrados en localidades más contiguas.

Tabla 60. Unidad de paisaje 2 (UP2) – Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

Componente	Descripción
Morfología	Zona de llanura y lomeríos suaves la pendiente es variable, oscila entre el 0 al 5% y entre el 5 al 10%
Vegetación	Predomina la Vegetación Secundaria de Selva Baja, cortinas rompevientos, vegetación ribereña, campos de cultivo y pastizal inducido
Fauna	Por la presencia del río diversas especies se mueven entorno al caudal y en las fracciones de vegetación.
Agua	Atraviesa el Río Jamapa
Color	Alto contraste entre las colindancias la composición arbórea y el río, por la presencia de humedad resaltan los tonos de la vegetación.
Fondo Escénico	Se puede apreciar parcialmente desde los puntos claros hacia la planicie, ya que, por la presencia de vegetación arbórea, el alcance visual se reduce.
Rareza	Algunas especies animales y vegetales
Actuaciones Humanas	Zona perturbada, principalmente por caminos, asentamientos humanos y actividades agrícolas y pecuarias.
Fotografía	 Hacia el Sur del proyecto río Jamapa, cultivos ribereños y vegetación selvática

Componente	Descripción
	 Desde vialidad vista a cultivos y de fondo vegetación selvática arbórea paralela al cauce

En el mismo orden de ideas, la valoración de las tres unidades de paisaje se realizó en función de la jerarquía y preponderancia de sus componentes. A manera de resumen, en la siguiente tabla se presentan los valores asignados a cada UP según su calidad paisajística.

Tabla 61. Valoración de la calidad paisajística

Componente	UP 1	UP 2	UP3
Morfología	1	1	1
Vegetación	3	5	5
Fauna	1	3	5
Agua	1	3	5
Color	1	5	5
Fondo Escénico	2	1	1
Rareza	1	3	3
Actuaciones Humanas	1	3	3

En consecuencia, la calidad visual de las UP resultó de la multiplicación y suma de los valores asignados a cada componente con respecto a los valores de ponderación. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 62. Calidad visual de las unidades de paisaje.

UP	Puntaje	Categoría
1	1(1)+5(3)+3(1)+3(1)+3(1)+1(2)+3(1)+1(1)=31	Baja

UP	Puntaje	Categoría
2	1(1)+5(5)+3(3)+3(3)+3(5)+1(1)+3(3)+1(3)=72	Media Alta
3	1(1)+5(5)+3(5)+3(5)+3(5)+1(1)+3(3)+1(3)=84	Media Alta

De acuerdo con la valoración realizada se concluye que la calidad visual del paisaje en las unidades de paisaje es baja y media alta, debido a que es una planicie extensa muy homogénea, aunque hay prevalencia de algunas especies naturales y áreas conservadas, son puntuales, destaca el río y la vegetación rivereña, ubicada hacia la parte sur de la cuenca visual, por los rasgos singulares que realzan el valor paisajístico del lugar, no obstante, con la construcción del proyecto no se verán intervenidas o alteradas dichas unidades, además de que la prevalencia de cortinas rompevientos y vegetación arbórea favorece la absorción del proyecto a mediana distancia.

III.6.2.5.1.4 Fragilidad

La fragilidad del paisaje es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos del paisaje anteriormente descritos. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares). La fragilidad visual es inversamente proporcional a la Capacidad de Absorción Visual (CAV), que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin disminuir su calidad visual, el cuadro siguiente precisa lo mencionado.

Tabla 63. Absorción visual vs calidad visual

CAV	Fragilidad
Alta	Baja
Media alta	Media baja
Media	Media
Media baja	Media alta
Baja	Alta

Para estudiar la fragilidad del paisaje se utilizó la metodología propuesta por (Yeomans, 1986) para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual (CAV).

Tabla 64. Elementos considerados para la valoración de la CAV del paisaje.

Elementos	Puntaje		
	3 Alta	2 Media	1 Baja
Pendientes (S)	Inclinado (pendiente＞ 55%)	Inclinado suave (25-55%)	Poco inclinado (0-25%)
Diversidad vegetal (D)	Diversificado e interesante	Mediana diversidad, repoblaciones.	Eriales, prados y matorrales. Sin vegetación o monoespecífica.
Erosionabilidad del suelo (E)	Poca o ninguna restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.
Contraste suelo/vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación.	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación.	Contraste visual bajo entresuelo y vegetación, o sin vegetación.
Vegetación, potencial de regeneración (R)	Alto potencial de regeneración.	Potencial de regeneración medio.	Sin vegetación, o potencial de regeneración bajo.
Contraste suelo/ roca (C)	Contraste alto.	Contraste moderado.	Contraste bajo o inexistente.

Los factores biofísicos implicados se integran en la siguiente fórmula:

$$CAV = S \times (E+R+D+C+V)$$

Donde:

S= pendiente (a mayor pendiente mayor CAV). Este factor es el más significativo por lo que actúa como multiplicador.
E= erodabilidad (a mayor E, menor CAV).
R= capacidad de regeneración de la vegetación (a mayor R, mayor CAV).
D= diversidad de la vegetación (a mayor D, mayor CAV).
C= contraste de color suelo y roca (a mayor C, mayor CAV).
V= contraste suelo-vegetación (a mayor V mayor CAV).

Tabla 65. Clasificación de la capacidad de absorción visual.

CAV	Puntuación total
Alta	37 a 45
Media alta	28 a 36
Media	19 a 27
Media baja	10 a 18
Baja	5 a 9

Con base en lo expuesto, se procedió a asignar los valores de ponderación a las 3 unidades de paisaje, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 66. Valoración de la CAV de las UP.

Elementos	UP1	UP2	UP3
Pendientes (S)	1	1	1
Diversidad vegetal (D)	1	2	3
Erosionabilidad del suelo (E)	2	3	2
Contraste suelo/vegetación (V)	1	2	3
Vegetación, potencial de regeneración (R)	1	3	2
Contraste suelo/ roca (C)	1	1	1

Como resultado se obtuvo para cada UP una categoría general, según su capacidad de absorción visual vs fragilidad, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 67. Capacidad de absorción visual vs fragilidad de las unidades de paisaje

Unidad de paisaje	Puntaje	CAV	Fragilidad
UP1	1 X (1+2+1+1+1)= 6	Baja	Alta
UP2	1 X (2+3+2+3+1)= 11	Media Baja	Media Alta
UP3	1 X (3+2+3+2+1)= 11	Media Baja	Media Alta

En la siguiente figura se puede observar la capacidad de absorción visual de las unidades de paisaje del área del proyecto.

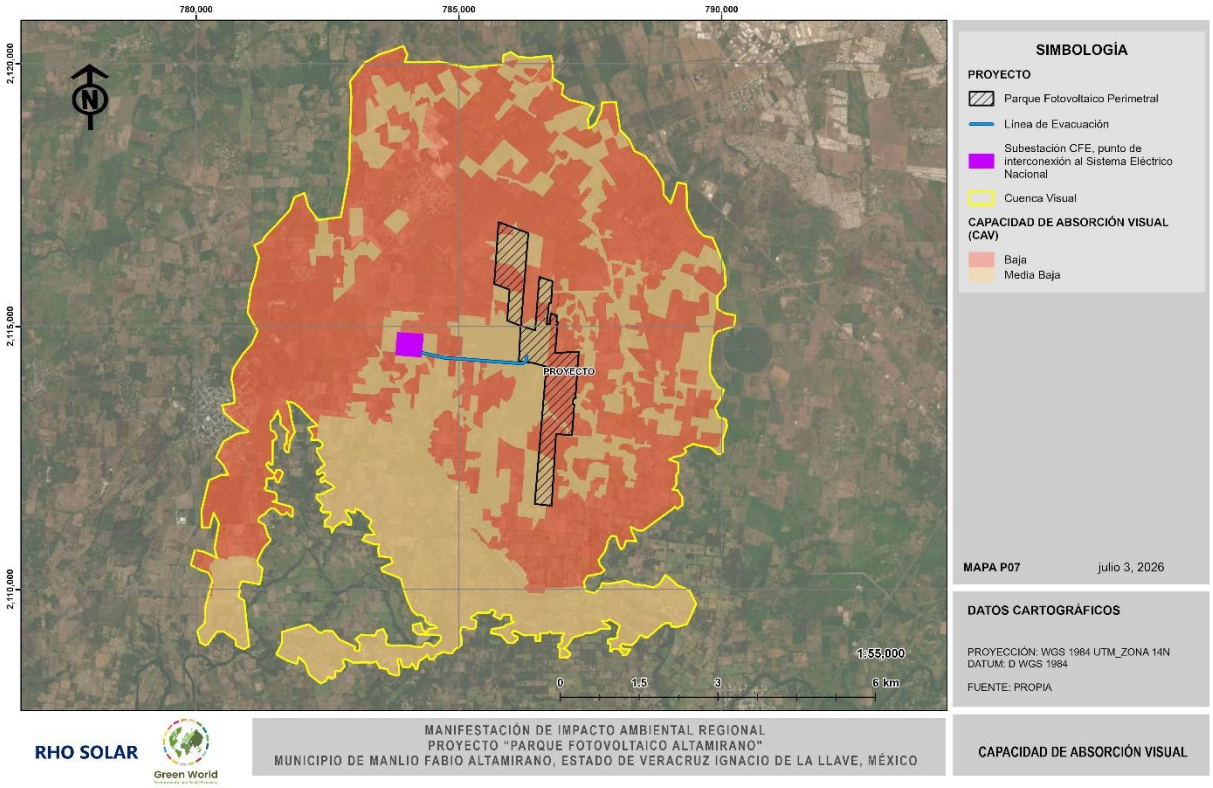


Figura 113. Capacidad de absorción visual

De acuerdo a los resultados expuestos, las zonas con menor capacidad de absorción visual, tanto en la Cuenca Visual como en el Área del Proyecto corresponden con la Unidad de

Paisaje 1, ya que es donde predominan las parcelas con pastizal inducido y algunos cultivos, lo cual, implica el desmonte de amplias llanuras que amplían el panorama visual a mayor distancia, cabe mencionar que algunas parcelas están divididas con "cortinas rompevientos" (arbolado perimetral) que sirven como barrera natural y mitigan el impacto visual directo.

Por el contrario, las Unidades de Paisaje con capacidad de absorción visual media-baja, son las que se conforman de vegetación secundaria de selva baja, ya que predominan diversidad de especies arbóreas y arbustivas, alcanzando alturas considerables de hasta 10m. Estas áreas se distribuyen en las UP2 y UP3, así como parcialmente en el área del proyecto y zonas colindantes, lo cual, favorece la susceptibilidad al cambio, ya que, desde determinados lugares a mediana distancia, es probable que no se perciba el parque fotovoltaico por tratarse de una planicie.

Por el contrario, y como se mencionó en párrafos anteriores, la fragilidad es la inversa a la CAV, en este sentido, las zonas con mayor vulnerabilidad o susceptibilidad al cambio son las agrícolas de la UP1 por ser áreas expuestas, como se muestra en la figura siguiente.

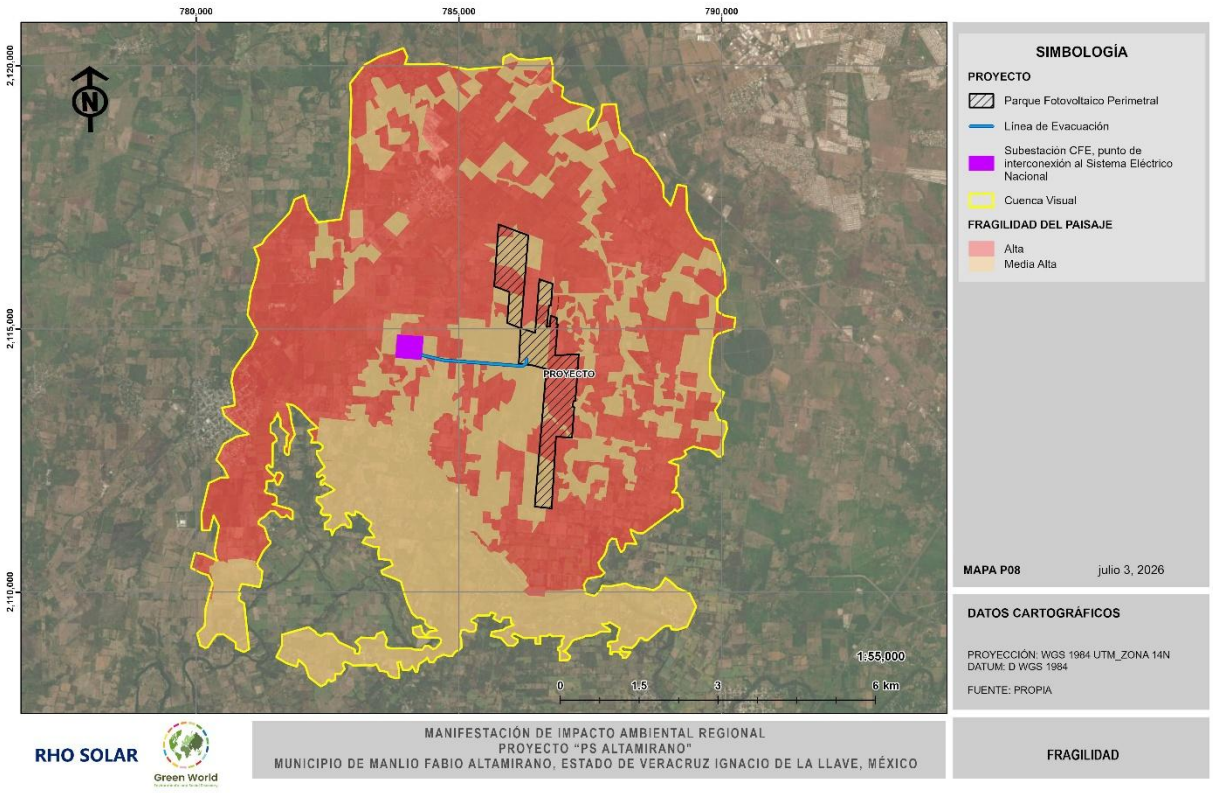


Figura 114. Fragilidad

Así pues, la UP1 presenta una fragilidad alta, ya que a pesar de ser una zona muy perturbada por las actividades antrópicas es más susceptible al cambio, debido a que son amplias llanuras de pastizal, con claros visibles.

Por su parte, la unidad UP2 y UP3 presenta una fragilidad media alta, es decir, la presencia de extensas áreas con vegetación arbórea, funcionan como barrera natural y favorecen la mitigación de la percepción visual en el cambio del uso del suelo, ya que a acorta y mediana distancia no se percibirá directamente el parque fotovoltaico desde estas áreas.

III.6.2.5.1.5 Integración de la calidad paisajística y la fragilidad

Para tener una visión integral de la calidad y la fragilidad del paisaje y poder establecer el grado de sensibilidad o protección se aplica una matriz de integración, como se muestra enseguida.

Tabla 68. Matriz de integración de calidad y fragilidad.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="3">FRAGILIDAD</th><th colspan="5">CALIDAD</th></tr>
<tr><th colspan="2">Baja</th><th colspan="3">Alta</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th><th>IV</th><th>V</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Baja

Alta</td><td>I</td><td colspan="2" rowspan="2">5</td><td rowspan="4">3</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>II</td><td colspan="2" rowspan="3">4</td></tr>
<tr><td>III</td><td colspan="2" rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td>IV</td></tr>
<tr><td>V</td></tr>
</table>

Las posibles combinaciones calidad-fragilidad pueden agruparse e interpretarse de distinta forma según las características particulares del territorio, como se describe a continuación:

- Clase 1. Zonas de alta calidad y fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
- Clase 2. Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca magnitud en el paisaje.
- Clase 3. Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores cuando las circunstancias lo permitan.
- Clase 4. Zonas de calidad baja y de fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.
- Clase 5. Zonas de calidad y fragilidad baja, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes

Tabla 69. Integración de calidad y fragilidad.

Unidad de paisaje	Calidad	Fragilidad	Integración
UP1	Baja	Alta	Clase 4
UP2	Media Baja	Media Alta	Clase 3

Unidad de paisaje	Calidad	Fragilidad	Integración
UP3	Media Baja	Media Alta	Clase 3

En conclusión, la calidad visual del paisaje resulta ser de media a baja, debido a que es una llanura ampliamente perturbada por la actividad agrícola y pecuaria, con remanentes de vegetación de selva en aparente estado de conservación y en regeneración, lo cual, hace que sea una zona con media-alta fragilidad, es decir, la susceptibilidad al cambio en el uso del suelo es notable por los claros visuales, no obstante, debido a la baja altura de las estructuras que conforman el proyecto, que la orografía es plana y que aun prevalecen áreas con vegetación selvática en el entorno que funcionan como barreras naturales, se favorece la absorción parcial del parque a distancias medias o lejanas, integrándose en el paisaje de manera puntal y no abrupta, a lo largo de su emplazamiento.

III.6.3 Descripción del componente socioeconómico

El proyecto denominado "PS Altamirano" se localiza en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, perteneciente al estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. El municipio forma parte de la región del Sotavento veracruzano y mantiene una estrecha relación funcional con la zona metropolitana de Veracruz, conformando un territorio caracterizado por la interacción entre actividades agropecuarias, comerciales y de servicios.

Manlio Fabio Altamirano cuenta con una superficie aproximada de 246.8 km², equivalente al 0.34 % de la superficie total del estado de Veracruz. Asimismo, registra una población de 23,918 habitantes, lo que representa aproximadamente el 0.30 % de la población estatal. A pesar de su participación relativamente reducida en términos territoriales y demográficos, el municipio desempeña un papel relevante dentro de la dinámica regional debido a su ubicación estratégica y a la importancia de las actividades productivas que se desarrollan en su territorio.

La caracterización del medio socioeconómico permite identificar las condiciones demográficas, económicas, educativas, de salud, vivienda y organización territorial de la población asentada en el área de influencia del proyecto. El análisis de estas variables constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica social existente, evaluar las condiciones de

bienestar de la población y establecer una línea base que permita identificar, valorar y gestionar los posibles impactos sociales derivados de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

La ubicación geográfica del municipio favorece la conectividad con los municipios de Veracruz, Medellín de Bravo, Jamapa, Soledad de Doblado y Paso de Ovejas, generando una importante interacción económica y social entre la población local y los principales centros urbanos de la región. Asimismo, la vocación agropecuaria de Manlio Fabio Altamirano ha contribuido históricamente al desarrollo de actividades productivas vinculadas a la agricultura, la ganadería, el comercio y la prestación de servicios, actividades que continúan constituyendo una parte importante de la economía local.

En este contexto, la caracterización socioeconómica presentada a continuación permite identificar las principales características de la población, su estructura demográfica, condiciones de empleo, acceso a servicios básicos, educación, salud y vivienda, proporcionando elementos técnicos para la evaluación integral del entorno donde se desarrollará el Proyecto PS Altamirano.

Tabla 70. Datos generales municipio Manlio Fabio Altamirano.

Datos Generales de Manlio Fabio Altamirano	
Numero de localidades:	58
Superficie del municipio en Km^2:	246.8 km2
% de superficie que representa con respecto al estado:	.34%
Cabecera municipal:	Manlio Fabio Altamirano
Población de la cabecera municipal:	23,918
% de población respecto al estado	0.30%
Hombres:	**11,737**
Mujeres:	**12,181**
Total:	**23918**

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

III.6.3.1 Historia

El municipio de Manlio Fabio Altamirano forma parte de la región geográfica, histórica, cultural y socioeconómica del Sotavento veracruzano, una de las zonas agrícolas y ganaderas más importantes del estado de Veracruz. Su desarrollo histórico ha estado estrechamente vinculado al aprovechamiento de los recursos naturales de la planicie costera central, así como al establecimiento de actividades agropecuarias que continúan siendo una parte importante de la economía regional.

Originalmente, el municipio era conocido como San Francisco de Soledad. Posteriormente, recibió el nombre de Manlio Fabio Altamirano en honor a Manlio Fabio Altamirano Flores, destacado político, abogado y gobernador constitucional del estado de Veracruz durante el periodo revolucionario. Su figura es reconocida por su participación en la vida política del estado y por su contribución al fortalecimiento de las instituciones públicas veracruzanas.

A lo largo de los siglos XIX y XX, el crecimiento de las actividades agrícolas y ganaderas favoreció la consolidación de asentamientos humanos y el desarrollo económico de la región. La cercanía con el puerto de Veracruz y con importantes vías de comunicación permitió fortalecer los intercambios comerciales y la integración económica con otros municipios de la zona central del estado.

En la actualidad, Manlio Fabio Altamirano mantiene una vocación predominantemente agropecuaria, complementada por actividades comerciales y de servicios asociadas a la dinámica económica de la zona metropolitana de Veracruz. Esta condición ha favorecido la integración regional del municipio y ha contribuido a la conformación de una estructura económica diversificada que combina actividades rurales y urbanas.

La evolución histórica del municipio ha configurado un territorio caracterizado por una estrecha relación entre la población, las actividades productivas y los recursos naturales, elementos que constituyen la base de la dinámica socioeconómica actual del área donde se desarrollará el Proyecto Parque Fotovoltaico Altamirano.

III.6.3.2 Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Manlio Fabio Altamirano registró una población total de 23,918 habitantes, de los cuales 12,181 corresponden a mujeres y 11,737 a hombres, representando el 50.98 % y 49.02 % de la población total, respectivamente. Esta distribución refleja una composición demográfica equilibrada entre ambos sexos y una estructura poblacional estable.

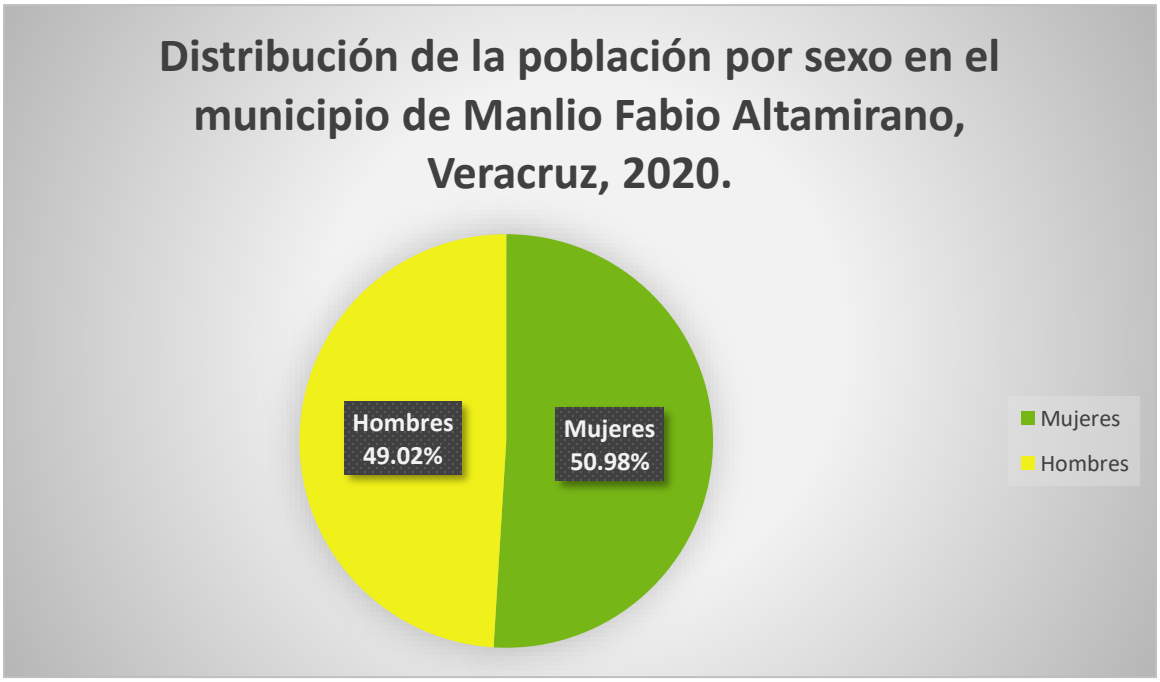


Figura 115. Distribución de la población por sexo en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Los grupos de edad más numerosos corresponden a la población en edad productiva. La población de entre 15 y 64 años asciende a 15,810 habitantes, equivalente al 66.1 % de la población municipal. Por su parte, la población de 0 a 14 años representa el 22.0 % (5,265 habitantes), mientras que la población de 65 años y más concentra el 11.9 % (2,843 habitantes). Esta estructura demográfica indica la existencia de una importante base de

población potencialmente incorporable a las actividades económicas y productivas desarrolladas en el municipio.

Tabla 71. Estructura poblacional de Manlio Fabio Altamirano

Grupo de edad	Población	Porcentaje
0 a 14 años	5,265	22.0 %
15 a 64 años	15,810	66.1 %
65 años y más	2,843	11.9 %
Total	23,918	100.0 %

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

La dinámica poblacional del municipio muestra un crecimiento moderado durante las últimas dos décadas. Entre 2000 y 2005 se observó una ligera disminución poblacional de 206 habitantes, equivalente a una variación de -1.0 %. Posteriormente, entre 2005 y 2010 se registró un incremento de 2,211 habitantes, representando un crecimiento de 10.9 %. Finalmente, entre 2010 y 2020 la población aumentó en 1,333 habitantes, equivalente a un crecimiento de 5.9 %.

En términos generales, la evolución demográfica del municipio evidencia una tendencia de crecimiento moderado y sostenido durante el periodo 2000-2020, asociada a la consolidación de las actividades productivas regionales y a la creciente integración funcional con la zona metropolitana de Veracruz. La estabilidad observada en el comportamiento poblacional sugiere una estructura demográfica relativamente equilibrada, sin cambios abruptos en la distribución de la población y con capacidad para sostener la demanda de servicios, infraestructura y empleo en el territorio municipal.

Tabla 72. Crecimiento poblacional de Manlio Fabio Altamirano.

Año	2000	2005	2010	2020
Población total	20,580	20,374	22,585	23,918
Crecimiento intercensal (%)	-	-1.0	10.9	5.9

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI (2000, 2005, 2010 y 2020).

La caracterización demográfica permite identificar la magnitud, distribución y dinámica de la población asentada en el área de influencia del proyecto, así como su estructura por edad y sexo, tendencias de crecimiento y patrones de movilidad. Esta información constituye un elemento fundamental para evaluar la demanda potencial de servicios, la disponibilidad de mano de obra, la interacción de la población con las actividades productivas y la vulnerabilidad social ante posibles impactos ambientales y socioeconómicos asociados al Parque Fotovoltaico Altamirano.

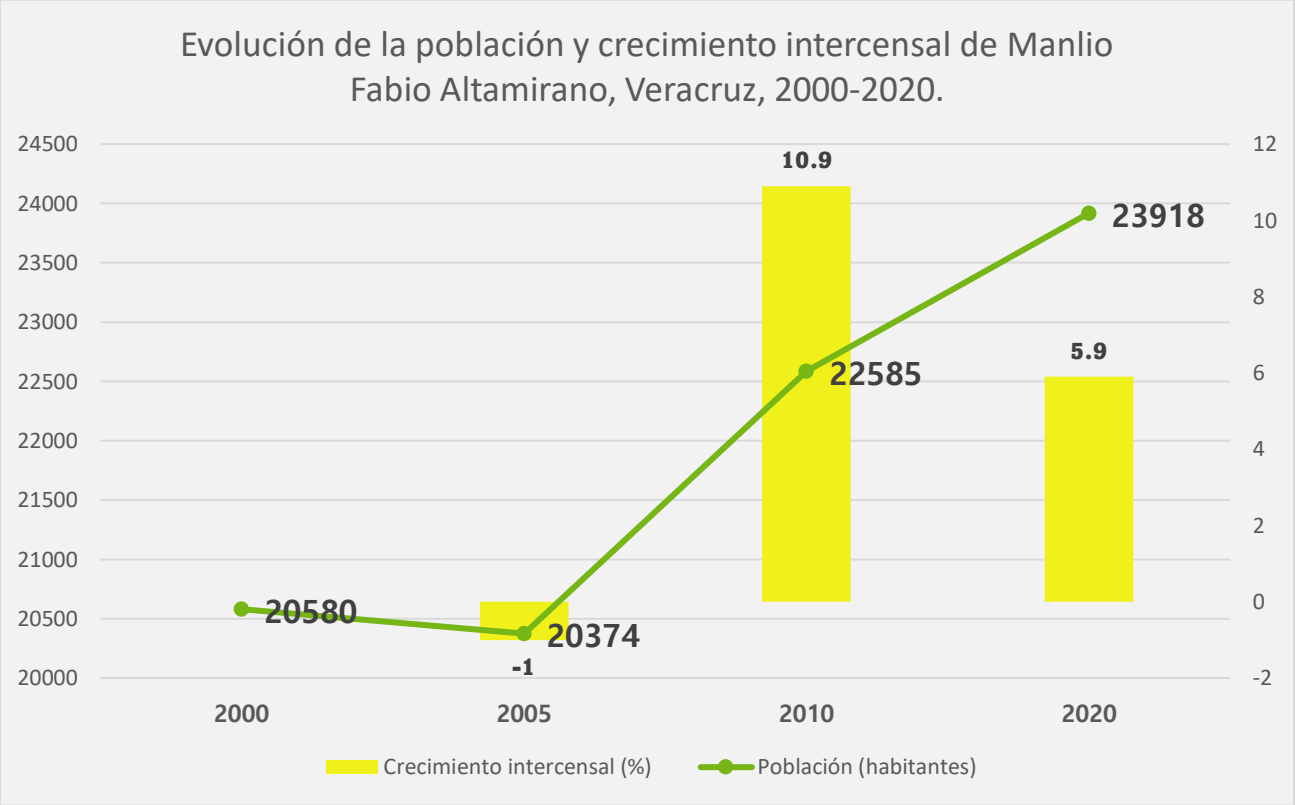


Figura 116. Evolución de la población y crecimiento intercensal de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 2000-2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI (2000, 2005, 2010 y 2020).

III.6.3.2.1 Población y lenguas indígenas.

La presencia de población indígena constituye un elemento relevante para la caracterización sociocultural del municipio de Manlio Fabio Altamirano. Aunque actualmente no se identifican localidades con predominio indígena, ni comunidades indígenas territorialmente concentradas dentro del municipio, la población hablante de lengua indígena refleja la diversidad cultural presente en el territorio y los procesos históricos y contemporáneos de movilidad poblacional que caracterizan a la región central del estado de Veracruz.

Tabla 73. Indicadores de población indígena.

Indicador	Población
Hablantes de lengua indígena (3 años y más)	36
Mujeres hablantes	23
Hombres hablantes	13
Hablan lengua indígena y español	35
No hablan español	1
Población en hogares indígenas	80

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Indicadores del INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 e ITER 2020.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el municipio residen 36 personas de tres años y más que hablan alguna lengua indígena, de las cuales 23 corresponden a mujeres y 13 a hombres. Del total de hablantes, 35 personas también hablan español, mientras que únicamente una persona no habla español, lo que indica un elevado grado de integración lingüística de esta población dentro de la dinámica social municipal.

Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía registra 80 personas que habitan en hogares indígenas, entendidos como aquellos donde la persona de referencia, su cónyuge o alguno de sus integrantes habla una lengua indígena. Esta cifra permite identificar una población culturalmente vinculada a los pueblos originarios superior al número de hablantes directos de lengua indígena, situación común en contextos donde las nuevas generaciones han sustituido progresivamente el uso cotidiano de las lenguas originarias por el español.

Las principales lenguas indígenas identificadas en el municipio corresponden al náhuatl, con 10 hablantes; las lenguas zapotecas, con 8 hablantes; las lenguas mixtecas, con 5 hablantes; y el mazateco y tzotzil, con 3 hablantes cada una. También se registran hablantes de tzeltal, chinanteco, maya y chol, además de otras lenguas indígenas con menor representación.

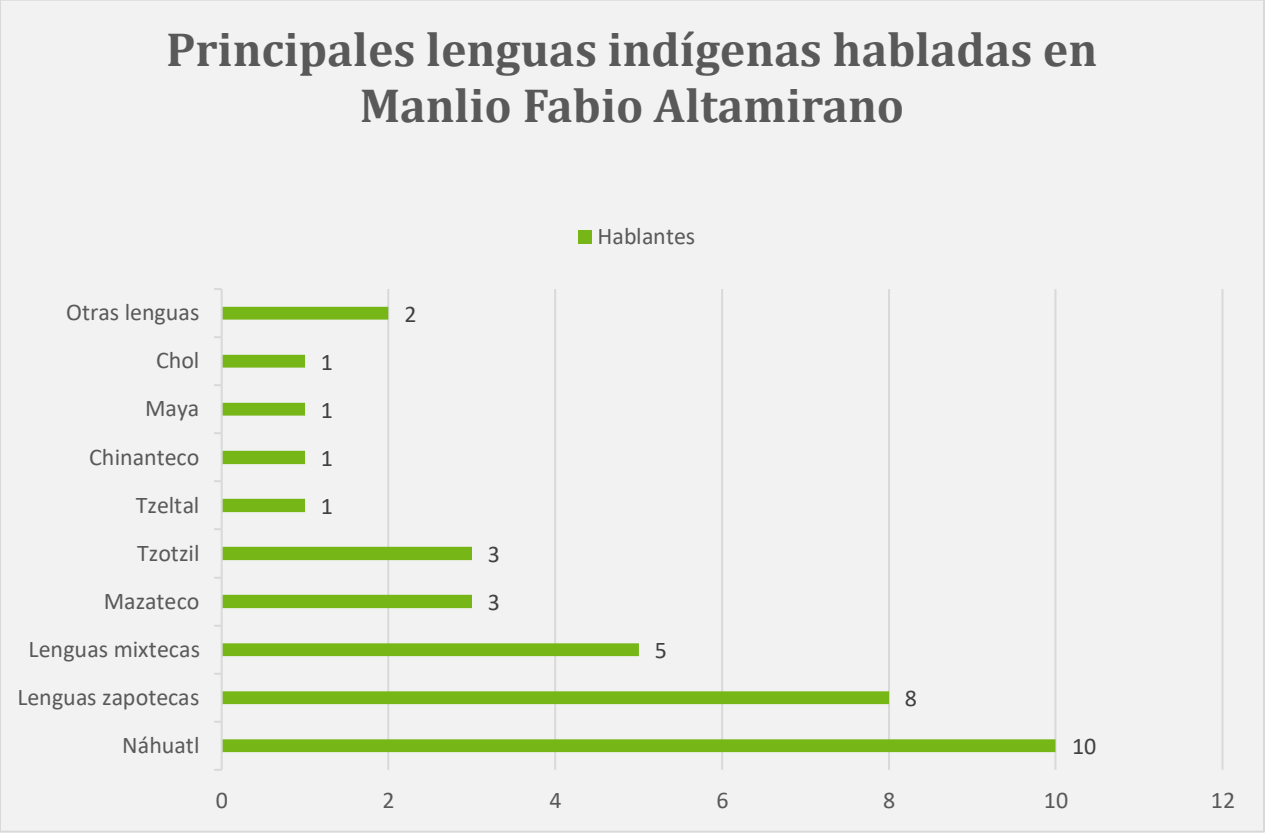


Figura 117. Principales lenguas indígenas habladas en Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Indicadores del INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 e ITER 2020.

La composición lingüística observada sugiere que la presencia indígena en el municipio está asociada principalmente a procesos de movilidad y migración interna provenientes de diversas regiones del país, particularmente de los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas. En este sentido, la población indígena se encuentra dispersa dentro del territorio municipal y no conforma comunidades indígenas territorialmente delimitadas ni estructuras de representación comunitaria diferenciadas.

III.6.3.2.2 Población Afromexicana o afrodescendiente.

La población afromexicana constituye uno de los componentes de la diversidad cultural presente en el municipio de Manlio Fabio Altamirano. Su análisis resulta relevante debido a

que el municipio forma parte de la región geográfica, histórica, cultural y socioeconómica del Sotavento veracruzano, territorio reconocido por la influencia que las poblaciones afrodescendientes han tenido en la conformación histórica y cultural del estado de Veracruz.

La presencia africana en la región se remonta al periodo virreinal, cuando personas provenientes del continente africano fueron incorporadas a diversas actividades productivas desarrolladas en la costa del Golfo de México. A lo largo del tiempo, la interacción entre poblaciones indígenas, afrodescendientes y mestizas contribuyó a la construcción de una identidad regional distintiva, reflejada en expresiones culturales, prácticas productivas, tradiciones y manifestaciones sociales que continúan formando parte del patrimonio cultural del Sotavento veracruzano.

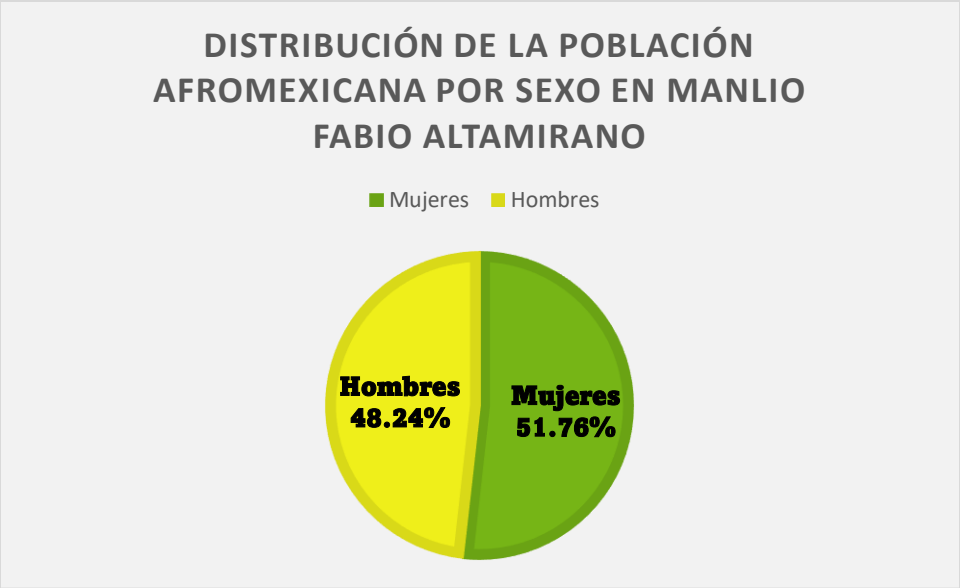


Figura 118. Distribución de la población afromexicana por sexo en Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el municipio de Manlio Fabio Altamirano residen 170 personas que se autoadscriben como afromexicanas o afrodescendientes, cifra que representa

aproximadamente el 0.71 % de la población total municipal. De este total, 88 corresponden a mujeres (51.76 %) y 82 a hombres (48.24 %).

Si bien la población afromexicana representa una proporción reducida respecto al total de habitantes del municipio, su presencia constituye un elemento relevante para comprender la diversidad sociocultural existente en el territorio. Asimismo, refleja la influencia histórica de las poblaciones afrodescendientes en la conformación social de la región del Sotavento, considerada una de las principales áreas de presencia afromexicana en el país.

III.6.3.3 Migración

La migración constituye uno de los principales componentes de la dinámica demográfica y socioeconómica del municipio de Manlio Fabio Altamirano. Debido a su ubicación estratégica dentro de la región del Sotavento veracruzano y su cercanía con la zona metropolitana de Veracruz, el municipio mantiene una importante interacción territorial con los municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín de Bravo, Jamapa, Soledad de Doblado y Paso de Ovejas.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la mayor parte de la población residente en el municipio nació en el estado de Veracruz. Se registran 23,060 personas nacidas en la entidad, equivalentes al 96.4 % de la población total, mientras que 801 habitantes (3.3 %) nacieron en otra entidad federativa.

Tabla 74. Indicadores de migración Manlio Fabio Altamirano.

Indicador	Población	Porcentaje
Nacidos en Veracruz	23,060	96.4 %
Nacidos en otra entidad federativa	801	3.3 %
Residentes en Veracruz en 2015	22,146	92.6 %
Residentes en otra entidad en 2015	272	1.1 %

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Asimismo, la información censal indica que 22,146 personas residían en el estado de Veracruz cinco años antes del levantamiento censal (2015), en tanto que 272 habitantes residían en

otra entidad federativa. Estos datos sugieren una movilidad poblacional moderada, asociada principalmente a procesos de migración interna vinculados a oportunidades laborales, educativas y familiares.

La presencia de hablantes de lenguas indígenas como náhuatl, zapoteco, mixteco, mazateco y tzotzil también permite identificar procesos de movilidad interna provenientes de otras regiones del país, particularmente de los estados de Oaxaca y Chiapas. Esta situación contribuye a la diversidad sociocultural observada en el municipio y refleja la integración de distintos grupos poblacionales al contexto económico regional.

En términos generales, la dinámica migratoria observada se encuentra estrechamente relacionada con la influencia económica de la zona metropolitana de Veracruz y con las actividades agropecuarias desarrolladas en la región, las cuales favorecen tanto la movilidad cotidiana de trabajadores como el establecimiento de población proveniente de otras entidades federativas

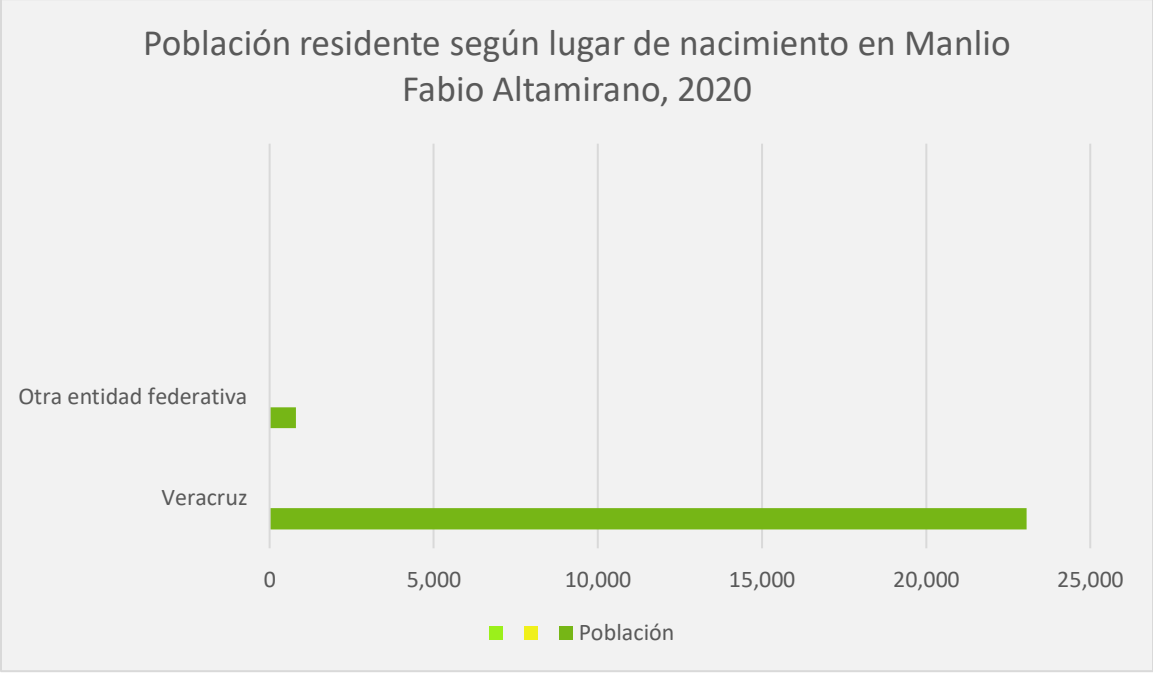


Figura 119. Población residente según lugar de nacimiento en Manlio Fabio Altamirano, 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

III.6.3.4 Población Económicamente Activa

La participación de la población en actividades económicas constituye uno de los principales indicadores para comprender la dinámica productiva del municipio. De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, la población de 12 años y más del municipio de Manlio Fabio Altamirano asciende a 19,801 personas, de las cuales 11,241 integran la población económicamente activa (PEA), equivalente al 56.8 % de la población en edad de trabajar.

Del total de la población económicamente activa, 10,963 personas se encontraban ocupadas al momento del levantamiento censal, mientras que únicamente 278 se encontraban desocupadas. Lo anterior indica una elevada participación laboral y una baja proporción relativa de desempleo dentro de la población económicamente activa municipal.

Tabla 75. Población económicamente activa de Manlio Fabio Altamirano.

Indicador	Población
PEA	11,241
Ocupada	10,963
Desocupada	278

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 e ITER 2020, INEGI.

La estructura de la PEA muestra una mayor participación de los hombres en las actividades económicas. Del total de personas económicamente activas, 7,534 corresponden a hombres y 3,707 a mujeres. Esta diferencia se relaciona con la composición productiva del municipio, donde las actividades agropecuarias, de construcción, transporte y servicios continúan representando una fuente importante de empleo para la población masculina.

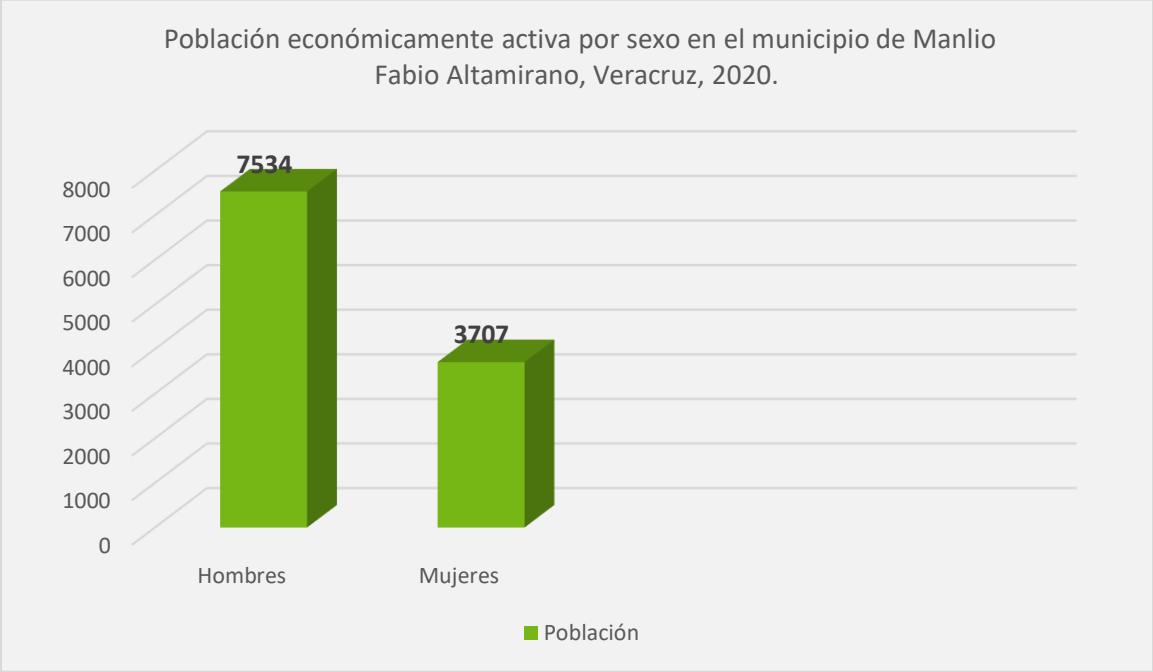


Figura 120. Población económicamente activa por sexo en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Por otra parte, la población no económicamente activa asciende a 8,463 personas, grupo conformado principalmente por estudiantes, personas dedicadas a actividades del hogar, jubilados, pensionados y personas que no participan temporalmente en actividades productivas.

En términos generales, los indicadores laborales muestran que el municipio dispone de una importante base de población potencialmente vinculada a las actividades económicas regionales, condición que favorece la disponibilidad de mano de obra y fortalece la integración del territorio con los mercados laborales de la región metropolitana de Veracruz.

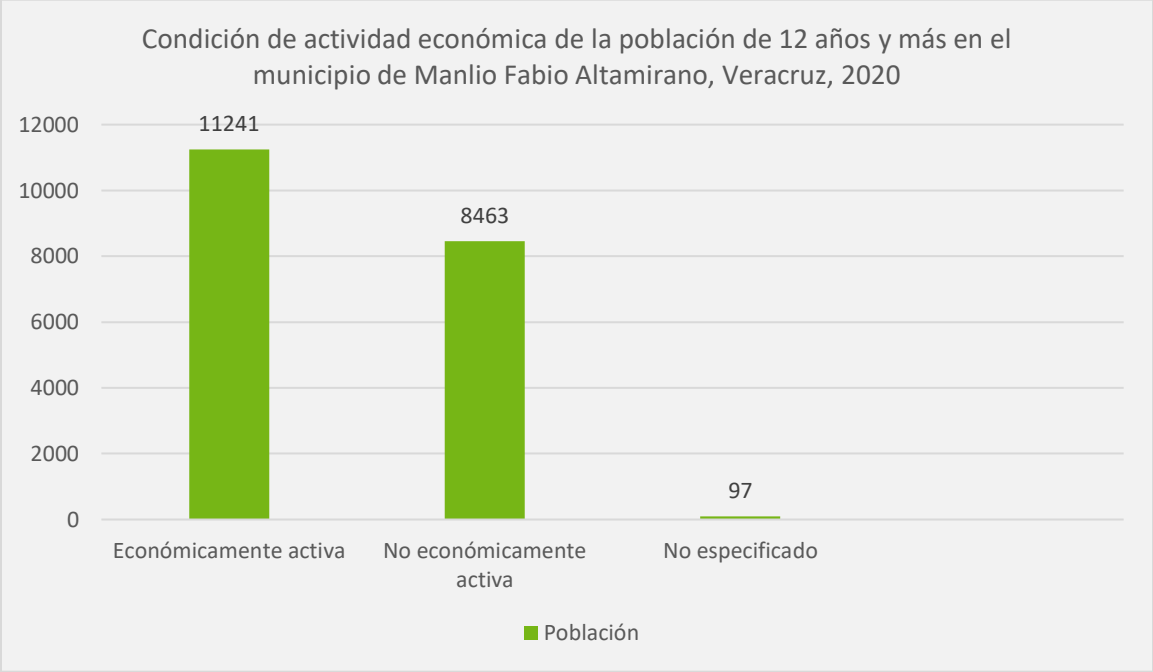


Figura 121. Condición económica de la población de Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

III.6.3.5 Actividades económicas y productivas

Las actividades económicas del municipio de Manlio Fabio Altamirano se desarrollan en los sectores primario, secundario y terciario, reflejando una estructura productiva diversificada que combina actividades agropecuarias tradicionales con procesos de industrialización, comercio y prestación de servicios. La ubicación estratégica del municipio dentro de la región central de Veracruz y su cercanía con la zona metropolitana de Veracruz-Boca del Río favorecen la integración de la población a distintos mercados laborales y cadenas productivas regionales.

Tabla 76. Participación de la población ocupada por sector económico.

Sector económico	Participación (%)
Primario	27.2 %

Sector económico	Participación (%)
Secundario	28.6 %
Terciario	43.3 %
No especificado	0.9 %

Fuente: Elaboración propia con información del Plan Municipal de Desarrollo de Manlio Fabio Altamirano 2022-2025.

El sector primario continúa representando uno de los pilares de la economía municipal, concentrando aproximadamente el 27.2 % de la población ocupada. Dentro de este sector destacan principalmente las actividades agrícolas y pecuarias, sobresaliendo el cultivo de caña de azúcar, maíz, mango y otros productos agrícolas característicos de la región. Asimismo, la ganadería constituye una actividad relevante para numerosas localidades rurales del municipio, complementando los ingresos de las familias y contribuyendo al abastecimiento de mercados locales y regionales.

Las condiciones ambientales del municipio, caracterizadas por la presencia de suelos aptos para la agricultura y amplias áreas destinadas a actividades agropecuarias, han favorecido históricamente el desarrollo de estas actividades productivas. En este sentido, las labores relacionadas con el campo continúan formando parte importante de la economía local y de la identidad productiva de diversas comunidades rurales.

Por su parte, el sector secundario concentra aproximadamente el 28.6 % de la población ocupada y comprende actividades relacionadas con la industria, la construcción y la transformación de materias primas. Asimismo, la presencia histórica de actividades vinculadas al petróleo y gas natural en la región ha contribuido al desarrollo económico local mediante la generación de empleos directos e indirectos, así como de servicios complementarios asociados a dichas actividades productivas.

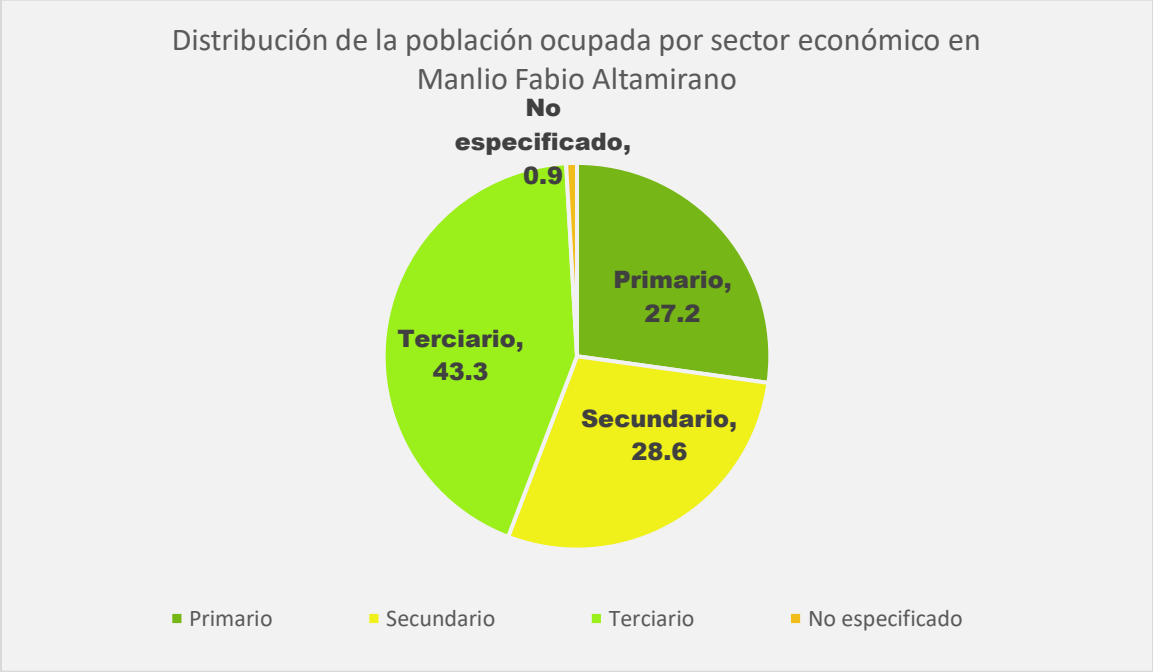


Figura 122. Distribución de la población ocupada por sector económico en Manlio Fabio Altamirano

Fuente: Elaboración propia con información del Plan Municipal de Desarrollo de Manlio Fabio Altamirano 2022-2025.

El sector terciario constituye el principal componente de la economía municipal al concentrar alrededor del 43.3 % de la población ocupada. Este sector agrupa actividades comerciales, de transporte, almacenamiento, servicios personales, servicios profesionales, administración pública y diversos servicios orientados a la atención de la población. Su predominio refleja la creciente integración económica del municipio con los centros urbanos cercanos y la diversificación de las fuentes de empleo más allá de las actividades tradicionalmente agropecuarias.

Asimismo, una proporción mínima de la población ocupada corresponde a actividades no especificadas o no clasificadas dentro de los sectores económicos tradicionales, situación común en los registros estadísticos derivados de censos y estudios de caracterización económica.

En términos generales, la estructura económica de Manlio Fabio Altamirano muestra una combinación equilibrada entre actividades agropecuarias, industriales y de servicios. No obstante, el predominio del sector terciario evidencia una tendencia gradual hacia la diversificación económica, manteniendo al mismo tiempo una fuerte vinculación con las actividades productivas del campo que históricamente han caracterizado al municipio y a la región del Sotavento veracruzano. Esta combinación de actividades permite identificar una economía con capacidad de adaptación a distintos sectores productivos y estrechamente vinculada a las dinámicas económicas de la región central del estado de Veracruz.

III.6.3.6 Vivienda

Las condiciones de vivienda constituyen uno de los principales indicadores para evaluar el nivel de bienestar de la población y el acceso a infraestructura básica. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de Manlio Fabio Altamirano se registran 7,630 viviendas particulares habitadas. Asimismo, el INEGI identifica 7,355 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes, por lo que los indicadores de servicios básicos y equipamiento doméstico presentados en este apartado se calcularon utilizando el total de viviendas particulares habitada**s.**

Tabla 77. Características de las viviendas en Manlio Fabio Altamirano.

Indicador	Viviendas
Total de viviendas particulares habitadas	7630
Viviendas particulares habitadas con información de ocupantes	7,355
Con energía eléctrica	7,560
Con agua entubada	7,552
Con drenaje	7,361
Con piso firme	7,378
Con televisión	6,835
Con refrigerador	6,662
Con teléfono celular	6,038
Con acceso a internet	2,105
Con computadora	927

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

Los indicadores de vivienda muestran que el municipio presenta condiciones favorables en materia de acceso a servicios básicos e infraestructura habitacional. Considerando como referencia las 7,630 viviendas particulares habitadas, la cobertura de energía eléctrica alcanza aproximadamente el 99.1 %, mientras que el acceso a agua entubada representa el 99.0 % y la disponibilidad de drenaje el 96.5 %. Estos niveles de cobertura reflejan una adecuada provisión de infraestructura básica y condiciones favorables para el desarrollo de las actividades domésticas y productivas de la población.

Asimismo, las características constructivas de las viviendas evidencian niveles relativamente bajos de rezago habitacional. De acuerdo con la información censal, únicamente 246 viviendas presentan piso de tierra, mientras que 7,378 cuentan con piso firme, equivalente al 96.7 % del total de viviendas particulares habitadas. Este indicador resulta relevante debido a que la calidad de los materiales de construcción se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de salud, seguridad y bienestar de la población.

Por otra parte, el equipamiento doméstico registra niveles importantes de cobertura. El 89.6 % de las viviendas dispone de televisión, el 87.3 % cuenta con refrigerador y el 79.1 % tiene acceso a telefonía celular, lo que evidencia una amplia incorporación de bienes y servicios asociados al bienestar de los hogares y al acceso a medios de comunicación e información.

No obstante, el acceso a tecnologías de la información y comunicación continúa siendo considerablemente menor respecto a otros indicadores de bienestar. Únicamente 2,105 viviendas (27.6 %) disponen de conexión a internet y 927 viviendas (12.1 %) cuentan con computadora. Esta situación evidencia la persistencia de una brecha digital dentro del municipio, la cual puede limitar el acceso de la población a oportunidades educativas, laborales, administrativas y de comunicación.

En conjunto, los indicadores habitacionales permiten identificar condiciones favorables de infraestructura básica y calidad de vivienda para la mayor parte de la población. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la ampliación del acceso a tecnologías digitales y

herramientas de conectividad, aspectos que actualmente desempeñan un papel fundamental en los procesos de desarrollo social, educativo y económico del municipio.

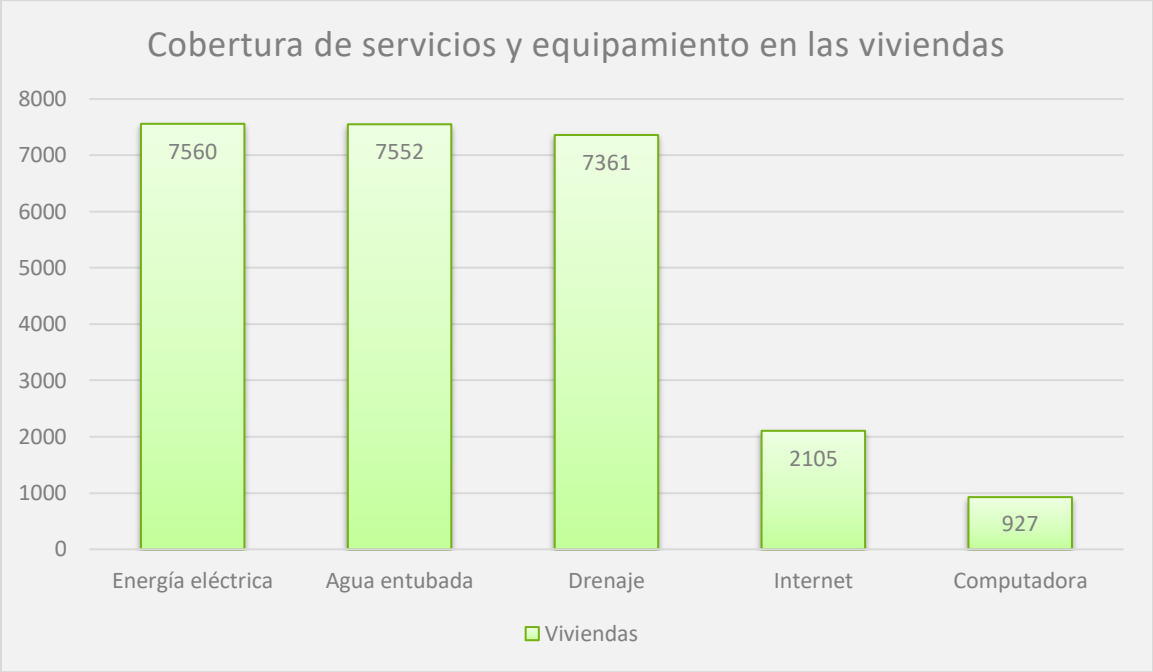


Figura 123. Cobertura de servicios y equipamiento en las viviendas de Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

III.6.3.7 Educación

La educación constituye uno de los principales factores asociados al desarrollo humano y económico de la población, ya que influye directamente en las oportunidades laborales, los niveles de ingreso y las condiciones de bienestar social. Asimismo, los indicadores educativos permiten evaluar las capacidades de la población para acceder a procesos de formación, capacitación y participación en actividades productivas, aspectos fundamentales para el desarrollo sostenible del territorio.

Tabla 78. Indicadores educativos de Manlio Fabio Altamirano.

Indicador	Población

Población de 15 años y más	18,653
Población analfabeta de 15 años y más	1,477
Grado promedio de escolaridad	7.33 años
Grado promedio de escolaridad (mujeres)	7.19 años
Grado promedio de escolaridad (hombres)	7.47 años

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

Los indicadores educativos muestran que el municipio ha logrado avances importantes en materia de acceso a la educación básica; sin embargo, persisten condiciones de rezago educativo que continúan representando desafíos para el desarrollo social local. De acuerdo con la información censal, la población de 15 años y más asciende a 18,653 personas, de las cuales 1,477 no saben leer ni escribir. En términos relativos, esta cifra representa aproximadamente el 7.9 % de la población perteneciente a este grupo de edad, lo que evidencia la permanencia de sectores de la población que enfrentan limitaciones para acceder plenamente a procesos educativos y oportunidades de capacitación.

Por otra parte, el grado promedio de escolaridad registrado en el municipio es de 7.33 años, lo que indica que, en promedio, la población ha concluido parcialmente la educación secundaria. Este nivel educativo refleja avances en la cobertura escolar, aunque también evidencia la necesidad de fortalecer la permanencia educativa y la conclusión de estudios de nivel medio superior y superior, particularmente en un contexto donde la formación académica adquiere cada vez mayor relevancia para la inserción laboral y el desarrollo económico.

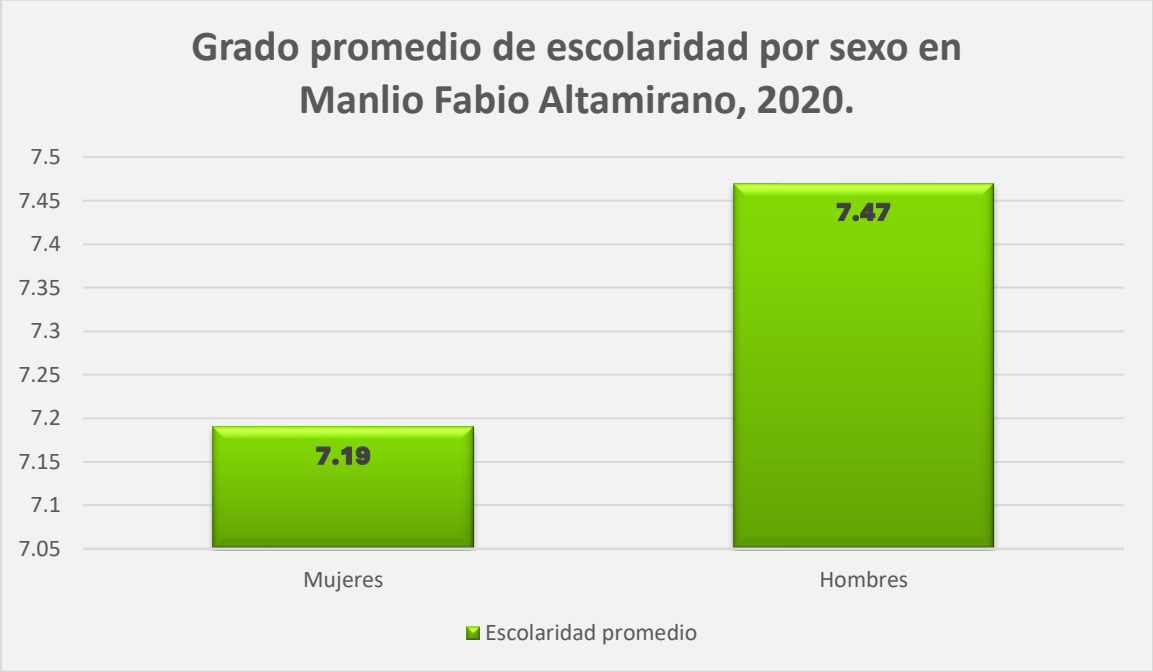


Figura 124. Grado promedio de escolaridad por sexo en Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

Las diferencias observadas entre mujeres y hombres son relativamente reducidas. Mientras que los hombres registran un grado promedio de escolaridad de 7.47 años, las mujeres alcanzan 7.19 años, lo que representa una diferencia de apenas 0.28 años de estudio. Esta situación sugiere condiciones relativamente similares de acceso a la educación formal entre ambos grupos poblacionales y refleja una distribución relativamente equilibrada de las oportunidades educativas dentro del municipio.

A pesar de los avances observados en materia educativa, la presencia de población analfabeta continúa representando un desafío para el desarrollo social y económico del municipio. El analfabetismo limita el acceso a mejores oportunidades laborales, reduce la capacidad de acceso a información y servicios, y puede incrementar condiciones de vulnerabilidad social.

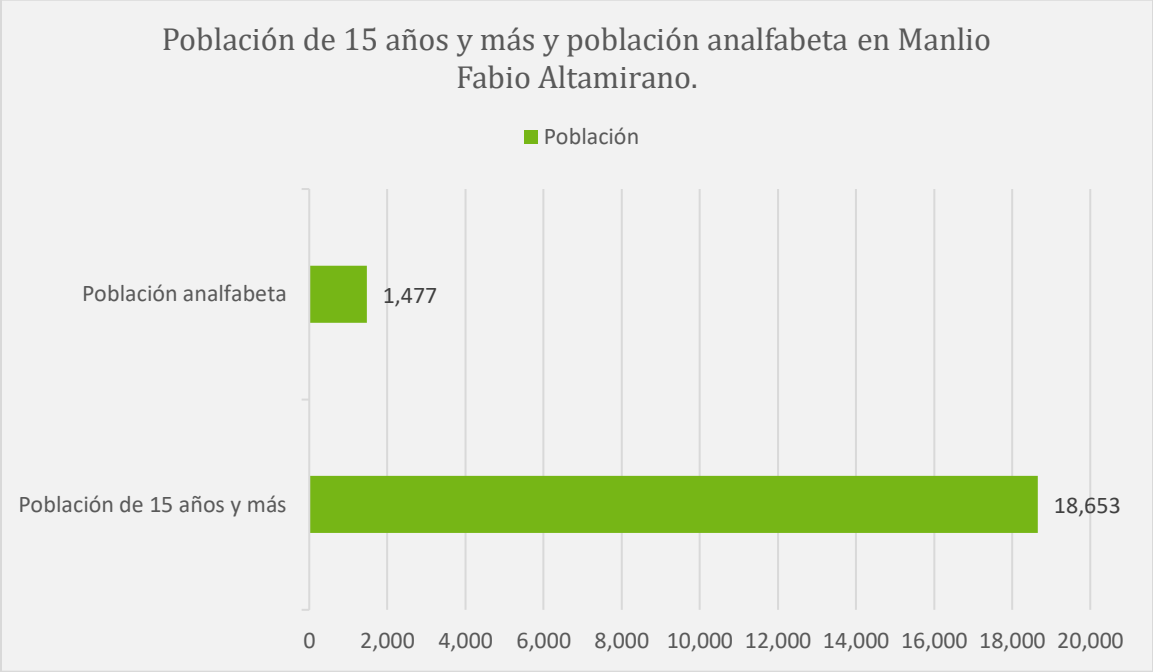


Figura 125. Población de 15 años y más y población analfabeta en Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI

En este sentido, la reducción del rezago educativo y el fortalecimiento de los niveles de escolaridad constituyen elementos estratégicos para mejorar las capacidades productivas de la población y favorecer procesos de desarrollo local sostenibles.

En términos generales, los indicadores educativos permiten identificar avances importantes en materia de alfabetización y cobertura escolar; sin embargo, los niveles promedio de escolaridad y la persistencia de población analfabeta indican que continúan existiendo áreas de oportunidad relacionadas con la permanencia escolar, la continuidad educativa y el fortalecimiento del capital humano municipal.

III.6.3.8 Salud

El acceso a los servicios de salud constituye uno de los principales componentes del bienestar social, debido a que influye directamente en las condiciones de vida, la prevención de enfermedades y la atención médica de la población. La disponibilidad y cobertura de los

servicios de salud representan además un indicador relevante para evaluar las capacidades institucionales existentes dentro del territorio municipal.

Tabla 79. Derechohabiencia a servicios de salud en Manlio Fabio Altamirano.

Indicador	Población
Derechohabientes	15,676
Afiliados al IMSS	8,990
Afiliados al ISSSTE	311
Afiliados al ISSSTE estatal	13
Servicios estatales de salud	5,979
IMSS-Bienestar	57
Seguro privado	67
Otra institución	97

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

Los resultados muestran que una parte importante de la población municipal cuenta con acceso a algún esquema de atención médica. De acuerdo con la información censal, 15,676 habitantes son derechohabientes de algún servicio de salud, lo que representa aproximadamente el 65.5 % de la población total del municipio. Por su parte, 8,242 personas no cuentan con afiliación a instituciones de salud, equivalentes al 34.5 % de la población municipal.

La estructura de afiliación muestra una marcada dependencia de las instituciones públicas de salud. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) concentra el mayor número de derechohabientes, con 8,990 personas afiliadas, seguido por los servicios estatales de salud, que registran 5,979 afiliados. En conjunto, ambas instituciones representan la principal fuente de atención médica para la población del municipio.

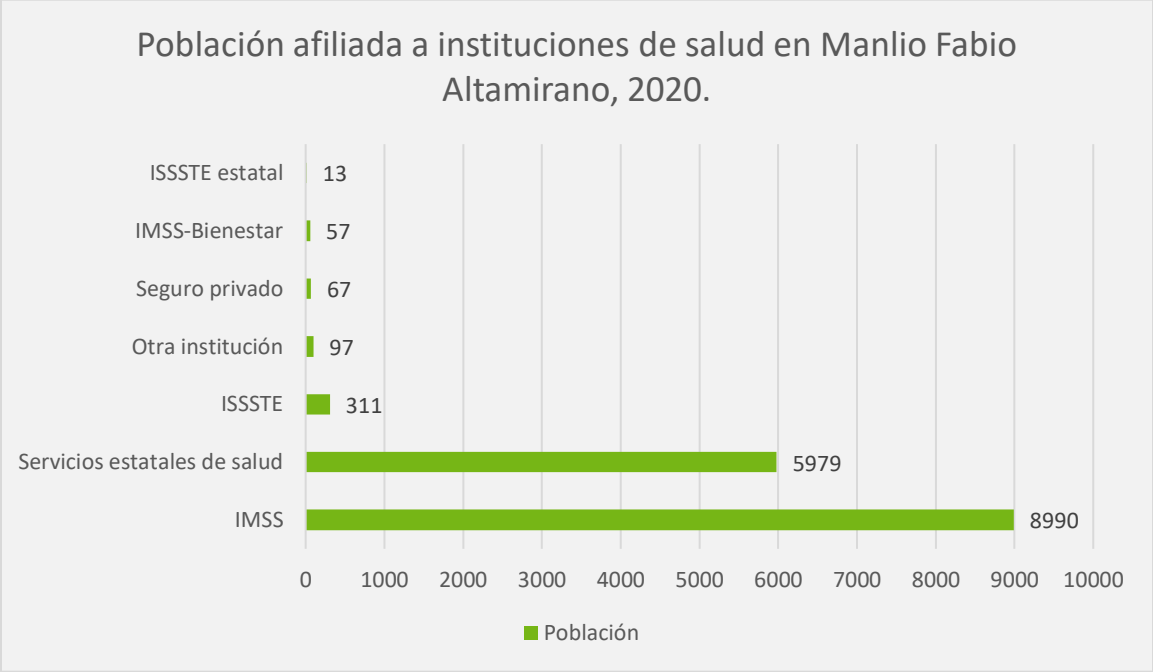


Figura 126. Población afiliada a instituciones de salud en Manlio Fabio Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2020, INEGI.

Los registros de afiliación muestran una participación considerablemente menor de otras instituciones de salud. El ISSSTE concentra 522 derechohabientes, mientras que los servicios privados registran 333 usuarios. Por su parte, el programa IMSS-Bienestar y otras instituciones presentan una participación reducida dentro del total de población afiliada.

Desde una perspectiva territorial, estos resultados evidencian la relevancia de la infraestructura pública de salud para la atención médica de la población municipal. Asimismo, la proporción de habitantes sin afiliación formal continúa representando un desafío para el acceso universal a los servicios de salud, particularmente para los grupos de población con mayores condiciones de vulnerabilidad social y económica.

En términos generales, los indicadores de salud permiten identificar una cobertura importante de derechohabiencia dentro del municipio; sin embargo, persisten áreas de oportunidad relacionadas con la ampliación de la cobertura, el fortalecimiento de los servicios médicos y la reducción de las brechas de acceso a la atención sanitaria.

III.6.3.9 Integración socioeconómica del territorio y relación sociedad–recursos naturales.

La caracterización presentada en este capítulo integra información estadística y documental proveniente de fuentes oficiales, complementada con información técnica y social previamente generada para el proyecto. La integración de esta información permitió fortalecer el análisis de las características sociales, económicas, ambientales y culturales del municipio de Manlio Fabio Altamirano, proporcionando el contexto territorial para la interpretación del Área de Influencia del proyecto.

En este contexto, la información analizada muestra que la relación entre la población, el territorio y los recursos naturales continúa siendo uno de los principales elementos que estructuran la dinámica social, económica y cultural del municipio. Los resultados obtenidos son consistentes con la caracterización socioeconómica desarrollada, la cual evidencia que Manlio Fabio Altamirano mantiene una vocación predominantemente agropecuaria, al tiempo que experimenta un proceso gradual de diversificación económica derivado de su cercanía con la zona metropolitana de Veracruz.

Los indicadores demográficos muestran una población mayoritariamente concentrada en edades productivas, condición que favorece la disponibilidad de mano de obra para las actividades agrícolas, pecuarias, comerciales, industriales y de servicios. Asimismo, los patrones de movilidad reflejan una creciente integración funcional con los municipios de Veracruz, Medellín de Bravo, Jamapa y Boca del Río, donde una parte importante de la población encuentra oportunidades de empleo, educación y acceso a servicios especializados. Esta interacción regional ha permitido diversificar las fuentes de ingreso de las familias sin modificar la importancia que continúan teniendo las actividades agropecuarias dentro de la economía local.

La información técnica y social analizada muestra que la agricultura y la ganadería continúan siendo las principales actividades vinculadas con el aprovechamiento del territorio y de los recursos naturales. La producción de caña de azúcar, maíz, la ganadería bovina y la producción de leche siguen constituyendo pilares de la economía municipal y de la identidad productiva de las comunidades rurales. No obstante, también se identificaron cambios asociados con la

disminución de la rentabilidad del campo, el incremento de los costos de producción, las variaciones climáticas y la incorporación de parte de la población económicamente activa a empresas e industrias establecidas en la zona conurbada.

Los indicadores sociales muestran condiciones favorables en materia de cobertura de servicios básicos, infraestructura habitacional, acceso a la educación y afiliación a servicios de salud. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con el rezago educativo, la permanencia escolar, la ampliación de la cobertura efectiva de los servicios de salud y la reducción de la brecha digital, particularmente por el limitado acceso a internet y equipos de cómputo en una parte de los hogares. Estas condiciones constituyen elementos relevantes para comprender las capacidades y necesidades de la población del Área de Influencia.

En materia ambiental, la información técnica y social disponible evidencia una percepción generalizada sobre la importancia de conservar los recursos hídricos, particularmente los ríos Jamapa y Cotaxtla, así como los cuerpos de agua, áreas de vegetación y pastizales que sustentan las actividades agropecuarias. Asimismo, se identificó preocupación por la disponibilidad futura del agua, la ocurrencia de periodos de sequía y la necesidad de fortalecer acciones orientadas a la conservación de los recursos naturales y a la continuidad de las actividades productivas.

Otro aspecto relevante corresponde a la percepción sobre el uso del suelo y el desarrollo de proyectos de infraestructura. En términos generales, la información analizada muestra que se considera viable la coexistencia entre las actividades agropecuarias y los proyectos de generación de energía, siempre que exista respeto a la propiedad, transparencia en los procesos de negociación, cumplimiento de la normatividad ambiental y aplicación de medidas para prevenir afectaciones a los recursos naturales y a las actividades productivas. Esta percepción coincide con la estructura económica del municipio, donde la diversificación productiva complementa, pero no sustituye, la importancia del sector primario.

Desde la perspectiva sociocultural, la información documental, la caracterización demográfica y la información técnica y social integrada para este análisis permiten comprender que la identidad territorial de Manlio Fabio Altamirano forma parte del mosaico cultural del Sotavento veracruzano, resultado de un proceso histórico de interacción entre pueblos

indígenas, población europea y comunidades africanas y afrodescendientes. Estos procesos dieron origen a una identidad regional compartida que hoy se expresa en las formas de organización comunitaria, la gastronomía, las festividades, las prácticas agropecuarias, el son jarocho, el fandango y otras manifestaciones culturales de la región.

La caracterización realizada muestra que, aunque la población indígena y la población afromexicana representan porcentajes relativamente reducidos dentro del municipio, ambas forman parte de la diversidad cultural y de la memoria histórica del territorio. La presencia de hablantes de distintas lenguas indígenas y el reconocimiento de la herencia afrodescendiente documentada para la región central de Veracruz evidencian que la conformación social del municipio es resultado de procesos históricos de integración cultural que dieron origen a la identidad jarocha. En este sentido, la información analizada muestra que la población se reconoce principalmente como jarocha, veracruzana o mestiza, integrando elementos culturales indígenas, europeos y afrodescendientes presentes en la vida cotidiana.

La información técnica y social considerada también permitió identificar que el paisaje rural constituye un elemento con alto valor social, al representar el soporte de las actividades productivas, así como un componente de identidad, arraigo y patrimonio cultural. La permanencia de los sistemas agrícolas y ganaderos, junto con la conservación de los cuerpos de agua, la vegetación y los espacios abiertos, son percibidos como factores estrechamente relacionados con la calidad de vida y la preservación de las características que distinguen al territorio.

En conjunto, la información estadística y documental, complementada con la información técnica y social previamente generada para el proyecto, permite concluir que la relación entre sociedad, territorio y recursos naturales en Manlio Fabio Altamirano se caracteriza por una fuerte interdependencia entre las actividades productivas, los ecosistemas y el bienestar de la población. La agricultura y la ganadería continúan constituyendo la base histórica del desarrollo económico municipal, mientras que la integración metropolitana ha favorecido una mayor diversificación económica. De igual manera, la identidad regional jarocha refleja la convergencia histórica de aportes indígenas, europeos y afrodescendientes que han configurado el patrimonio social y cultural del Sotavento veracruzano.

Bajo este contexto, la caracterización presentada constituye un referente para comprender las condiciones sociales, económicas, ambientales y culturales del Área de Influencia donde se desarrollará el Proyecto Solar Altamirano. La integración de información estadística, documental, técnica y social proporciona una visión integral del territorio y aporta elementos para la evaluación de los impactos ambientales y la definición de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento consideradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

III.6.4 Localidad(es) con población indígena y afrodescendiente en las que incide el proyecto dentro la Región Ecológica del PS Altamirano

Para identificar la presencia de población indígena en el Área de Influencia y la Región Ecológica del Proyecto PS Altamirano, se revisaron las localidades comprendidas en este territorio y los registros disponibles sobre población indígena en hogares, población hablante de lengua indígena, pueblos y lenguas indígenas.

La identificación inicial se realizó con información del Censo de Población y Vivienda 2020, los Principales Resultados por Localidad (ITER), la Integración General de Localidades (CIGEL) y la información de población indígena en hogares elaborada con la metodología del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI). Asimismo, se consideraron los registros de pueblos y lenguas indígenas vinculados con el Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI).

Para ampliar esta revisión, se consultaron los Censos de Población y Vivienda y los ITER de 1990, 2000, 2010 y 2020. Esta serie permitió analizar los cambios en la población de las localidades, la permanencia de registros de población hablante de lengua indígena y, cuando la información disponible lo permitió, indicadores de movilidad como el lugar de nacimiento y la residencia cinco años antes. El análisis se complementó con instrumentos de ordenamiento territorial, planes de desarrollo, estudios académicos e investigaciones históricas y regionales, utilizados para interpretar los cambios en los asentamientos y las dinámicas territoriales del área relacionada con el Proyecto.

A partir de estas fuentes, el apartado analiza cuatro aspectos: la distribución territorial de los registros de población indígena, su trayectoria censal, la movilidad de la población y la diversidad de pueblos y lenguas. Estos elementos se revisan en relación con las transformaciones rurales, urbanas y metropolitanas del territorio donde se ubica el PS Altamirano.

III.6.4.1 Distribución territorial de las localidades identificadas

La revisión permitió identificar 71 localidades con registros de población indígena en el Área de Influencia del Proyecto Solar Altamirano (PS Altamirano). Estas localidades se distribuyen en seis municipios: Veracruz, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo, Jamapa, Boca del Río y Soledad de Doblado. La distribución no es uniforme. Veracruz concentra 42 localidades, equivalentes al 59.2 % del total; le siguen Manlio Fabio Altamirano, con 10 localidades (14.1 %), y Medellín de Bravo, con 9 (12.7 %). En conjunto, estos tres municipios reúnen 61 de las 71 localidades identificadas, es decir, el 85.9 %. Las diez localidades restantes se distribuyen entre Jamapa, con cuatro, y Boca del Río y Soledad de Doblado, con tres cada uno.

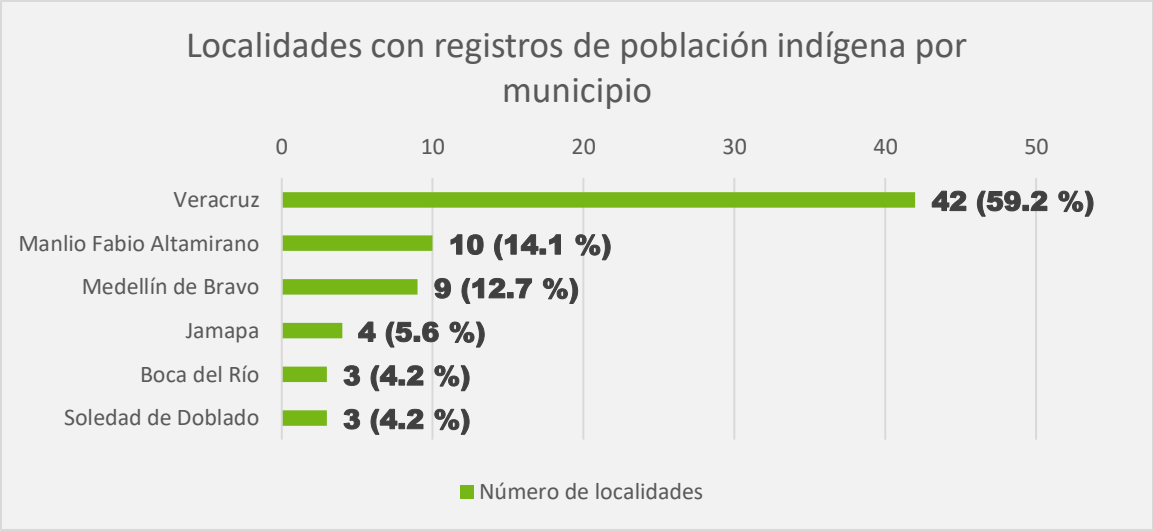


Figura 127. Distribución municipal de las localidades con registros de población indígena en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (ITER y CIGEL, 2020), INPI e INALI.

Como se observa en la gráfica anterior, el mayor número de localidades identificadas se concentra en el municipio de Veracruz, seguido por Manlio Fabio Altamirano y Medellín de Bravo. Esta distribución muestra diferencias territoriales importantes dentro del Área de Influencia; sin embargo, el número de localidades no expresa por sí mismo la magnitud de la población indígena, debido a las diferencias en el tamaño y las características de los asentamientos.

Por ello, el siguiente nivel del análisis considera la población indígena en hogares y la población hablante de lengua indígena registrada en las localidades identificadas. La comparación de ambos indicadores permitirá distinguir entre el número de localidades y la magnitud de los registros dentro del Área de Influencia del PS Altamirano.

III.6.4.2 Distribución de la población indígena en hogares y de la población hablante de lengua indígena

El número de localidades muestra cómo se distribuyen los registros en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. Sin embargo, para conocer la cantidad de población registrada se consideraron dos indicadores: la población indígena en hogares y la población hablante de lengua indígena. En las 71 localidades se registraron 12,255 personas indígenas en hogares y 5,117 hablantes de lengua indígena. Estos datos no se suman, ya que corresponden a indicadores distintos.

Por municipio, Veracruz presenta los valores más altos, con 9,624 personas indígenas en hogares y 4,051 hablantes de lengua indígena. Le siguen Boca del Río, con 1,915 y 760, respectivamente, y Medellín de Bravo, con 592 y 258. En Soledad de Doblado, Manlio Fabio Altamirano y Jamapa los registros son menores.

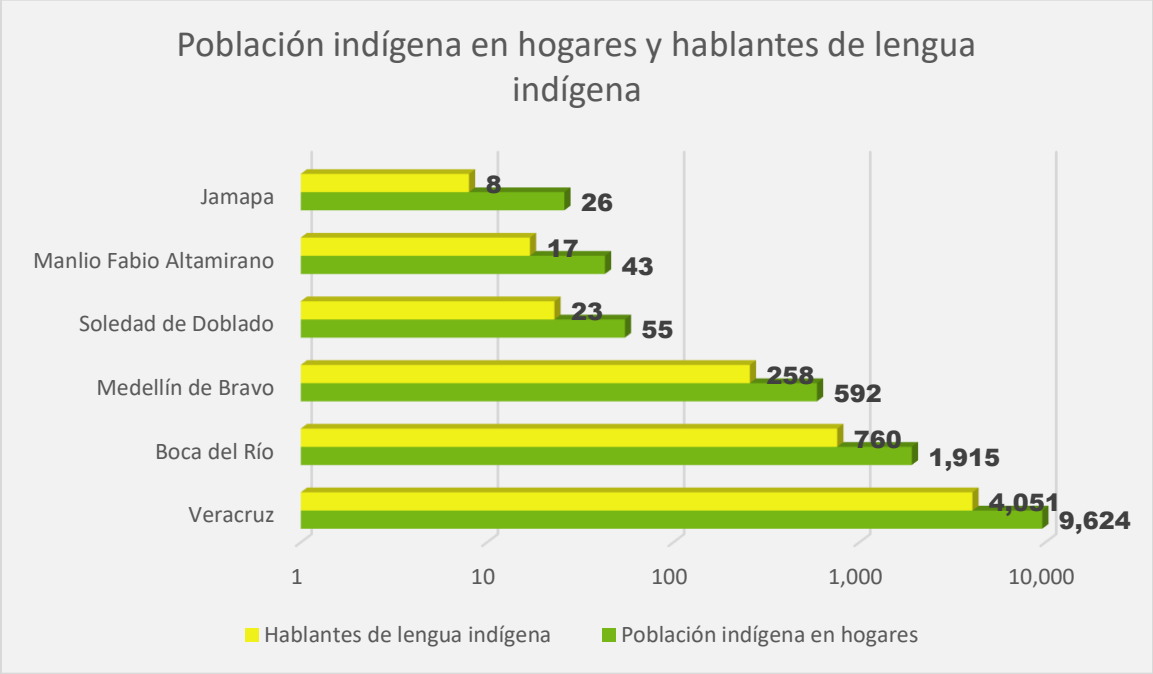


Figura 128. Distribución municipal de la población indígena en hogares y de la población hablante de lengua indígena en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (ITER, 2020) e INPI.

Como se observa en la gráfica anterior la mayor cantidad de población indígena en hogares y de hablantes de lengua indígena se concentra en Veracruz, seguido por Boca del Río y Medellín de Bravo. Los demás municipios presentan valores menores.

La diferencia entre ambos indicadores muestra que la presencia indígena no se limita a la población que habla una lengua indígena. Por ello, los dos datos se consideran de manera complementaria. Esta distribución también está relacionada con el tamaño de las localidades. Los municipios con los valores más altos incluyen algunos de los principales asentamientos urbanos del Área de Influencia. Para conocer si estos registros son recientes o tienen antecedentes, el siguiente apartado revisa la presencia de hablantes de lengua indígena en los censos de **1990, 2000, 2010 y 2020**.

III.6.4.3 Trayectoria censal de la población hablante de lengua indígena, 1990-2020

La revisión de los censos de 1990, 2000, 2010 y 2020 muestra que la presencia de población hablante de lengua indígena en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano no corresponde únicamente a registros recientes. De las 71 localidades analizadas, 60 presentan hablantes en dos o más momentos censales, lo que muestra antecedentes en buena parte del territorio estudiado.

La trayectoria, sin embargo, no es igual en todas las localidades. Algunas mantienen registros durante varios censos, mientras que otras aparecen en periodos más recientes o muestran cambios en el número de hablantes. Estas diferencias también deben leerse dentro de la dinámica poblacional del territorio, ya que el crecimiento de las localidades, la movilidad de la población y la expansión urbana pueden modificar la distribución de los habitantes entre distintos asentamientos.

En este sentido, Sobrino (2024) señala que los cambios en la distribución territorial de la población en México se relacionan tanto con la dinámica demográfica como con la expansión física de las ciudades, procesos que pueden generar formas de concentración y dispersión de la población. Esta relación resulta útil para el Área de Influencia del PS Altamirano, donde conviven localidades rurales, asentamientos en crecimiento y municipios vinculados con la dinámica metropolitana de Veracruz.

Por ello, los cambios en el número de hablantes no deben interpretarse de manera aislada. Un aumento puede coincidir con el crecimiento general de una localidad, mientras que la aparición de registros en nuevos asentamientos puede relacionarse con cambios en la distribución territorial de la población. La comparación censal permite observar estos cambios antes de revisar, en el siguiente apartado, los indicadores específicos de movilidad.

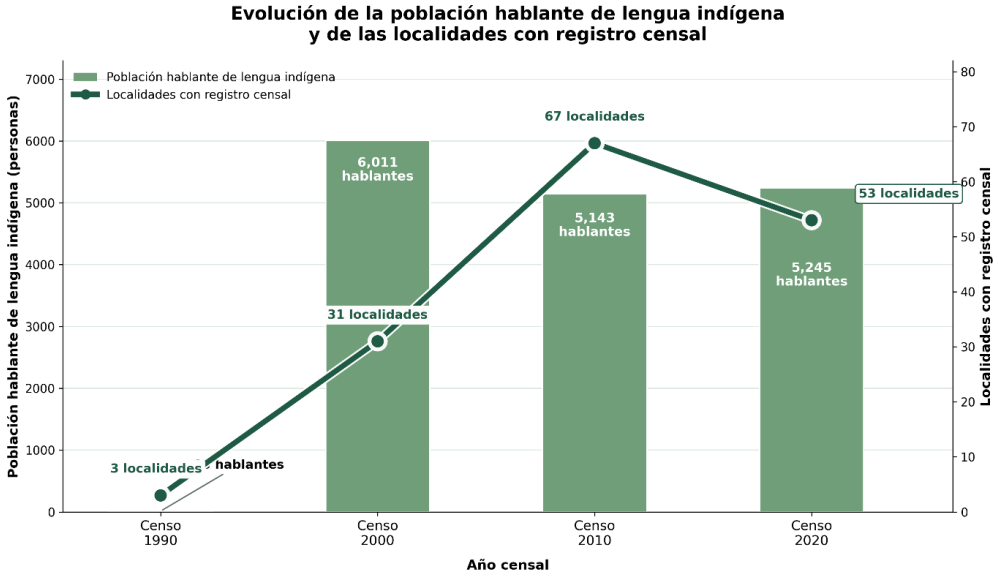


Figura 129. Evolución de la población hablante de lengua indígena y de su distribución entre las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 1990-2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (ITER, 1990, 2000, 2010 y 2020).

Como se observa en la gráfica anterior la presencia de hablantes cambia tanto en cantidad como en su distribución entre localidades. La comparación de ambos datos permite distinguir si el cambio en el número de hablantes estuvo acompañado por una mayor presencia territorial o si se concentró en determinadas localidades.

La serie censal muestra así una combinación de registros con antecedentes y cambios en la distribución de la población. Esto no permite atribuir una sola causa a la presencia indígena actual, pero sí muestra que no se trata de un patrón uniforme en toda el Área de Influencia. Como ha señalado Sobrino (2023), en las zonas metropolitanas la movilidad residencial y la migración interna pueden influir de distinta manera en la redistribución de la población entre espacios centrales y periféricos. En el caso del PS Altamirano, esta relación debe comprobarse con los datos específicos del territorio. Por ello, el siguiente apartado revisa el lugar de nacimiento y la residencia cinco años antes, con el fin de valorar qué parte de la distribución observada puede relacionarse con procesos de movilidad de la población.

III.6.4.4 Movilidad de la población y distribución territorial

La trayectoria censal de la población hablante de lengua indígena debe analizarse dentro de los cambios poblacionales del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. Para ello se revisaron dos indicadores que muestran procesos distintos: la población nacida en otra entidad y la población que cinco años antes residía en otra entidad.

El primer indicador muestra el peso de las personas procedentes de otros estados, pero no permite saber cuándo ocurrió su cambio de residencia. Una persona pudo haber nacido fuera de Veracruz y vivir desde hace décadas en la región. El segundo indicador se aproxima mejor a la movilidad reciente, pues identifica a quienes cinco años antes del censo residían en otra entidad. La diferencia entre ambos indicadores es amplia. En las localidades analizadas, la población nacida en otra entidad pasó de 83,092 personas en 2000 a 95,891 en 2010 y se ubicó en 91,774 en 2020. En cambio, la población que cinco años antes residía en otra entidad pasó de 25,200 a 26,450 personas entre 2000 y 2010, para disminuir a 17,799 en 2020.

Estos resultados muestran que la presencia de población procedente de otros estados no responde únicamente a movimientos recientes. Una parte importante corresponde a procesos acumulados durante periodos anteriores, mientras que los cambios de residencia más recientes tuvieron menor peso en 2020.

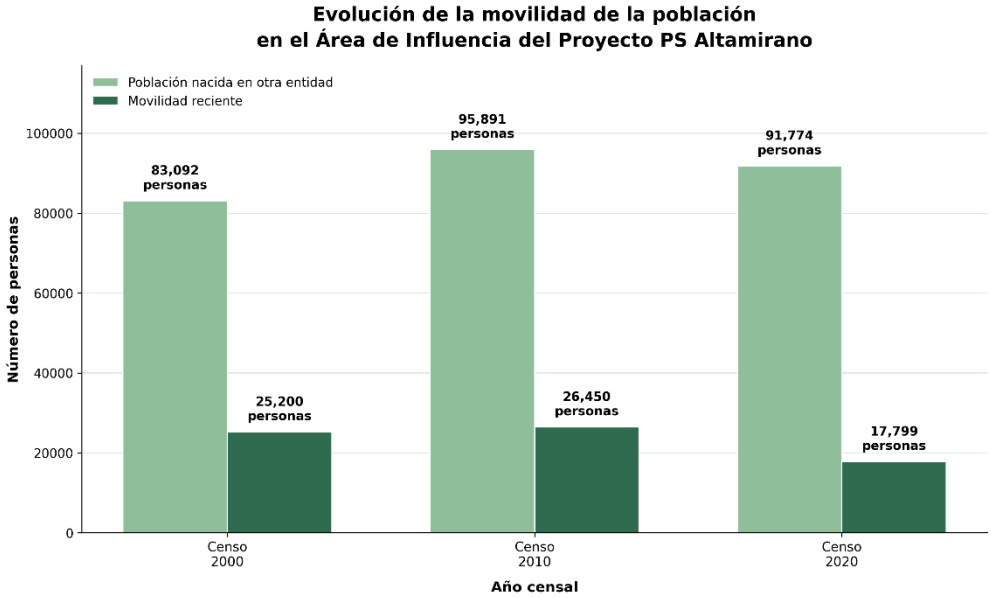


Figura 130. Evolución de la población nacida en otra entidad y de la población residente en otra entidad cinco años antes, en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2000-2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 2000, 2010 y 2020.

Como se observa en la gráfica anterior, la población nacida en otra entidad se mantuvo por encima de 80 mil personas en los tres censos analizados. El valor más alto se registró en 2010, con 95,891 personas, mientras que en 2020 el total disminuyó ligeramente a 91,774.

La movilidad reciente presenta un comportamiento distinto. Después de mantenerse en alrededor de 25 mil personas en 2000 y 2010, disminuyó a 17,799 en 2020. Por ello, la población procedente de otros estados no debe interpretarse como resultado de una llegada reciente. Los datos muestran una combinación de movimientos ocurridos en diferentes periodos.

Esta dinámica es consistente con los procesos de redistribución de población observados en espacios metropolitanos. Sobrino (2023) señala que la migración interna y la movilidad residencial participan en los cambios de distribución de la población entre espacios centrales

y periféricos. En el Área de Influencia del PS Altamirano, estas diferencias se observan con mayor claridad al agrupar las localidades según el municipio al que pertenecen.

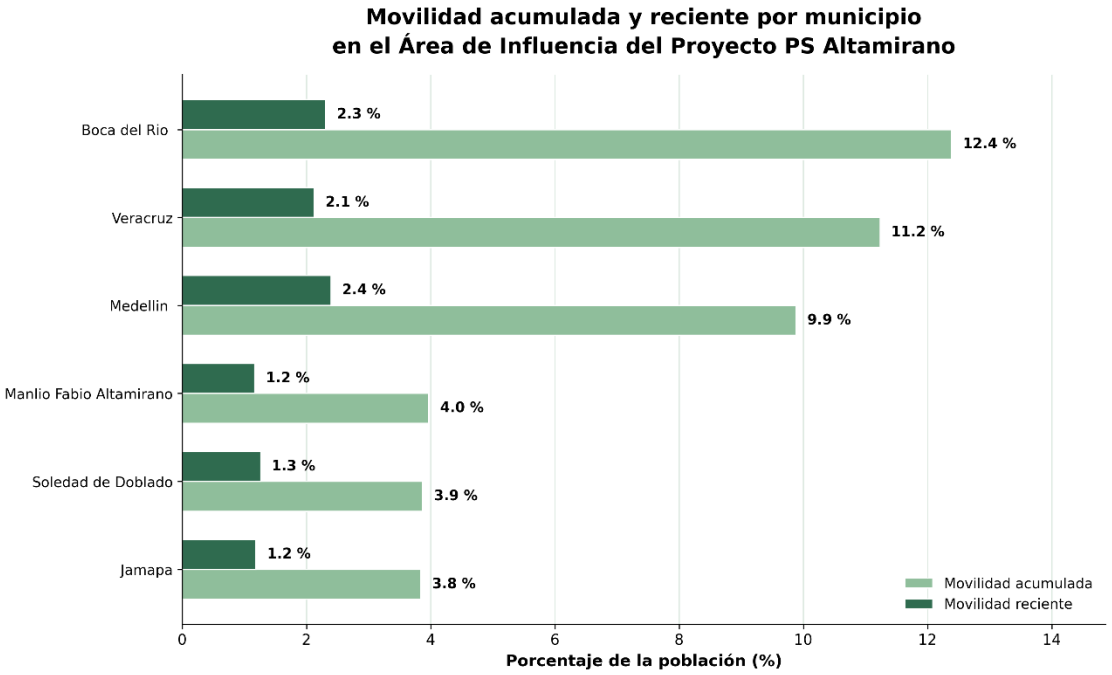


Figura 131. oblación nacida en otra entidad y población residente en otra entidad cinco años antes, en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, agrupadas por municipio, 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Como se observa en la gráfica anterior las diferencias también son territoriales. En 2020, las localidades del Área de Influencia ubicadas en Boca del Río registraron la mayor proporción de población nacida en otra entidad, con 12.4 %, seguidas por las de Veracruz, con 11.2 %, y Medellín de Bravo, con 9.9 %. En las localidades agrupadas en Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado y Jamapa, la proporción fue menor y se mantuvo alrededor de 4 %. La movilidad reciente presenta una diferencia similar: alcanzó 2.4 % en Medellín de Bravo, 2.3 % en Boca del Río y 2.1 % en Veracruz, frente a valores cercanos a 1.2 % en los otros tres municipios.

El contraste muestra que la movilidad tiene mayor peso en las localidades vinculadas con la dinámica metropolitana de Veracruz. En cambio, las localidades ubicadas en municipios con mayor presencia rural muestran una menor proporción de población procedente de otros estados y de cambios recientes de residencia. Esta diferencia aporta contexto a la distribución de la población indígena. Los registros identificados en localidades urbanas, colonias y fraccionamientos se encuentran en espacios con mayor movilidad poblacional, mientras que en localidades rurales también existen registros de hablantes en distintos momentos censales, aun donde la movilidad es menor. Por ello, la presencia indígena del Área de Influencia no puede explicarse mediante un solo proceso.

Los indicadores tampoco permiten afirmar que las personas nacidas en otra entidad sean indígenas. Su función es mostrar el contexto territorial en el que aparecen los registros. La relación entre antecedentes censales, movilidad y tipo de asentamiento permite distinguir mejor los patrones presentes en el territorio antes de revisar la diversidad de pueblos y lenguas indígenas.

III.6.4.5 Diversidad de pueblos indígenas y lenguas registradas

La información de 2020 muestra que la población indígena registrada en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano presenta una composición diversa. En las localidades analizadas se identifican distintos pueblos indígenas, con diferencias importantes en su volumen y en sus regiones históricas de referencia. Los mayores registros corresponden al pueblo Náhuatl, con 3,248 personas en hogares indígenas, seguido por el Mazateco, con 2,117, y el Binnizá/Zapoteco, con 2,092. En conjunto, estos tres pueblos concentran 7,457 de las 9,875 personas representadas en la gráfica. También se registran poblaciones Chinantecas, Mixtecas, Mayas y Totonacas, además de otros pueblos con menor presencia numérica.

La composición observada es relevante porque varias de las lenguas y pueblos identificados no tienen su principal región histórica de origen en el entorno inmediato del proyecto. Junto con pueblos vinculados históricamente con Veracruz, como el Náhuatl, Totonaco y Huasteco, aparecen registros asociados principalmente con Oaxaca, entre ellos Mazateco, Binnizá/Zapoteco, Chinanteco, Mixteco, Mixe y Huave; con Chiapas, como Tsotsil, Tseltal, Zoque y Ch'ol; así como con la península de Yucatán y otras regiones del centro y sur del

país. Esta diversidad muestra que la presencia indígena del Área de Influencia no puede explicarse únicamente por la continuidad histórica de pueblos originarios del territorio inmediato. También refleja una composición regional más amplia, vinculada con la movilidad de población y con la atracción ejercida por el entorno urbano y metropolitano de Veracruz. Sin embargo, la pertenencia a un pueblo indígena no permite establecer por sí sola el lugar de nacimiento ni demostrar una trayectoria migratoria individual.



Figura 132. Diversidad y región histórica de origen de los pueblos indígenas registrados en el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INPI e INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Como se observa los datos presentados en la gráfica, la población indígena registrada combina pueblos con distinto peso numérico y procedencia histórica. La concentración de población Náhuatl, Mazateca y Binnizá/Zapoteca es acompañada por una presencia más amplia de pueblos vinculados con diferentes regiones del país. Este resultado es consistente

con la dinámica poblacional revisada en los apartados anteriores. La presencia de lenguas originarias de Oaxaca, Chiapas, la península de Yucatán y otras regiones no demuestra por sí misma una migración reciente, pero sí permite identificar una diversidad que rebasa el contexto indígena históricamente asociado con el centro de Veracruz.

Para complementar esta lectura, es necesario distinguir entre la población en hogares indígenas y la población hablante de lengua indígena. Ambos indicadores se relacionan, pero no son equivalentes. Por ello, la siguiente gráfica muestra la distribución de las 5,117 personas de tres años y más hablantes de lengua indígena registradas en las localidades analizadas, agrupadas por municipio.

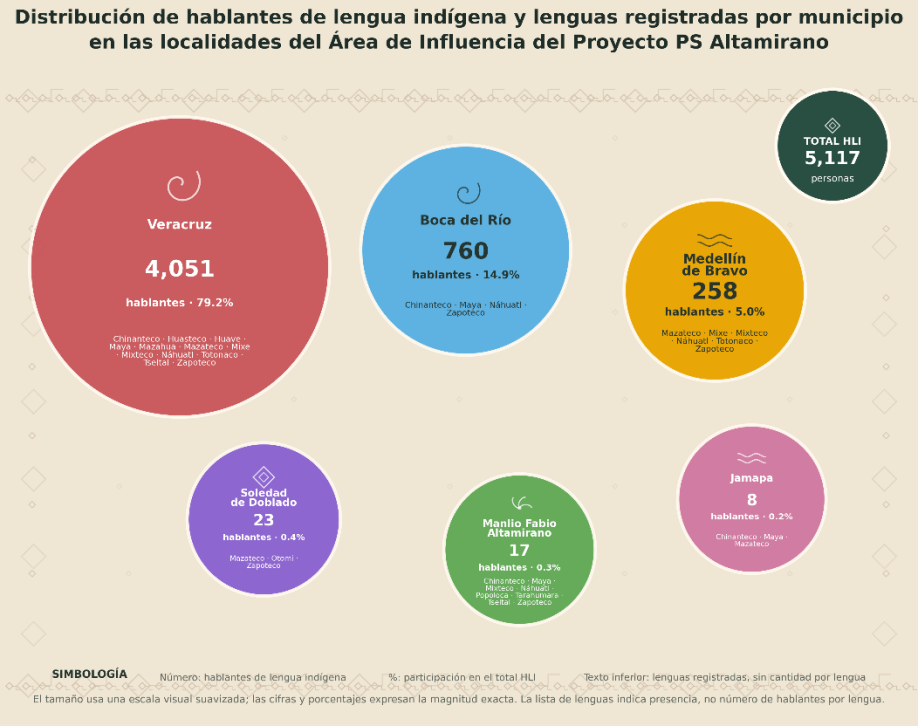


Figura 133. Distribución de hablantes de lengua indígena y lenguas registradas por municipio en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en ITER, Censo de Población y Vivienda 2020, y registros de lenguas indígenas por localidad.

La distribución territorial presenta una concentración clara. De los 5,117 hablantes de lengua indígena registrados en las localidades analizadas, 4,051 se localizan en el municipio de Veracruz, equivalentes al 79.2 % del total. Le siguen Boca del Río, con 760 hablantes y 14.9 %, y Medellín de Bravo, con 258 y 5.0 %.

En los demás municipios la cantidad es considerablemente menor: Soledad de Doblado registra 23 hablantes, Manlio Fabio Altamirano 17 y Jamapa ocho. No obstante, el menor volumen de hablantes no implica necesariamente ausencia de diversidad. Las lenguas registradas cambian entre municipios y, en algunos casos, incluyen pueblos cuyas regiones históricas se encuentran fuera del estado de Veracruz.

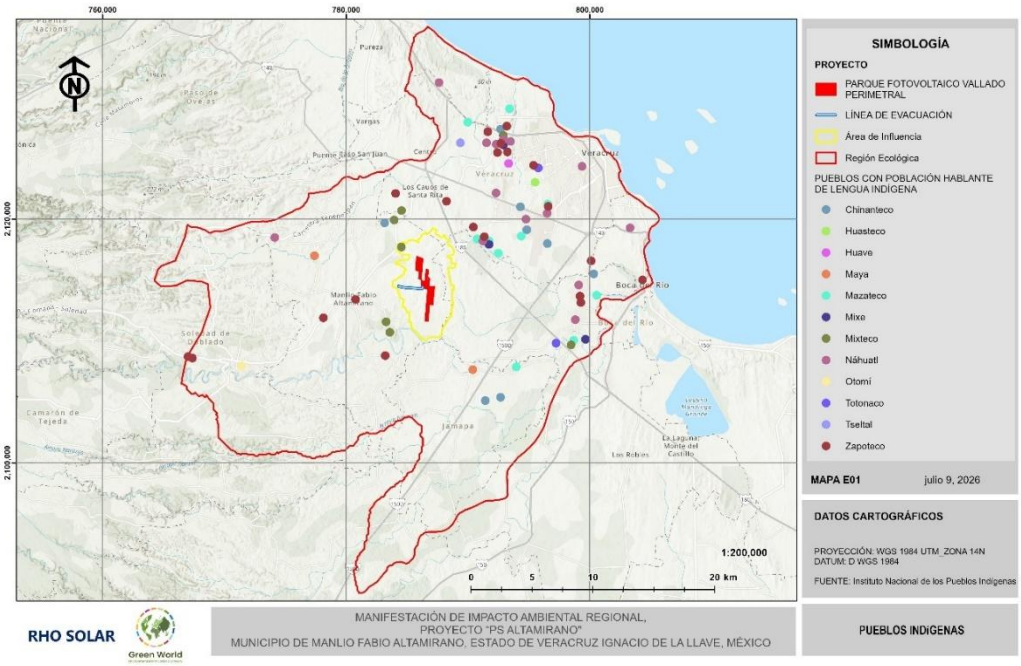


Figura 134. Pueblos indígenas en la Región Ecológica y el Área de Influencia del PS Altamirano.

La mayor diversidad se observa en las localidades analizadas del municipio de Veracruz, donde aparecen registros de lenguas como Chinanteco, Huasteco, Huave, Maya, Mazateco, Mixe, Mixteco, Náhuatl, Totonaco, Tseltal y Zapoteco. En Boca del Río y Medellín de Bravo también se identifican combinaciones de lenguas con distintos orígenes regionales, mientras que en

Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado y Jamapa la cantidad total de hablantes es menor, pero persisten registros de más de una lengua.

En conjunto, los resultados muestran dos procesos relacionados: por una parte, una fuerte concentración numérica de hablantes en el entorno urbano y metropolitano; por otra, una diversidad lingüística que se extiende hacia municipios con menor número de hablantes. La presencia de varias lenguas que no son históricamente originarias del área inmediata del proyecto refuerza la necesidad de interpretar el territorio como un espacio conectado con movimientos de población y dinámicas regionales más amplias, sin asumir que todos los registros responden al mismo proceso ni que implican una migración reciente.

III.6.4.6 Población afromexicana o afrodescendiente

El análisis de la población afromexicana o afrodescendiente se realizó sobre el mismo conjunto de localidades considerado para el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano. Por tanto, no se estableció una delimitación territorial específica a partir de la presencia de esta población ni se modificó el universo previamente definido para la MIA.

Dentro de las localidades analizadas se identificaron los registros de población que se considera afromexicana, negra o afrodescendiente de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020. Esta información se incorpora como un elemento complementario para reconocer la diversidad de la población presente en el territorio. Los datos municipales se utilizan únicamente como referencia para dimensionar el alcance de los registros comprendidos en el Área de Influencia.

En conjunto, las localidades analizadas registran 35,287 personas afromexicanas o afrodescendientes. La distribución presenta diferencias importantes entre los municipios. La mayor concentración se observa en Veracruz, con 25,671 personas, seguido por Boca del Río, con 7,441, y Medellín de Bravo, con 1,664. En conjunto, estos tres municipios reúnen la mayor parte de los registros identificados. Hacia el interior del territorio las cantidades disminuyen. Las localidades analizadas de Soledad de Doblado registran 254 personas, las de Jamapa 163 y las de Manlio Fabio Altamirano 94. La distribución muestra una concentración marcada en

el entorno urbano y metropolitano y una presencia numéricamente menor hacia los municipios del interior.

Esta diferencia no implica que la presencia afromexicana sea exclusiva de las zonas urbanas. En Veracruz, la población africana y afrodescendiente forma parte de procesos históricos de larga duración y estuvo presente tanto en espacios portuarios y urbanos como en haciendas, ranchos, pueblos y actividades rurales de distintas zonas del territorio. Por ello, la distribución censal actual debe entenderse como una expresión contemporánea de autoadscripción y no como una representación completa de la profundidad histórica de la presencia afrodescendiente en la región.

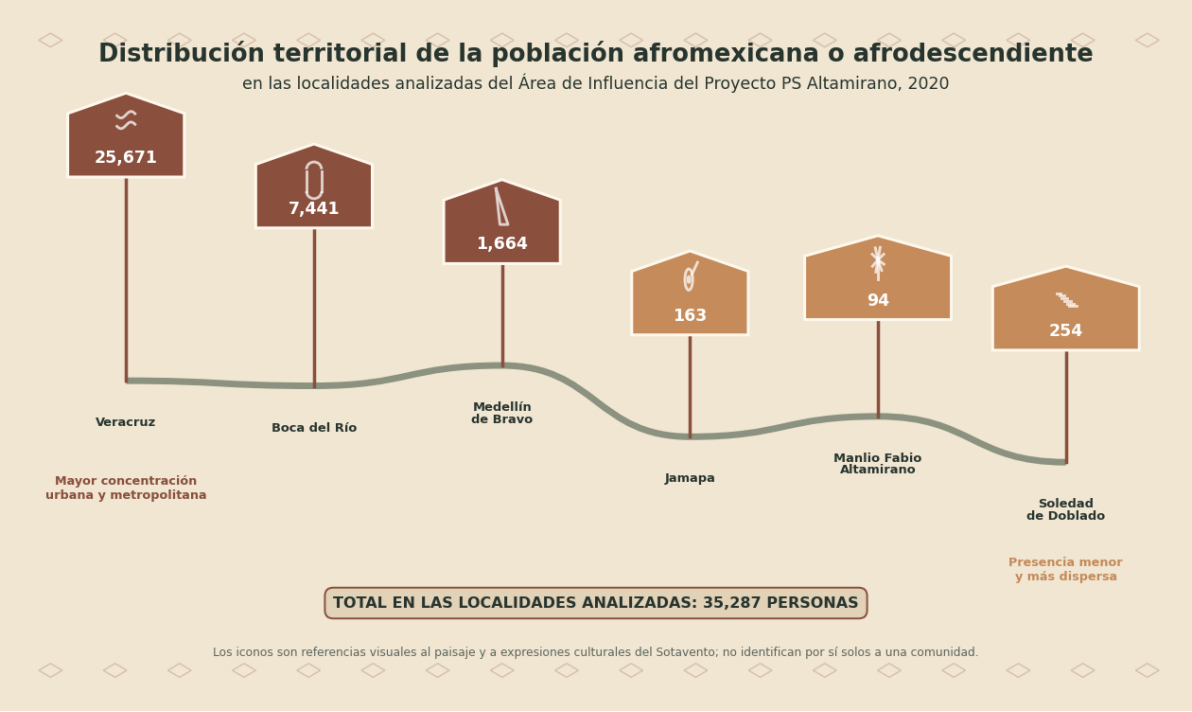


Figura 135. Distribución territorial de la población afromexicana o afrodescendiente en las localidades analizadas del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano, 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 e ITER 2020.

Como se observa en la gráfica anterior la mayor concentración de población afromexicana identificada se localiza en el corredor urbano y metropolitano de Veracruz, Boca del Río y Medellín de Bravo. Hacia Jamapa, Manlio Fabio Altamirano y Soledad de Doblado los registros son menores y se distribuyen en un contexto territorial distinto, con mayor presencia de localidades rurales y de menor tamaño.

Sin embargo, estos valores no deben compararse como si el Área de Influencia comprendiera la totalidad territorial de los seis municipios. Las localidades analizadas representan una parte diferente de cada municipio y, por tanto, también comprenden proporciones distintas de su población afromexicana. Para dimensionar esta diferencia, los registros identificados en las localidades del Área de Influencia se compararon con el total municipal de población afromexicana o afrodescendiente. Esta comparación se utiliza únicamente como referencia del alcance territorial de la información y no implica la incorporación de nuevas localidades ni la ampliación del Área de Influencia.

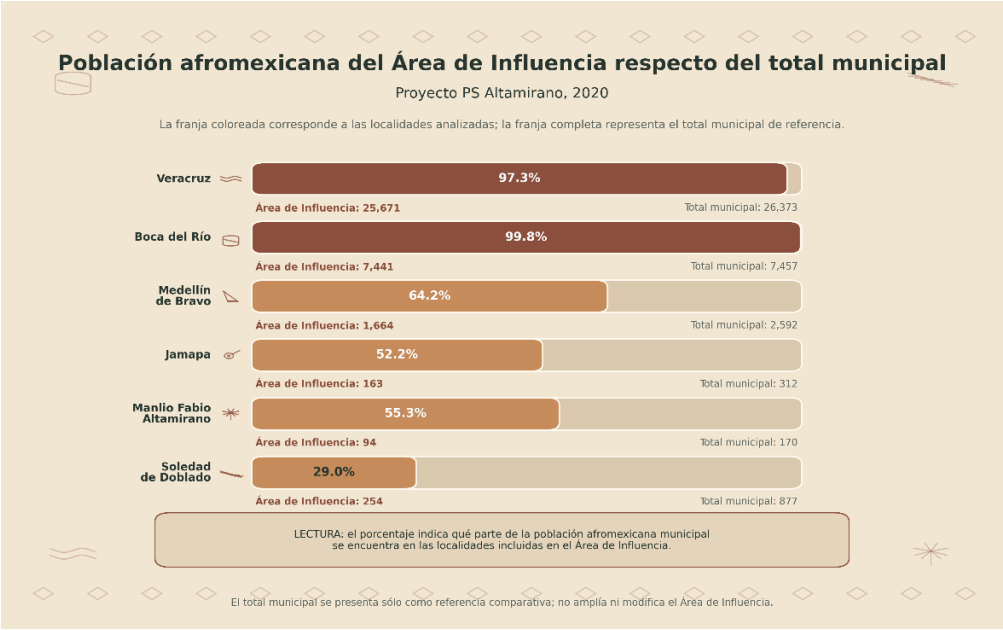


Figura 136. Población afromexicana o afrodescendiente identificada en las localidades analizadas respecto del total municipal de referencia, 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 e ITER 2020.

La comparación muestra que las localidades analizadas comprenden prácticamente la totalidad de la población afromexicana municipal en Veracruz y Boca del Río, con 97.3 % y 99.8 %, respectivamente. En Medellín de Bravo representan 64.2 % del total municipal, mientras que en Manlio Fabio Altamirano y Jamapa comprenden 55.3 % y 52.2 %. La menor cobertura se presenta en Soledad de Doblado, con 29.0 %.

Esta diferencia permite precisar la lectura de la primera gráfica. La concentración observada en Veracruz y Boca del Río responde a un mayor volumen de población, pero también a que las localidades incluidas en el análisis comprenden casi la totalidad del registro afromexicano municipal. En cambio, el valor observado en Soledad de Doblado representa menos de una tercera parte del total municipal, por lo que no debe interpretarse como ausencia o baja presencia afromexicana en el conjunto del municipio.

En el caso de Manlio Fabio Altamirano, las localidades analizadas comprenden 94 de las 170 personas afromexicanas o afrodescendientes registradas en el municipio, equivalentes al 55.3 %. El dato muestra que el Área de Influencia incluye más de la mitad del registro municipal, aunque no comprende la totalidad de esta población. En conjunto, las dos gráficas permiten distinguir dos dimensiones. La primera muestra cuántas personas afromexicanas fueron identificadas dentro del territorio efectivamente analizado; la segunda permite conocer qué proporción del contexto municipal representan esos registros.

III.6.4.7 Presencia histórica afrodescendiente y formación regional del Sotavento

La presencia de población afromexicana identificada en las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano no responde únicamente a la distribución demográfica registrada en el Censo de Población y Vivienda 2020. Su presencia forma parte de un proceso histórico de larga duración relacionado con la conformación del Sotavento veracruzano, región donde se localiza la totalidad de las localidades analizadas. Por esta razón, la caracterización incorpora un contexto regional que permite comprender los antecedentes históricos de la población afrodescendiente y su relación con el territorio.

Las localidades incluidas en el Área de Influencia pertenecen a los municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín de Bravo, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, Jamapa y

Cotaxtla, todos ellos reconocidos por el Gobierno del Estado de Veracruz como parte de la región de planeación Sotavento (Gobierno del Estado de Veracruz, 2020). La mayor parte de las localidades estudiadas se concentra en Veracruz, Boca del Río, Medellín de Bravo, Manlio Fabio Altamirano y Soledad de Doblado, mientras que en Jamapa y Cotaxtla únicamente se incorpora una fracción territorial reducida del Área de Influencia. Aunque la región histórica y cultural del Sotavento abarca un territorio más amplio, el presente análisis se limita exclusivamente a las localidades consideradas dentro del proyecto y utiliza el contexto regional como marco de referencia para interpretar los procesos históricos que dieron origen al territorio.



Figura 137. Región del Sotavento veracruzano y ubicación de los municipios donde se localizan las localidades que integran el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano.

Fuente: Gobierno del Estado de Veracruz (2020), *Regiones de Planeación del Estado de Veracruz*.

El término Sotavento proviene del lenguaje náutico y designa el lado protegido del viento dominante, mientras que Barlovento corresponde al lado expuesto a los vientos predominantes. Con el tiempo, ambos conceptos trascendieron la navegación y comenzaron a identificar regiones del Golfo de México con características ambientales, económicas, sociales e históricas propias. En Veracruz, el Sotavento pasó a nombrar un amplio territorio integrado por planicies costeras, cuencas hidrográficas, humedales, zonas agrícolas y ganaderas, así como poblaciones conectadas mediante ríos y caminos que favorecieron la comunicación entre la costa y el interior de la Nueva España (García de León, 2011).

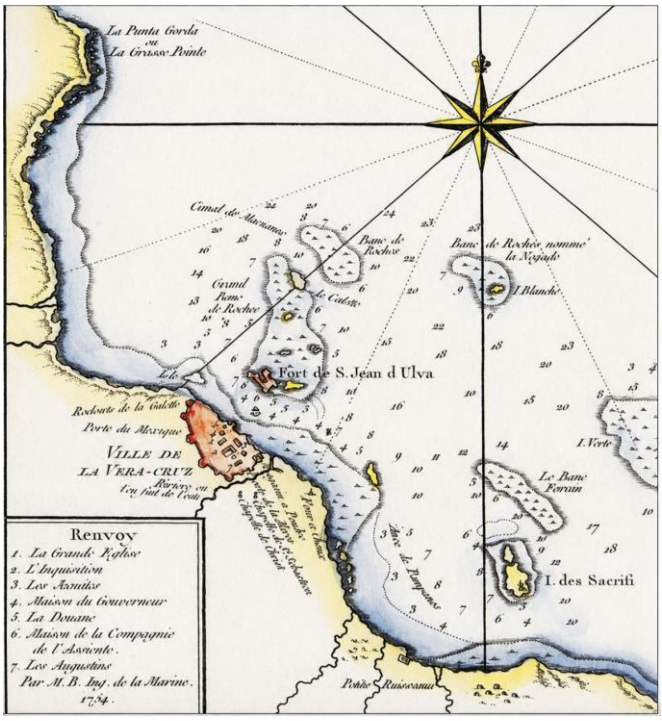


Figura 138. Plano de la costa y puerto de Veracruz, con el fuerte de San Juan de Ulúa (1754).

Fuente: Anónimo. Plano de la costa y puerto de Veracruz, con el fuerte de San Juan de Ulúa, 1754. Colección particular. Reproducido en García de León, A. (2006). Fandango. El ritual del mundo jarocho a través de los siglos. México: CONACULTA/CIESAS.

En este complejo mapa, el territorio también se puede entender a través de la poesía de los vientos que mueven al océano. El Sotavento funciona como la "inhalación" de la costa: la orilla

abierta que recibe el aliento de los vientos alisios, los cuales viajan cargados con la humedad, el ritmo y el misticismo del Atlántico y el Caribe, sembrando esa mezcla cultural en sus llanuras. El Barlovento, en cambio, actúa como la "exhalación" náutica y el camino del regreso: el viento que empuja las velas de los barcos de vuelta hacia España. Al final, este vaivén del aire no es solo un fenómeno del clima; es el hilo conductor que terminó moldeando la vida cotidiana de las comunidades, la movilidad de los diversos grupos humanos que cruzaron la región y las raíces de una identidad profundamente arraigada a la tierra, al mar, al agua y al paisaje. En las ciencias sociales, esta organización territorial suele interpretarse mediante el concepto de hinterland, retomado de la geografía económica para explicar las relaciones funcionales entre un puerto y las regiones que mantienen vínculos permanentes con él. Más allá de una zona de influencia económica, el hinterland representa una red territorial donde circulan personas, mercancías, actividades productivas, conocimientos y expresiones culturales.

Antonio García de León (2011) utiliza esta perspectiva para explicar que el Sotavento no puede comprenderse únicamente desde el puerto de Veracruz, sino como una región histórica integrada por el litoral, los ríos Jamapa, La Antigua y Papaloapan, los caminos reales, las haciendas, los ingenios, las estancias ganaderas y los pueblos que mantuvieron relaciones permanentes de intercambio y movilidad. Así, el puerto constituye uno de los principales nodos de articulación regional, pero es el conjunto del Sotavento el que explica la dinámica histórica del territorio.

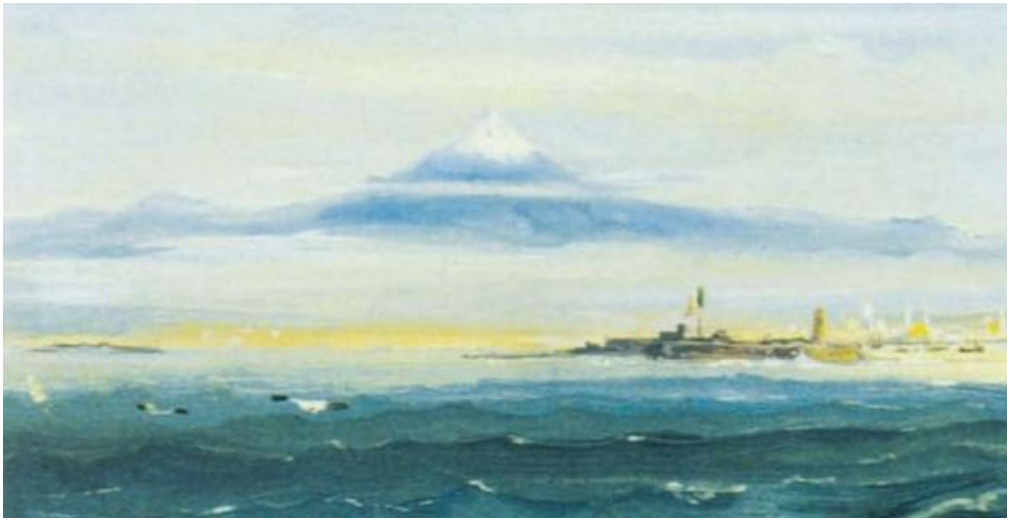


Figura 139. Johann Moritz R, Vista de Veracruz desde el mar, con el Pico de Orizaba al fondo.

Fuente: Rugendas, J. M. Vista de Veracruz desde el mar, con el Pico de Orizaba al fondo. Reproducida en García de León, A. (2006). Fandango. El ritual del mundo jarocho a través de los siglos. México: CONACULTA/CIESAS.

Esta organización territorial también estuvo estrechamente vinculada con el desarrollo de las actividades agropecuarias. Durante los siglos XVII y XVIII, la ganadería extensiva y las haciendas se consolidaron como algunos de los principales motores económicos del Sotavento. De acuerdo con Alfredo Delgado Calderón (2004), una parte importante de la población registrada en las fuentes históricas como negros, mulatos, pardos y morenos participó en el manejo del ganado, el trabajo en haciendas, las estancias ganaderas y las actividades de transporte que comunicaban la costa con el interior. En este documento, estas denominaciones se utilizan únicamente como categorías históricas presentes en las fuentes coloniales y del siglo XIX.



Figura 140. Hacienda del Paraíso Novillero, Veracruz, finales del siglo XIX.

Fuente: Abel Briquet (ca. 1890–1900). *Hacienda del Paraíso Novillero, Veracruz*. Imagen de dominio público disponible en Wikimedia Commons.

Entre los siglos XVI y XIX, el Sotavento también formó parte del sistema comercial del Atlántico y del Caribe, estableciendo conexiones con puertos como La Habana, Cartagena de Indias, Santo Domingo y Sevilla. En estas rutas se desarrolló la trata transatlántica de personas esclavizadas de origen africano, cuyo ingreso por el puerto de Veracruz constituyó uno de los principales puntos de entrada a la Nueva España. Sin embargo, su presencia no permaneció restringida al puerto. A través de las rutas comerciales y productivas, muchas personas fueron trasladadas hacia haciendas cañeras, ingenios, estancias ganaderas, ranchos y poblaciones distribuidas en distintos puntos del Sotavento, donde convivieron con comunidades indígenas, europeas y mestizas y participaron en la formación económica y social de la región (Aguirre Beltrán, 1946; García de León, 2002, 2011).



Figura 141. Actividades rurales y ganaderas en el estado de Veracruz a finales del siglo XIX.

Fuente: Abel Briquet (ca. 1890-1896). Fotografía histórica. Acervos históricos de Veracruz / dominio público.

Esta dinámica histórica resulta particularmente relevante para comprender el territorio donde actualmente se localiza el Proyecto PS Altamirano. Muchas de las localidades incluidas dentro del Área de Influencia se desarrollaron en el espacio histórico y geográfico del Sotavento, en espacios vinculados con antiguas haciendas, estancias ganaderas, caminos regionales y áreas de producción agropecuaria que formaban parte de esta red territorial. Por ello, la referencia al puerto de Veracruz se incorpora como uno de los principales nodos históricos que articuló el Sotavento y permite comprender el origen de los procesos sociales y culturales presentes en el territorio del proyecto, sin que ello implique que el proyecto se ubique dentro del espacio urbano portuario.



Figura 142. Costeño de Veracruz, Claudio Linati (1828).

Fuente: Linati, C. (1828). Costumes civils, militaires et religieux du Mexique. Bruselas.

Las ilustraciones realizadas por Claudio Linati constituyen algunos de los primeros registros gráficos del México independiente y muestran la diversidad social presente en la costa veracruzana durante el siglo XIX. Aunque reflejan la visión artística y las categorías sociales de la época, permiten reconocer la presencia de población afrodescendiente como parte de la conformación histórica del Sotavento.

Con la Independencia de México y la abolición de la esclavitud, las categorías coloniales utilizadas para clasificar a la población de origen africano fueron desapareciendo gradualmente. Las denominaciones de negro, mulato, pardo y moreno dejaron de emplearse con fines administrativos y muchas personas pasaron a integrarse en nuevas formas de identificación regional y nacional. Como consecuencia, la presencia histórica afrodescendiente

dejó de reflejarse de manera directa en los registros oficiales, aunque continuó formando parte de la composición social del Sotavento (Hoffmann, 2006; Velázquez e Iturralde, 2016).

En consecuencia, las **35,287 personas afromexicanas o afrodescendientes** identificadas en las localidades del Área de Influencia representan la población que actualmente se reconoce mediante la categoría de autoadscripción del Censo de Población y Vivienda 2020. Estos registros constituyen una referencia para caracterizar la diversidad social del proyecto; sin embargo, deben interpretarse dentro de un proceso histórico más amplio, donde la movilidad regional, las antiguas haciendas, las estancias ganaderas y la interacción entre poblaciones indígenas, africanas, europeas y mestizas contribuyeron a la formación del territorio que hoy integra el Área de Influencia.



Figura 143. Personas afrodescendientes en el puerto de Veracruz. La presencia afrodescendiente forma parte de la diversidad cultural contemporánea del Sotavento y continúa expresándose mediante procesos de identidad, memoria y reconocimiento social.

Fuente: Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México (INEHRM). *Historia: Afrodescendientes en Veracruz: se vive cada día la paradoja de la población afrodescendiente*. Publicación institucional, 21 de octubre de 2021.

Este contexto permite comprender que la presencia afrodescendiente observada en las localidades del proyecto forma parte de una trayectoria regional de larga duración. Sobre esta base es posible entender la evolución de la identidad cultural del **Sotavento** y la resignificación del concepto **jarocho**, aspectos que se desarrollan en el siguiente apartado.

III.6.4.8 Identidad regional, paisaje cultural y convergencias afrocaribeñas del Sotavento

Las localidades que integran el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano forman parte de la región cultural del Sotavento veracruzano, por lo que comparten un mismo contexto territorial e histórico construido a partir de la interacción entre el paisaje, las actividades productivas y la diversidad cultural característica de esta región. Aunque existen diferencias derivadas del grado de urbanización y de las actividades económicas de cada municipio, las localidades mantienen elementos culturales comunes que forman parte del patrimonio regional del Sotavento. En consecuencia, las expresiones culturales presentes en el territorio constituyen un referente para comprender el contexto donde se inserta el proyecto, sin que ello implique la existencia de manifestaciones homogéneas en todas las localidades (García de León, 2011; Delgado Calderón, 2004; Sauer, 1925).

La identidad regional del Sotavento es resultado de un proceso histórico donde convergieron poblaciones indígenas, africanas, europeas y mestizas, cuyas formas de vida se desarrollaron en estrecha relación con las planicies costeras, los ríos, la ganadería, la agricultura y las rutas comerciales. Dentro de este proceso surgió el término jarocho, utilizado originalmente para designar a la población rural vinculada con las actividades ganaderas y la vida en las planicies costeras, llegando incluso a emplearse con connotaciones despectivas asociadas a las categorías sociales heredadas del periodo colonial. Con el paso del tiempo, este término fue resignificado hasta convertirse en uno de los principales referentes culturales del centro y sur de Veracruz, integrando aportaciones indígenas, africanas, europeas y mestizas dentro de una identidad regional compartida (García de León, 2011; Delgado Calderón, 2004; García Canclini, 1990).



Figura 144. Representación contemporánea del traje jarocho y del son jarocho como expresiones de la identidad regional del Sotavento veracruzano.

Fuente: Imagen de Veracruz (2024), con información sobre el significado y los elementos del traje tradicional jarocho.

Esta transformación no implicó la desaparición de las distintas raíces culturales que dieron origen al Sotavento. Por el contrario, la identidad jarocha representa actualmente una expresión regional donde convergen dichas herencias históricas, mientras que el reconocimiento contemporáneo de la población afromexicana ha permitido visibilizar nuevamente una parte importante de esta diversidad cultural, sin que ambas identidades resulten excluyentes entre sí (Velázquez e Iturralde, 2016; Hoffmann, 2006).

Desde la geografía cultural, estas relaciones pueden comprenderse mediante el concepto de paisaje cultural, el cual reconoce que un territorio no sólo está conformado por sus componentes naturales, sino también por las prácticas, conocimientos, valores y manifestaciones desarrolladas por las comunidades que lo habitan (Sauer, 1925). En esta perspectiva, Toledo y Barrera-Bassols (2008) señalan que naturaleza y cultura forman parte de un mismo patrimonio biocultural, donde la biodiversidad, la memoria histórica y las

expresiones culturales constituyen elementos inseparables para comprender la evolución de un territorio.

Bajo este enfoque, la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial reconoce que las tradiciones orales, las artes del espectáculo, las prácticas sociales, los rituales y los conocimientos transmitidos entre generaciones forman parte del patrimonio cultural vivo de las comunidades (UNESCO, 2003). En el Sotavento, una de las expresiones más representativas de este patrimonio es el son jarocho, cuya práctica mediante el fandango constituye mucho más que una manifestación musical. En estos encuentros convergen la ejecución de la jarana, el arpa, el requinto y la leona; el zapateado sobre la tarima; la improvisación de décimas y la convivencia comunitaria, fortaleciendo los procesos de transmisión intergeneracional y el sentido de pertenencia hacia el territorio (García de León, 2002; Figueroa Hernández, 2011).



Figura 145. Fandango tradicional como espacio comunitario de transmisión del son jarocho y expresión del paisaje cultural del Sotavento veracruzano.

Fuente: Agencia de Noticias RTV–Más Noticias (2018), Fandango "Las Almas Perdidas" en el Instituto Veracruzano de la Cultura (IVEC).

Estas manifestaciones también pueden comprenderse mediante el concepto de paisaje sonoro, desarrollado por R. Murray Schafer (1977), quien plantea que los sonidos

característicos de un territorio forman parte de la manera en que las comunidades perciben, recuerdan e interpretan su entorno. En el Sotavento, este paisaje se construye a partir de la interacción entre los sonidos de la naturaleza, las actividades agropecuarias, las festividades comunitarias y las expresiones musicales tradicionales, configurando un elemento distintivo del patrimonio cultural regional (Schafer, 1977; Barrera-Bassols y Toledo, 2008).

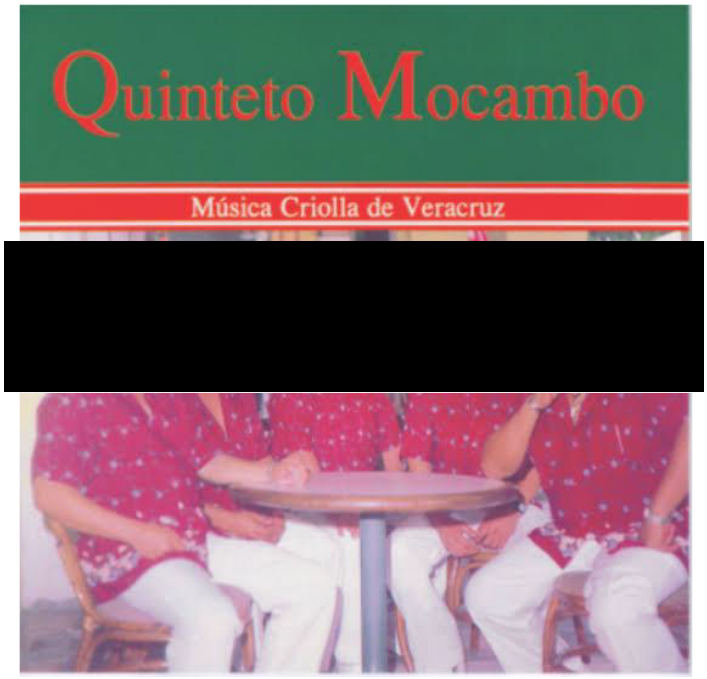


Figura 146. Quinteto Mocambo, agrupación veracruzana que ejemplifica la convergencia entre la música tradicional del Sotavento y las influencias afrocaribeñas presentes en el puerto de Veracruz. Su repertorio integra son, son montuno, guaracha, bolero y música criolla.

Fuente: Ediciones Pentagrama. *Música Criolla de Veracruz – Quinteto Mocambo*. Tienda Pentagrama

No obstante, este paisaje sonoro presenta variaciones dentro del propio Sotavento. Mientras que en las localidades rurales predominan el fandango, las fiestas patronales y las expresiones tradicionales asociadas a la vida comunitaria, el puerto de Veracruz ha funcionado históricamente como un espacio de convergencia cultural donde las relaciones con el Caribe favorecieron la incorporación de nuevos géneros musicales y manifestaciones culturales. El intercambio permanente con La Habana y otros puertos caribeños permitió la circulación de

repertorios musicales, formas de baile, gastronomía y diversas expresiones de origen afrocaribeño que enriquecieron la identidad cultural del puerto sin sustituir las tradiciones propias del Sotavento (García Díaz, 2002; García de León, 2011).

Ejemplos de esta convergencia pueden observarse en la apropiación local de composiciones de origen cubano, como Amalia Batista, del compositor Rodrigo Prats, cuya interpretación continúa formando parte del repertorio de diversos músicos del puerto de Veracruz como en el caso del Quinteto Mocambo. En algunos contextos populares, esta pieza se relaciona con imaginarios vinculados a la religiosidad afrocaribeña como el palo mayombe o la tradición yoruba y constituye un ejemplo de la permanencia de los intercambios culturales entre Veracruz y Cuba. De manera similar, agrupaciones veracruzanas contemporáneas, como Nelson Kanzela, han incorporado ritmos afrocaribeños y de cumbia dentro de repertorios que hacen referencia al paisaje rural, la ganadería, la vida cotidiana y las formas de convivencia propias del Sotavento. Estos procesos ilustran lo que García Canclini (1990) denomina hibridación cultural, donde nuevas expresiones se integran al territorio sin sustituir las manifestaciones tradicionales.



Figura 147. Festival Afrocaribeño de Veracruz como espacio de reconocimiento y difusión de las expresiones culturales afrodescendientes presentes en el estado.

Fuente: Festival Afrocaribeño Veracruz. Facebook Oficial. https://www.facebook.com/AfrocaribenoVer/

La permanencia de estos vínculos históricos también se refleja en la música criolla veracruzana, donde confluyen influencias del son, el bolero, la guaracha, el son montuno y otros géneros afroantillanos incorporados al patrimonio cultural del puerto de Veracruz mediante un prolongado proceso de intercambio con el Caribe. Actualmente, iniciativas como el Festival Afrocaribeño de Veracruz contribuyen a difundir este legado, mientras que agrupaciones como el Quinteto Mocambo representan la continuidad de estas expresiones musicales y la convergencia entre las tradiciones veracruzanas y afrocaribeñas (García Díaz, 2002; García Canclini, 1990; UNESCO, 2003).

En las localidades del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano predominan manifestaciones culturales propias del Sotavento rural, vinculadas con la vida comunitaria, las festividades locales y la música tradicional. Si bien mantienen una relación territorial con el puerto de Veracruz, durante el trabajo de campo no se identificaron elementos que permitan considerar a las manifestaciones afrocaribeñas como un rasgo distintivo de estas comunidades. No obstante, todas forman parte de una misma región cultural cuya evolución histórica explica la presencia de un patrimonio compartido, donde convergen aportaciones indígenas, africanas, europeas y mestizas. 3.4 Síntesis del contexto histórico-cultural del Área de Influencia

III.6.4.9 Síntesis del contexto histórico-cultural del Área de Influencia

El análisis desarrollado permitió identificar que las localidades que integran el Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano forman parte de la región histórica y cultural del Sotavento veracruzano, compartiendo un contexto territorial cuya evolución ha estado estrechamente vinculada con los procesos de poblamiento, las actividades agropecuarias, las rutas comerciales y la interacción entre poblaciones indígenas, africanas, europeas y mestizas. Estos procesos contribuyeron a la conformación de un patrimonio cultural que actualmente se expresa mediante una identidad regional compartida y diversas manifestaciones culturales presentes en el territorio.

En materia demográfica, la información analizada muestra una baja presencia de población hablante de lengua indígena y una distribución heterogénea de la población afromexicana entre los municipios del Área de Influencia. No obstante, el análisis histórico evidencia que la

contribución afrodescendiente trasciende su representación estadística actual, al constituir uno de los componentes que participaron en la conformación histórica del paisaje cultural del Sotavento y de la identidad regional que caracteriza al centro de Veracruz.

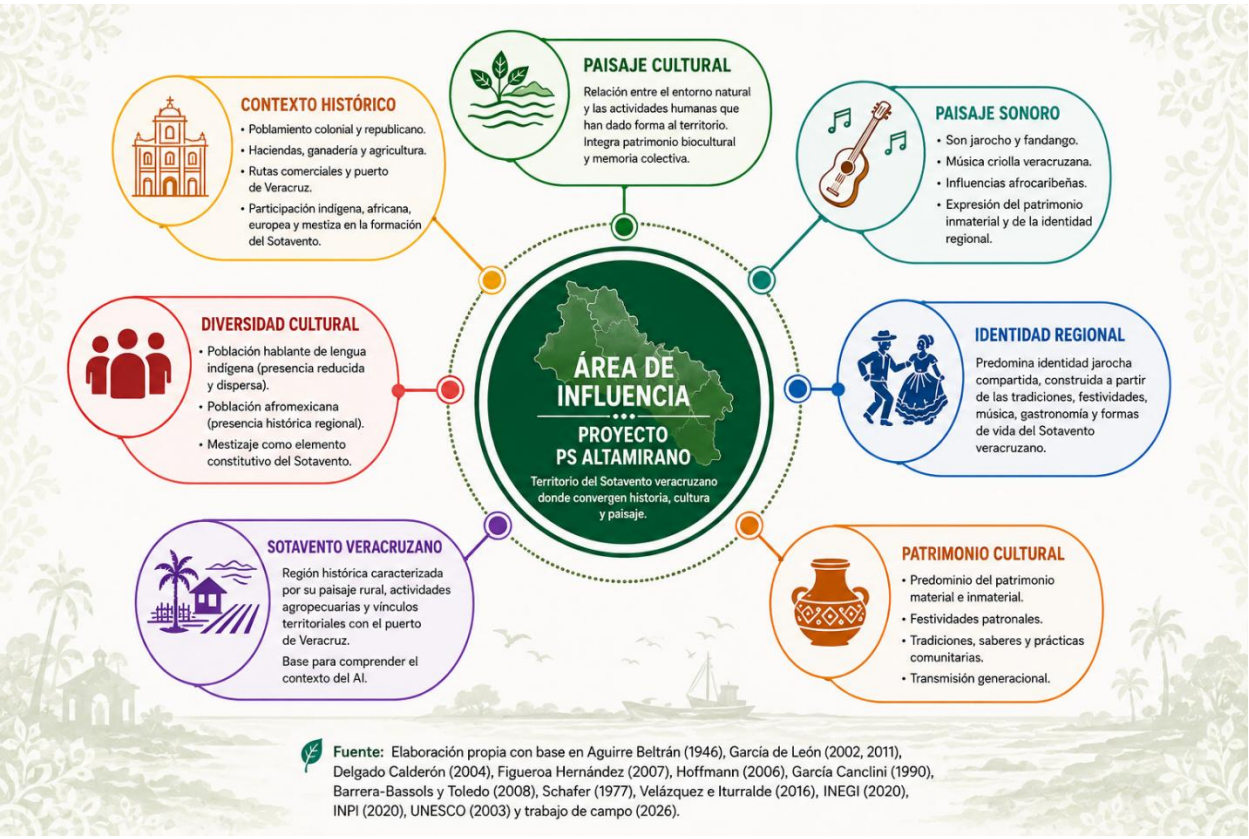


Figura 148. Esquema integrador del contexto histórico-cultural del Área de Influencia del Proyecto PS Altamirano.

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes (2026).

Asimismo, se identificó que las expresiones culturales presentes en el territorio mantienen una estrecha relación con las condiciones ambientales y productivas de la región. Las festividades comunitarias, la gastronomía, la música tradicional y otras manifestaciones del patrimonio cultural inmaterial forman parte de un paisaje cultural construido históricamente mediante la interacción entre las comunidades y su entorno, constituyendo elementos de referencia para comprender la dinámica territorial donde se desarrollará el proyecto.

Aunque el puerto de Veracruz concentra una mayor diversidad de manifestaciones derivadas de su relación histórica con el Caribe y de los procesos de intercambio afrocaribeño, las localidades del Área de Influencia conservan un carácter predominantemente rural, donde prevalecen expresiones culturales propias del Sotavento. En este sentido, el territorio del proyecto forma parte de una misma región cultural, aunque con manifestaciones acordes con las características y formas de organización de cada localidad.

III.6.4.10 Reflexiones finales del análisis territorial y cultural

El presente apartado constituye un análisis complementario a la información demográfica y territorial presentada previamente, particularmente a los apartados relacionados con la población hablante de lengua indígena y la población afromexicana. Si bien estos indicadores permiten identificar su distribución y características actuales, el análisis histórico-cultural desarrollado proporciona un contexto regional que contribuye a interpretar los procesos que dieron origen a la diversidad cultural presente en el Sotavento veracruzano, fortaleciendo la comprensión integral del territorio donde se ubica el Proyecto PS Altamirano.

La información presentada se sustenta en fuentes oficiales, estudios históricos, geográficos y antropológicos ampliamente documentados, por lo que constituye un referente técnico para contextualizar el patrimonio cultural y la evolución territorial del Área de Influencia. En este sentido, el análisis no sustituye la caracterización estadística ni las demás evaluaciones ambientales realizadas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental; por el contrario, las complementa al incorporar una perspectiva regional que permite comprender la interacción entre el paisaje, la historia y las expresiones culturales que actualmente caracterizan al Sotavento veracruzano.

A continuación, se presentan las localidades con población indígena y afrodescendiente del área de influencia del PS Altamirano:

Tabla 80.Población indígena y afromexicana o afrodescendiente en las localidades del Área de Influencia del proyecto.

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
1	28	Boca del Rio	300280045	0045 Bajos del Jobo (Puente Moreno)	0	0	0	47	Chinanteco	Loc. De Inter
2	28	Boca del Rio	300380037	0037 Veracruz	1836	726	6528	132011	Náhuatl, Zapoteco	Loc. de Inter ├®s
3	28	Boca del Rio	300280001	0001 Boca del Rio	79	34	913	9988	Zapoteco, Maya	Loc. Con Menos de 40
4	90	Jamapa	300900001	0001 Jamapa	15	3	158	4660	Maya, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
5	90	Jamapa	300900031	0031 las Puertas	11	5	2	841	Mazateco	Loc. Con Menos de 40
6	90	Jamapa	300900010	0010 el Chicle	0	0	3	255	Chinanteco	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
7	90	Jamapa	300900015	0015 la Guitarra	0	0	0	48	Chinanteco	Loc. Con Menos de 40
8	100	Manlio Fabio Altamirano	301000006	0006 Benito Juarez	5	2	11	383	Chinanteco	Loc. Con Menos de 40
9	100	Manlio Fabio Altamirano	301000038	0038 la Polvareda	0	0	0	109	Maya	Loc. Con Menos de 40
10	100	Manlio Fabio Altamirano	301000016	0016 Felipe Carrillo Puerto	0	0	0	201	Mixteco	Loc. Con Menos de 40
11	100	Manlio Fabio Altamirano	301000025	0025 Mata Loma	3	1	35	2121	Mixteco, Tarahumara	Loc. Con Menos de 40
12	100	Manlio Fabio Altamirano	301000039	0039 Portezuelo	3	2	2	380	Mixteco	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
13	100	Manlio Fabio Altamirano	301000052	0052 la Venta	0	0	0	241	Mixteco	Loc. Con Menos de 40
14	100	Manlio Fabio Altamirano	301000050	0050 Tenenexpan	0	0	1	2050	Náhuatl, Tseltal	Loc. Con Menos de 40
15	100	Manlio Fabio Altamirano	301000001	0001 Manlio Fabio Altamirano	32	12	45	6076	Zapoteco, Popoloca	Loc. Con Menos de 40
16	100	Manlio Fabio Altamirano	301000022	0022 Loma de Santa Maria	0	0	0	353	Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
17	100	Manlio Fabio Altamirano	—	San Luis	—	—	—	2	Zapoteco	Loc. de 40y M ├ís
18	105	Medellin	301050001	0001 Medellin	48	26	137	2820	Mazateco, Totonaco	Loc. Con Menos de 40
19	105	Medellin	301050031	0031 la Joya	1	1	0	356	Mixe	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
20	105	Medellin	301050055	0055 Playa de Vacas	5	1	20	791	Mazateco	Loc. Con Menos de 40
21	105	Medellin	301050271	0271 Fraccionamiento Arboledas San Ramon	74	28	194	8894	Zapoteco, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
22	105	Medellin	—	Fraccionamiento Paso del Campestre	—	—	—	234	Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
23	105	Medellin	301050222	0222 Colonia Veinte de Noviembre de Medellin de Bravo	13	4	81	335	Mixteco, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
24	105	Medellin	301050074	0074 el Tejar	123	45	39	11144	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
25	105	Medellin	301050273	0273 Fraccionamiento Puente Moreno	328	152	1182	34913	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
26	105	Medellin	301050061	0061 Rancho del Padre	0	1	11	1161	Totonaco	Loc. Con Menos de 40
27	148	Soledad de Doblado	301480030	0030 Laguna Blanca	9	5	13	505	Zapoteco, Otomí	Loc. Con Menos de 40
28	148	Soledad de Doblado	301480119	0119 Rincon de los Toros	0	0	0	112	—	—
29	148	Soledad de Doblado	301480001	0001 Soledad de Doblado	46	18	241	13716	Otomí, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
30	193	Veracruz	301930150	0150 Colonia el Renacimiento	57	26	110	1780	Chinanteco, Mixteco	Loc. Con Menos de 40
31	193	Veracruz	301930205	0205 Colonia Malibran	28	11	11	943	Chinanteco, Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
32	193	Veracruz	—	0060 las Amapolas	280	128	1121	15076	Náhuatl, Zapoteco	Loc. de Inter ├®s

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
33	193	Veracruz	301930240	0240 Hacienda Sotavento	139	49	399	11583	Chinanteco, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40
34	193	Veracruz	301930241	0241 Nuevo Veracruz	35	14	61	3296	Huasteco	Loc. Con Menos de 40
35	193	Veracruz	301930230	0230 Lomas de Rio Medio Cuatro	195	79	337	20849	Huave, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40
36	193	Veracruz	301930181	0181 las Amapolas Dos	38	13	17	3360	Mazateco, Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
37	193	Veracruz	301930198	0198 Colonia Patria (Diez Hectareas)	15	4	5	260	Mazateco, Tseltal	Loc. Con Menos de 40
38	193	Veracruz	—	Ampliacion las Bajadas	—	—	—	1293	Mazateco, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
39	193	Veracruz	301930209	0209 Colonia Bahia Libre	0	0	22	344	Mazateco, Totonaco	Loc. Con Menos de 40
40	193	Veracruz	301930219	0219 Colonia Cardenista Antonio Luna	44	20	17	1241	Mazateco, Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
41	193	Veracruz	301930227	0227 Unidad Antorchista	53	22	1	624	Mazateco, Chinanteco	Loc. Con Menos de 40
42	193	Veracruz	301930228	0228 Colinas de Santa Fe	139	54	1098	9205	Mazateco, Maya	Loc. Con Menos de 40
43	193	Veracruz	301930243	0243 Valle Alto	169	57	85	6688	Mazateco, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40
44	193	Veracruz	301930229	0229 Arboledas	12	5	22	1999	Mixe, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
45	193	Veracruz	301930242	0242 Residencial del Bosque	11	3	22	1408	Mixe, Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
46	193	Veracruz	301930084	0084 Santa Elena	3	1	1	108	Mixteco	Loc. Con Menos de 40
47	193	Veracruz	301930151	0151 Colonia Chalchihuecan	5	3	17	1357	Mixteco, Huave	Loc. Con Menos de 40
48	193	Veracruz	301930001	0001 Veracruz	7291	3124	18688	405952	Náhuatl, Zapoteco	Loc. de Inter ├®s
49	193	Veracruz	—	Las Amapolas	—	—	—	15076	Náhuatl, Zapoteco	Loc. de Inter ├®s
50	193	Veracruz	—	Las Bajadas	—	—	—	4829	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
51	193	Veracruz	301930083	0083 San Julian	6	2	18	1429	Náhuatl, Zapoteco	Loc. Con Menos de 40

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
52	193	Veracruz	301930087	0087 Valente Diaz	379	157	1496	36818	Náhuatl, Mazateco	Loc. de Inter ├®s
53	193	Veracruz	301930157	0157 Rio Medio [Granja]	83	27	20	3377	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
54	193	Veracruz	301930182	0182 Colonia del Proletariado (Pica Pica)	17	10	108	913	Náhuatl	Loc. Con Menos de 40
55	193	Veracruz	301930218	0218 Infonavit Orquideas	41	19	3	647	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
56	193	Veracruz	301930223	0223 Fraccionamiento el Campanario	82	29	100	4769	Náhuatl, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
57	193	Veracruz	301930226	0226 Sentimientos de la Nacion	23	10	18	1309	Náhuatl, Maya	Loc. Con Menos de 40
58	193	Veracruz	—	Colonia Dieciseis de Septiembre	—	—	—	—	—	—

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
59	193	Veracruz	301930090	0090 Villarin	0	0	16	342	Totonaco	Loc. Con Menos de 40
60	193	Veracruz	301930064	0064 Cabo Verde	10	3	4	923	Zapoteco, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
61	193	Veracruz	301930072	0072 Dos Lomas	37	13	184	2213	Zapoteco, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
62	193	Veracruz	301930085	0085 Santa Rita	2	1	2	1247	Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
63	193	Veracruz	301930120	0120 Bajos del Jobo (Puente Moreno)	21	15	12	1713	Zapoteco, Mazahua	Loc. Con Menos de 40
64	193	Veracruz	—	Santa Teresa	—	—	—	663	Zapoteco, Maya	Loc. Con Menos de 40
65	193	Veracruz	301930217	0217 Fraccionamiento Geovillas los Pinos	201	82	855	16855	Zapoteco, Mazateco	Loc. de Inter ├®s

#	CVE_MUN	Municipio	CVEGEO	Localidad	Hogares censales indígenas	Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	Población afromexicana o afrodescendiente	Población total de la localidad	Lengua indígena	Tipo de localidad
66	193	Veracruz	301930221	0221 Condado del Valle Dorado (Segunda Seccion)	13	4	20	673	Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
67	193	Veracruz	301930222	0222 Fraccionamiento Costa Dorada	46	14	176	4272	Zapoteco, Mazateco	Loc. Con Menos de 40
68	193	Veracruz	301930231	0231 los Torrentes	114	37	505	10870	Zapoteco, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40
69	193	Veracruz	301930232	0232 Oasis	31	14	96	5300	Zapoteco, Totonaco	Loc. Con Menos de 40
70	193	Veracruz	—	Fraccionamiento Xana	—	—	—	782	Zapoteco	Loc. Con Menos de 40
71	193	Veracruz	301930236	0236 Colina de los Pajaros	4	1	4	1034	Zapoteco, Náhuatl	Loc. Con Menos de 40

III.7 Diagnostico ambiental

El diagnóstico ambiental de la Región Ecológica (RE) donde se inscribe el Proyecto Fotovoltaico "PS Altamirano", se ha construido a partir del análisis sintético e interpretativo de sus componentes abióticos, bióticos y paisajísticos, con el fin de establecer las interacciones funcionales, las tendencias ecológicas y sociales, las presiones existentes y el estado de conservación general del sistema. Este análisis integra datos climatológicos, geológicos, edáficos, hidrológicos, florísticos y faunísticos para generar una línea base ambiental robusta que permita identificar vulnerabilidades sistémicas, fortalezas y atributos de resiliencia, sirviendo como fundamento para evaluar la pertinencia del proyecto y dimensionar sus potenciales impactos y oportunidades de manejo ambiental.

III.7.1 Síntesis e Interpretación del Medio Abiótico

En el ámbito del medio abiótico, el clima de la RE se clasifica dentro del tipo Cálido Subhúmedo, con las variantes Aw0, Aw1 y Aw2 según el sistema de Köppen modificado por García. La temperatura media anual es de 26.0°C, con una mínima promedio de 21.9°C en enero y una máxima de 29.9°C en mayo, siendo este mes junto con junio los más cálidos. La calidad del aire en la región es buena, con un Índice de Calidad del Aire (ICA) de 6.6 µg/m³, lo que representa un riesgo bajo para la salud, situación que se mantiene en el Área del Proyecto (AP). Las medidas de mitigación se enfocarán en el control de polvos fugitivos (PM10) durante la construcción para preservar esta condición. En cuanto a los fenómenos climatológicos, la cercanía de la zona al Puerto de Veracruz la expone a riesgos hidrometeorológicos como ciclones, huracanes, tormentas, ondas tropicales, frentes fríos y sequías, aspectos que deberán ser considerados en la ejecución del proyecto para garantizar su resiliencia y seguridad operativa.

Fisiográficamente, tanto la RE como el AP se ubican en la provincia Llanura Costera del Golfo Sur y en la subprovincia Llanura Costera Veracruzana. La topoforma predominante en el AP es la de lomeríos con llanura, caracterizada por un relieve plano de baja altitud, aunque con transiciones topográficas locales que incluyen elevaciones onduladas y planicies aluviales. La geología de la RE está dominada por rocas aluviales sedimentarias de la era Cenozoica,

incluyendo depósitos como Qhoal, QptLh-ar y Qhoeo, que coinciden con la formación de lomeríos y llanuras. Los suelos presentes son diversos e incluyen Vertisol, Phaeozem, Technosol, Arenosol, Leptosol, Fluvisol y Regosol, resultado de la interacción de factores como el clima, el material parental, el relieve y el tiempo. Sin embargo, la degradación del suelo es un problema significativo en la RE, con tres tipos principales: degradación física por compactación (36.60% de la RE, grado ligero, por sobrepastoreo), degradación química por declinación de la fertilidad y reducción de materia orgánica (31.29%, grado moderado, por actividades agrícolas), y degradación física por pérdida de la función productiva (6.63%, grado extremo, por urbanización). Estas condiciones implican que el suelo del AP ya presenta un cierto nivel de alteración, lo que deberá ser considerado en las etapas de construcción y operación para evitar su agravamiento.

En el componente hídrico, la RE pertenece a la Región Hidrológica del Papaloapan (RH28), en la cuenca del Río Jamapa (RH28B), abarcando las subcuencas Río Jamapa (RH28Bb) y Río San Francisco Puerto de Veracruz (RH28Bc). La red de drenaje incluye escurrimientos de primero a sexto orden, destacando los ríos Jamapa y Paso Limón. El AP es atravesado por tres escurrimientos de carácter intermitente que solo conducen agua durante y después de lluvias intensas, dependiendo completamente de la escorrentía superficial. Esta condición no representa una restricción ambiental crítica, pero sí condiciona el diseño del proyecto, especialmente en el manejo de escurrimientos, la conservación de cauces y el control de erosión, aspectos que pueden ser atendidos con medidas de mitigación adecuadas. En cuanto a la hidrología subterránea, la RE se sitúa sobre los acuíferos "Costera de Veracruz" y "Cotaxtla", que presentan características ambientales similares y son fundamentales para el abastecimiento de agua en la región; por lo tanto, el proyecto deberá evitar cualquier actividad que pudiera comprometer su recarga o calidad.

El análisis del paisaje revela que la cuenca visual del proyecto se ha definido en tres planos: cercano (0 a 500 m), mediano (500 a 1,500 m) y lejano (1,500 a 3,000 m). La mayoría de los centros de población se localizan en el radio de influencia lejano, a más de 3 km de distancia, desde donde se podría apreciar entre el 50 y 100% del conjunto del parque fotovoltaico como fondo escénico, debido a la orografía de lomeríos suaves. En el rango medio se encuentran localidades como Palmira y Mata Loma, desde las cuales se percibiría hasta el 25% del parque,

y aunque la visibilidad es parcial, la percepción sería transitoria en los traslados sobre las vialidades. Dado que las estructuras del parque no superan los 3 metros de altura, excepto las torres de electricidad, la modificación del paisaje será puntual y solo perceptible con claridad desde los primeros 500 metros. La calidad visual del paisaje se ha calificado como baja, debido a la homogeneidad de la planicie, la escasez de rasgos singulares y la presencia de vegetación densa que favorece la absorción visual del proyecto. La fragilidad del paisaje se considera de relevancia e impacto medio a bajo, ya que el área presenta una capacidad aceptable para absorber los cambios derivados de la construcción y operación del parque fotovoltaico, sin comprometer significativamente los atributos biofísicos y morfológicos de la unidad regional de referencia.

La Región Ecológica del Proyecto Fotovoltaico PS Altamirano muestra un sistema con condiciones climáticas y de calidad del aire favorables, pero con suelos ya degradados por actividades antrópicas y una red hidrológica superficial que requiere manejo cuidadoso. La fisiografía y geología no representan restricciones críticas, y el paisaje, aunque con baja calidad visual, tiene una fragilidad media a baja que permite la integración del proyecto. Las principales vulnerabilidades identificadas son la degradación del suelo, la dependencia de escurrimientos intermitentes para el drenaje superficial y la exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos. No obstante, las fortalezas del sitio incluyen su topografía plana, la buena calidad del aire y la capacidad de absorción del paisaje, lo que, con la implementación de medidas de mitigación adecuadas, permitirá que el proyecto se desarrolle de manera ambientalmente viable, contribuyendo a la generación de energía limpia sin comprometer la integridad ecológica de la región.

III.7.2 Síntesis e Interpretación del Medio Biótico

El diagnóstico ambiental de los componentes bióticos para la Región Ecológica (RE) del Proyecto Fotovoltaico PS Altamirano se ha desarrollado a partir de un muestreo de campo estratificado y representativo, complementado con una exhaustiva investigación de gabinete, con el fin de caracterizar la estructura, composición y funcionalidad de las comunidades de flora y fauna que la integran. Este análisis permite identificar las especies presentes, su estatus de conservación, las relaciones ecológicas clave y las condiciones de resiliencia del sistema,

estableciendo una línea base sólida que fundamenta la evaluación de impactos y el diseño de medidas de manejo ambiental.

La **caracterización florística** de la RE se realizó mediante 39 sitios de muestreo, distribuidos en 13 sitios para el Área del Proyecto (AP), 13 para el Área de Influencia (AI) y 13 para la Región Ecológica (RE). En cada unidad ambiental se identificaron dos tipos de vegetación: Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC), con nueve sitios por unidad, y Pastizal Inducido (PI), con cuatro sitios por unidad, lo que permitió obtener una superficie muestreada total de 15,600 m².



Figura 149. Vista de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (izq.) y pastizal inducido (der.)

La investigación de gabinete, basada en bases de datos como Enciclovida y GBIF, arrojó un listado de 83 especies potenciales para el municipio, de las cuales el 78% son nativas, el 3% endémicas, el 12% exóticas y el 7% invasoras. Sin embargo, el muestreo de campo registró un total de 58 especies para el AP, 53 para el AI y 44 para la RE, evidenciando que la riqueza florística se concentra en las unidades con mayor cobertura de vegetación secundaria. Las

familias botánicas mejor representadas en la VSSBC fueron Fabaceae y Malvaceae, con hasta diez y siete especies respectivamente en el AP y el AI, mientras que en el PI predominaron las familias Poaceae y Malvaceae, reflejando la influencia de la actividad ganadera y agrícola en la composición florística. Destaca el registro de la especie endémica *Solanum houstonii* (mala mujer) en el AP y el AI, así como la ausencia total de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre la flora muestreada, lo que indica que, si bien la vegetación presenta un grado de perturbación, no alberga especies vegetales bajo categoría de riesgo.

El análisis estructural de la vegetación, medido a través del Índice de Valor de Importancia (IVI), reveló que en el estrato arbóreo de la VSSBC la especie *Guazuma ulmifolia* (guásima) fue la más relevante en el AP (IVI 69.35) y en la RE (IVI 108.6), mientras que en el AI dominó *Gliricidia sepium* (cacahuananche) con un IVI de 71.76, ambas especies características de la vegetación secundaria y ampliamente utilizadas como cercas vivas, con alta capacidad de regeneración y fijación de nitrógeno. En el estrato arbustivo, las especies con mayor IVI fueron *Randia aculeata* (crucecita) en el AP, *Vachellia cornigera* (cornezuelo) en el AI y *Malvaviscus arboreus* (altea) en la RE, todas ellas indicadoras de perturbación, pero con un importante valor ecológico como refugio y alimento para la fauna. El estrato herbáceo estuvo dominado por *Commelina erecta* (cantillo) en el AP y el AI, y por *Desmodium incanum* (amor seco) en la RE, especies ruderales que indican la presencia de suelos compactados y pastoreo. En el estrato de cactáceas, rosetas y palmas, las especies *Acrocomia aculeata* (guacoyul) en el AP, *Bromelia pinguin* (piñuela) en el AI y *Acanthocereus tetragonus* (cruceta) en la RE, presentaron los mayores IVI, confirmando la adaptabilidad de estas formas de vida a las condiciones de perturbación y su importancia para la estructura del ecosistema. En el pastizal inducido, el estrato herbáceo fue el más representativo, con especies como *Eragrostis tenuifolia* en el AP, *Chloris barbata* en el AI y *Megathyrsus maximus* en la RE, todas ellas pastos introducidos que reflejan el uso ganadero predominante.

Los índices de diversidad florística mostraron que la VSSBC presenta una mayor diversidad que el PI, con valores del índice de Shannon (H') que varían entre 0.97 y 2.29 para la VSSBC, mientras que en el PI los valores no superan 1.55. El estrato arbustivo del AI registró la mayor diversidad (H'=2.2885), seguido del estrato herbáceo (H'=2.1727) y el arbóreo (H'=2.0544) en la misma unidad, lo que sugiere que el AI, a pesar de estar más modificado, aún conserva

parches de vegetación secundaria con una estructura relativamente compleja. En contraste, los valores de equidad de Pielou (J') fueron generalmente altos (superiores a 0.7) en todos los estratos y tipos de vegetación, indicando que, aunque la riqueza de especies es limitada, las abundancias se distribuyen de manera homogénea sin que una sola especie domine de forma extrema. Las curvas de acumulación de especies y los estimadores no paramétricos (Chao 1, Bootstrap, ACE) confirmaron la suficiencia del esfuerzo de muestreo, con porcentajes de completitud superiores al 85% en la mayoría de los casos, lo que otorga validez estadística a los resultados y permite inferir que las comunidades vegetales están bien representadas en el inventario.

En cuanto a la **fauna silvestre**, se realizaron 39 transectos de muestreo (13 por unidad ambiental) con una longitud total de 6.65 km en el AP, 6.73 km en el AI y 6.60 km en la RE, empleando metodologías específicas para cada grupo taxonómico: búsqueda activa para herpetofauna, conteos y registros acústicos para aves, y trampeo, fototrampeo y búsqueda de rastros para mamíferos. La investigación de gabinete había identificado un listado potencial de 373 especies de vertebrados terrestres para la región, de las cuales 355 correspondían a aves. Sin embargo, el muestreo de campo registró un total de 90 especies distribuidas en las tres unidades ambientales: 71 especies en el AP, 63 en el AI y 74 en la RE, lo que evidencia que la RE alberga la mayor riqueza faunística, seguida de cerca por el AP, mientras que el AI presenta la menor diversidad, coincidiendo con su mayor grado de perturbación por actividades agropecuarias y asentamientos humanos. La composición por grupos taxonómicos fue consistente en las tres unidades, con las aves como el grupo más diverso (representando entre el 66% y el 73% de las especies registradas), seguidas por los mamíferos (11-14%), reptiles (10-13%) y anfibios (6-9%). Esta dominancia de las aves refleja su alta movilidad y capacidad para aprovechar distintos recursos en un paisaje modificado.

En el AP, se registraron seis especies de anfibios, nueve de reptiles, 47 de aves y nueve de mamíferos, mientras que en el AI se contabilizaron cuatro anfibios, seis reptiles, 46 aves y siete mamíferos, y en la RE las cifras fueron siete anfibios, ocho reptiles, 49 aves y diez mamíferos. Los análisis de diversidad mostraron que la RE presenta los valores más altos de diversidad (Shannon H') para anfibios (1.602), aves (3.49) y mamíferos (1.853), así como la mayor equitatividad (J'=0.8232, 0.8968 y 0.8433 respectivamente) y la menor dominancia

(D=0.2249, 0.04322 y 0.2115), lo que indica que esta unidad mantiene comunidades faunísticas más equilibradas, con una distribución homogénea de las abundancias y una menor concentración de individuos en pocas especies. El AP mostró valores muy similares a la RE, especialmente para reptiles (H'=1.620, muy cercano al 1.619 de la RE) y aves (H'=3.392), y en algunos casos incluso superó a la RE en riqueza específica, como en reptiles (9 especies en el AP contra 8 en la RE) y mamíferos (9 especies en ambas unidades), lo que confirma que el área del proyecto conserva condiciones ecológicas adecuadas y representa un hábitat importante para la biodiversidad regional. Por el contrario, el AI presentó sistemáticamente los menores valores de diversidad y los mayores de dominancia, destacando una comunidad de anfibios muy simplificada (H'=1.09, D=0.4667) y una avifauna con menor equitabilidad (J'=0.8678 vs 0.8859 en AP y 0.8968 en RE), lo que refleja el impacto de la modificación del hábitat en esta unidad.

El análisis por tipo de vegetación reveló que la VSSBC es el hábitat más relevante para la fauna silvestre, concentrando la mayor riqueza y diversidad en todos los grupos taxonómicos. En el AP, la VSSBC albergó 5 anfibios, 8 reptiles, 39 aves y 6 mamíferos, mientras que el PI presentó 5 anfibios, 6 reptiles, 30 aves y 6 mamíferos, con una notable disminución en la diversidad de reptiles (H' de 1.640 en VSSBC a 1.265 en PI) y aves (H' de 3.27 a 2.917). Este patrón se repitió en el AI y la RE, donde la VSSBC superó consistentemente al PI en riqueza y diversidad, a excepción de los mamíferos en el AP, que mostraron una mayor diversidad en el PI (H'=1.630 vs 1.247 en VSSBC), debido probablemente a la presencia de especies generalistas y oportunistas que aprovechan los ambientes abiertos. En la RE, la VSSBC registró 6 anfibios, 8 reptiles, 46 aves y 9 mamíferos, frente a solo 2 anfibios, 7 reptiles, 27 aves y 5 mamíferos en el PI, lo que evidencia que la sustitución de la vegetación secundaria por pastizales inducidos reduce significativamente la capacidad del ecosistema para mantener comunidades faunísticas diversas y funcionales.

En términos de estacionalidad, el 90% de las especies registradas son residentes permanentes durante todo el año, mientras que el 10% restante corresponde a especies propias de la temporada de lluvias, principalmente anfibios, o a aves migratorias de verano, lo que confirma que el muestreo se realizó al final de la estación seca, pero con un adelanto de lluvias que permitió la detección temprana de algunas especies de la temporada húmeda. Entre las

especies de fauna registradas, seis se encuentran bajo la categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010: un anfibio (*Bolitoglossa platydactyla*, salamandra lengua de hongo, registrada únicamente en el AP), dos reptiles (*Ctenosaura acanthura*, iguana de cola espinosa, e *Iguana iguana*, iguana verde, presentes en las tres unidades), dos aves (*Micrastur semitorquatus*, halcón selvático de collar, y *Psarocolius montezuma*, oropéndola de Moctezuma, también presentes en las tres unidades), y un anfibio adicional (*Hypopachus ustus*, rana ovejera, registrada solo en la RE). Además, se registraron dos especies en la Lista Roja de la IUCN (*Colinus virginianus*, codorniz cotuí, como casi amenazada) y siete especies en el Apéndice II de CITES (dos reptiles y cinco aves), lo que subraya la importancia de la región para la conservación de especies con distintos niveles de protección internacional.

La integración de los resultados de flora y fauna demuestra que la vegetación secundaria de selva baja caducifolia constituye el componente estructural más relevante para el mantenimiento de la biodiversidad en la RE, al proporcionar refugio, sitios de reproducción, alimento y conectividad ecológica para un amplio espectro de especies, incluidas aquellas bajo categorías de riesgo. La baja diversidad florística, característica de comunidades secundarias, es compensada por una alta equitatividad y una estructura vertical que genera microhábitats diversos, lo que explica la respuesta positiva de la fauna, particularmente de aves y reptiles, que son los grupos más sensibles a la complejidad estructural del hábitat. Por el contrario, el pastizal inducido, aunque alberga especies generalistas y oportunistas, representa un ambiente simplificado que reduce la riqueza y diversidad faunística, especialmente para los grupos más especializados.

El diagnóstico ambiental de los componentes bióticos revela que el área del proyecto conserva una estructura ecológica y una biodiversidad representativa del contexto regional, con comunidades de flora y fauna que, aunque muestran signos de perturbación por actividades agropecuarias, mantienen un grado de funcionalidad y resiliencia suficiente. La presencia de especies endémicas y bajo protección, la elevada equitatividad en las comunidades y la similitud estructural entre el AP y la RE, indican que el proyecto se ubica en un área con valor ecológico moderado a alto, donde las medidas de mitigación y conservación deberán enfocarse en preservar los remanentes de vegetación secundaria, evitar la fragmentación

adicional y proteger los hábitats de las especies sensibles, particularmente aquellas con baja capacidad de desplazamiento como los anfibios y reptiles. Este diagnóstico proporciona una base técnica sólida para la evaluación de impactos y el diseño de un plan de manejo ambiental que garantice la viabilidad ecológica del proyecto en el largo plazo.

III.7.3 Síntesis e Interpretación del Medio Socioeconómico

El diagnóstico del componente socioeconómico para la Región Ecológica del Proyecto Fotovoltaico PS Altamirano se ha desarrollado a partir del análisis integrado de las variables demográficas, económicas, educativas, de salud, habitacionales y culturales que caracterizan al municipio de Manlio Fabio Altamirano y su área de influencia, con el fin de establecer una línea base sólida que permita evaluar los potenciales impactos sociales derivados de las diferentes etapas del proyecto y diseñar las medidas de manejo y mitigación correspondientes, conforme a los lineamientos de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

El municipio de Manlio Fabio Altamirano, ubicado en la región del Sotavento veracruzano, representa el 0.34% del territorio estatal y alberga una población total de 23,918 habitantes, de los cuales 12,181 son mujeres (50.98%) y 11,737 son hombres (49.02%), reflejando una composición demográfica equilibrada. La estructura poblacional se caracteriza por una mayoría de personas en edades productivas, con 15,810 habitantes (66.1%) en el grupo de 15 a 64 años, seguido por 5,265 niños y adolescentes de 0 a 14 años (22.0%) y 2,843 adultos mayores de 65 años y más (11.9%), lo que indica una dinámica demográfica relativamente estable, con un crecimiento moderado pero sostenido durante las últimas dos décadas, pasando de 20,580 habitantes en el año 2000 a 23,918 en 2020, con una tasa de crecimiento intercensal del 5.9% en el último periodo, asociado a la consolidación de las actividades productivas regionales y a la creciente integración funcional con la zona metropolitana de Veracruz.

En materia de diversidad cultural, el municipio registra una baja pero significativa presencia de población indígena, con 36 personas de tres años y más que hablan alguna lengua indígena, de las cuales 23 son mujeres y 13 hombres, siendo el náhuatl la lengua más representativa con 10 hablantes, seguida por las lenguas zapotecas con 8, las mixtecas con 5,

y el mazateco y tzotzil con 3 hablantes cada una, lo que refleja procesos de movilidad interna provenientes de diversas regiones del país, particularmente de los estados de Oaxaca y Chiapas, sin que se configuren comunidades indígenas territorialmente concentradas dentro del municipio. Asimismo, se registran 170 personas que se autoadscriben como afromexicanas o afrodescendientes, equivalentes al 0.71% de la población total, con 88 mujeres y 82 hombres, cuya presencia se inserta en el contexto histórico de la región del Sotavento, reconocida por la influencia que las poblaciones africanas y afrodescendientes han tenido en la conformación histórica y cultural del estado de Veracruz, particularmente en las actividades ganaderas, agrícolas y portuarias que caracterizan a la región desde el periodo virreinal hasta la actualidad. La dinámica migratoria del municipio muestra que el 96.4% de la población nació en el estado de Veracruz, mientras que solo el 3.3% proviene de otra entidad federativa, y el 92.6% residía en la entidad cinco años antes del censo de 2020, lo que indica una movilidad moderada pero con una creciente integración regional, especialmente hacia la zona metropolitana de Veracruz, que actúa como polo de atracción de población en busca de oportunidades laborales, educativas y de servicios especializados.

En el ámbito económico, la población económicamente activa (PEA) del municipio asciende a 11,241 personas, equivalentes al 56.8% de la población en edad de trabajar, de las cuales 10,963 se encuentran ocupadas y solo 278 desocupadas, lo que evidencia una elevada participación laboral y una baja proporción de desempleo. La estructura sectorial muestra una economía diversificada, donde el sector terciario concentra el 43.3% de la población ocupada, seguido por el sector secundario con el 28.6%, el sector primario con el 27.2%, y un 0.9% no especificado, reflejando una transición gradual desde una economía tradicionalmente agropecuaria hacia una economía de servicios y comercio, impulsada por la cercanía con la zona metropolitana de Veracruz y la presencia de actividades vinculadas a la industria, la construcción y el sector energético. No obstante, la agricultura y la ganadería continúan siendo pilares fundamentales de la economía local, con cultivos como caña de azúcar, maíz y mango, así como la producción bovina y lechera, que mantienen una estrecha relación con el uso del suelo, los recursos hídricos y la identidad productiva de las comunidades rurales.

El análisis territorial muestra que el municipio mantiene una fuerte interdependencia con los municipios vecinos, particularmente Veracruz, Boca del Río, Medellín de Bravo, Jamapa y

Soledad de Doblado, con los cuales comparte una dinámica de movilidad laboral, educativa y de servicios, así como una identidad regional común enmarcada en la cultura del Sotavento veracruzano, que se expresa a través del son jarocho, el fandango, la gastronomía, las festividades patronales y las prácticas agropecuarias tradicionales, configurando un paisaje cultural que integra aportaciones indígenas, europeas, africanas y afrodescendientes.

Desde la perspectiva de la integración sociedad-recursos naturales, el diagnóstico evidencia que la agricultura y la ganadería continúan siendo las principales actividades vinculadas con el aprovechamiento del territorio, y que existe una percepción generalizada entre la población sobre la importancia de conservar los recursos hídricos, particularmente los ríos Jamapa y Cotaxtla, así como los cuerpos de agua, las áreas de vegetación y los pastizales que sustentan las actividades productivas. Asimismo, se identifica preocupación por la disponibilidad futura del agua, la ocurrencia de periodos de sequía, y la necesidad de fortalecer acciones orientadas a la conservación de los recursos naturales y a la continuidad de las actividades productivas, lo que resulta especialmente relevante para el diseño del proyecto, ya que se considera viable la coexistencia entre las actividades agropecuarias y los proyectos de generación de energía, siempre que exista respeto a la propiedad, transparencia en los procesos de negociación, cumplimiento de la normatividad ambiental, y aplicación de medidas para prevenir afectaciones a los recursos naturales y a las actividades productivas.

En conclusión, la Región Ecológica del Proyecto Fotovoltaico "PS Altamirano" integrada principalmente por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, revela un territorio con una estructura demográfica equilibrada, una economía diversificada pero con fuerte arraigo agropecuario, condiciones de bienestar relativamente favorables en términos de acceso a servicios básicos, pero con rezagos significativos en educación, cobertura de salud y conectividad digital, y un patrimonio cultural de gran valor que se expresa en la identidad jarocha y las tradiciones del Sotavento. Estos elementos constituyen la base para la evaluación de los impactos sociales del proyecto, y orientan la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento que deberán implementarse para asegurar que el desarrollo del parque fotovoltaico contribuya al bienestar de la población local, fortalezca las capacidades productivas y preserve el patrimonio cultural y los recursos naturales de la región,

en congruencia con los principios de sustentabilidad y responsabilidad social que rigen la política ambiental mexicana.

III.7.4 Problemáticas ambientales en la región ecológica

El diagnóstico de las problemáticas ambientales para la Región Ecológica, en donde se incluye a los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo, Jamapa, Boca del Río y Soledad de Doblado, se fundamenta en el análisis de las tendencias de desarrollo y deterioro de la región, así como en la identificación de los impactos acumulativos y sinérgicos que han moldeado el paisaje actual. Esta región, caracterizada por su dinámica interacción entre los ecosistemas terrestres y acuáticos de la llanura costera del Golfo de México, enfrenta un conjunto de presiones antrópicas que han generado una profunda transformación de su entorno natural, cuyos efectos se manifiestan de manera diferenciada pero interconectada en cada uno de los municipios que la conforman.

La principal problemática ambiental en la región es la acelerada transformación del uso de suelo y la consiguiente pérdida de la vegetación primaria y secundaria. Los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Jamapa y Soledad de Doblado presentan un paisaje dominado por actividades agropecuarias y agrícolas, donde la vegetación original de selva baja caducifolia ha sido extensivamente sustituida por pastizales inducidos y agricultura de temporal y riego. Este cambio de uso, impulsado por la ganadería extensiva y los cultivos comerciales (caña), ha fragmentado los ecosistemas, reduciendo la conectividad ecológica y la capacidad de los remanentes de vegetación para albergar poblaciones viables de fauna silvestre. En contraste, los municipios de Medellín de Bravo y Boca del Río, por su proximidad a la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río y el puerto, enfrentan una fuerte presión por la urbanización y el desarrollo de infraestructura turística e industrial. Esta expansión ha llevado a la eliminación de ecosistemas costeros de alto valor ecológico, como manglares, dunas costeras y humedales, que son cruciales para la protección contra fenómenos hidrometeorológicos y como hábitat de especies migratorias y residentes.

La RE forma parte de la Región Hidrológica del Papaloapan y se caracteriza por la presencia de importantes corrientes como el río Jamapa, río Cotaxtla y el río Paso Limón, además de

una compleja red de escurrimientos intermitentes y acuíferos como el Costera de Veracruz y Cotaxtla. La problemática principal en este componente es la degradación de la calidad del agua y la alteración de los regímenes de escurrimiento, ambos derivados de las actividades antrópicas. La agricultura y la ganadería, predominantes en Manlio Fabio Altamirano, Jamapa y Soledad de Doblado, contribuyen significativamente a la contaminación por agroquímicos y materia orgánica, que son arrastrados por la escorrentía hacia los cauces y cuerpos de agua, afectando la calidad del recurso y los ecosistemas acuáticos. La urbanización y las actividades industriales en Medellín de Bravo y Boca del Río generan descargas de aguas residuales y residuos sólidos que impactan directamente los cuerpos de agua costeros y los manglares. Un problema crítico es la alteración de los flujos de agua dulce hacia la costa debido al desvío de cauces, la construcción de infraestructura y la sobreexplotación de acuíferos.

La ubicación geográfica de estos municipios en la llanura costera del Golfo de México los hace inherentemente vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos como ciclones, huracanes, tormentas tropicales, frentes fríos y sequías. Esta vulnerabilidad se ve amplificada por la degradación ambiental, particularmente la pérdida de ecosistemas clave como manglares, dunas y humedales que actúan como barreras naturales de protección. La deforestación y el cambio de uso de suelo en las cuencas altas y medias, como las que afectan el Río Jamapa, incrementan la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones repentinas en las partes bajas, incluyendo áreas de Manlio Fabio Altamirano, Jamapa y Soledad de Doblado.

Otra problemática es la pérdida de biodiversidad, donde la fragmentación del hábitat y la degradación de ecosistemas ponen en riesgo a poblaciones de especies de flora y fauna, incluyendo aquellas que se encuentran bajo alguna categoría de protección como la iguana de cola espinosa (*Ctenosaura acanthura*), la iguana verde (*Iguana iguana*) y el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*). La simplificación de la vegetación y la pérdida de conectividad afectan directamente a los grupos faunísticos más vulnerables, especialmente los anfibios, reptiles y mamíferos que dependen de la cobertura vegetal y la disponibilidad de microhábitats. La sustitución de la selva baja caducifolia por pastizales inducidos y áreas agrícolas reduce la oferta de refugios, sitios de reproducción y fuentes de alimento, favoreciendo la presencia de especies generalistas y oportunistas en detrimento de las

especies especialistas. Este proceso de fragmentación, cuando se analiza a escala regional, tiene impactos sinérgicos que pueden llevar a la extinción local de poblaciones y a la pérdida de la funcionalidad del ecosistema,

Las problemáticas ambientales en estos municipios no son aisladas, sino que forman parte de un sistema interconectado donde la transformación del hábitat, la contaminación hídrica y la vulnerabilidad a fenómenos extremos se potencian mutuamente. Por lo tanto, la viabilidad ambiental del proyecto depende de su capacidad para integrarse a este contexto regional de manera que no exacerbe las problemáticas existentes, sino que, por el contrario, contribuya a una transición hacia un modelo de desarrollo más sustentable

III.8 Incidencias del Proyecto y el AI

III.8.1 Áreas de importancia ambiental (ANP, ADVC, RAMSAR, UMAS, Manglar, etc.)

Las áreas de importancia para la conservación son aquellas zonas que, por sus características ecológicas, biológicas o ambientales, contribuyen de manera relevante al mantenimiento de la biodiversidad, los procesos ecológicos y los servicios ambientales. Estas áreas pueden estar formalmente decretadas bajo alguna figura de protección o bien identificadas mediante instrumentos de planeación ambiental, aun cuando no cuenten con un estatus legal del área natural protegida.

En este sentido, el desarrollo del parque fotovoltaico, considerando su localización, diseño y medidas de manejo ambiental, no compromete áreas de importancia para la conservación, ni genera afectaciones directas a zonas bajo algún régimen de protección ambiental.

III.8.1.1.1 Regiones prioritarias

III.8.1.1.1.1 Región Hidrológica Prioritaria (RHP) "Río La Antigua"

Una pequeña fracción en la zona norte de la RE se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) "Río La Antigua"; esta se ubica en el centro de Veracruz (80.4%) y Puebla

(19.6%), abarca 2,326 km² desde el Cofre de Perote hasta el Golfo de México. Es vital para el ecoturismo, la agricultura y el abastecimiento urbano. La cuenca principal está formada por los ríos Santa María, Jalcomulco (Los Pescados) y La Antigua, siendo este último el principal, cuenta con una longitud de 148 kilómetros. Conecta hábitats de más de 20 clases diferentes de asociaciones vegetales. Entre las más extendidas destacan: bosque mesófilo de montaña (82 km^2), vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña (71 km^2), bosque de pino (71 km^2), bosque de pino-encino (70 km^2) y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (61 km^2) (PAMIC, 2017).

Los tipos de suelo que ocupan la mayor superficie en la cuenca son: andosol (51.7%), leptosol (24.58%) y luvisol (12.03%). En menor proporción se encuentran: vertisol (5.89%), phaeozem (3.94%), regosol (0.58%) y arenosol (0.46%) (PAMIC, 2017).

La cuenca enfrenta presiones por cambios de uso de suelo y contaminación. Gracias a la defensa activa de las comunidades locales en años recientes, existen mandatos judiciales recientes para descontaminar y restaurar sus aguas (PAMIC, 2017).

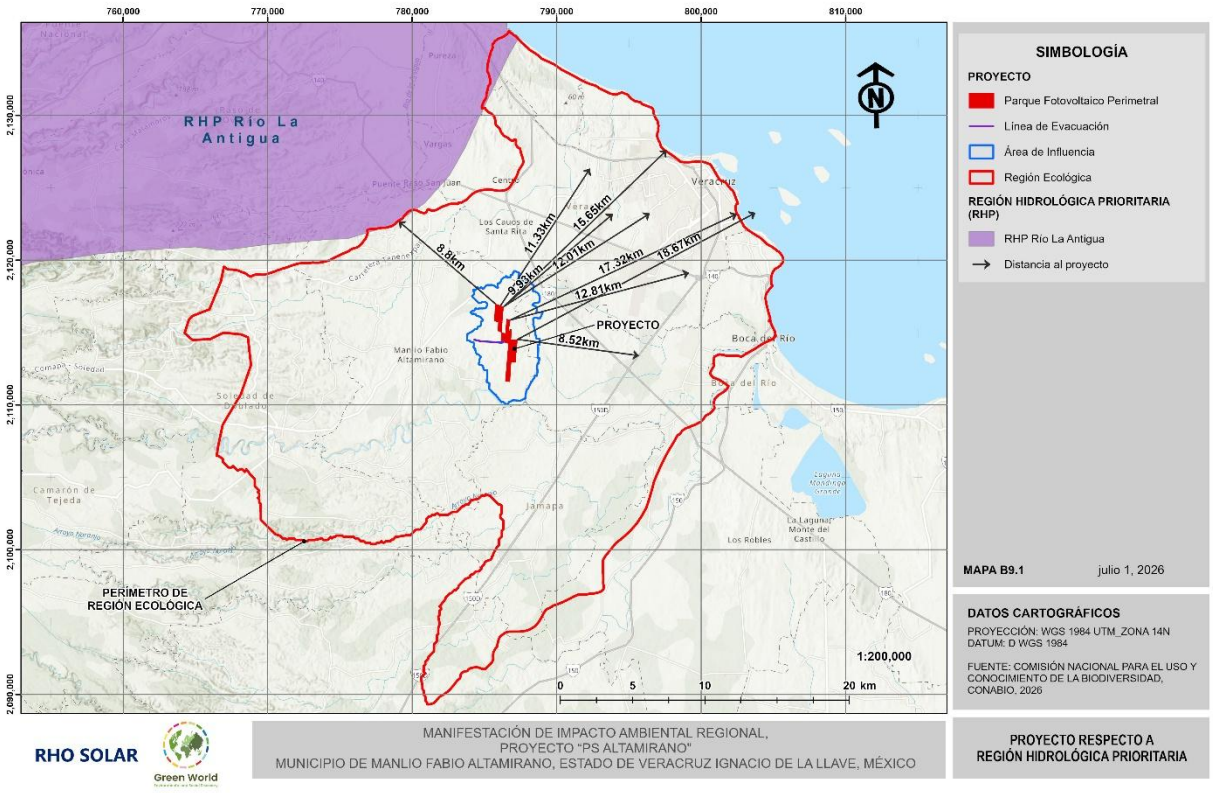


Figura 150. Región Hidrológica Prioritaria Río La Antigua en la RE del proyecto

III.8.1.1.1.2 Región Terrestre Prioritaria (RTP) "Dunas costeras del centro de Veracruz"

Igualmente, una pequeña área de la zona norte de la RE, se localiza dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) "Dunas costeras del centro de Veracruz"; misma que se extiende sobre la planicie costera central del Golfo de México, entre los paralelos 19°12´–19°39´ N y los meridianos 96°11´–96°39´ W, en una superficie aproximada de 117 km^2. Es una región prioritaria por considerarse una zona de grandes dunas (entre 20 y 40 msnm de altura) fijas y móviles. Se presentan tres especies endémicas fijadoras de dunas costeras, una de ellas la gramínea *Trachypogon gouinii* (Barba larga), está restringida a esta sección de la costa. Cuenta con lagunetas de agua dulce y lagunas como parte del sistema de dunas, donde hay anidación de siete especies de garza. Y forma parte del corredor migratorio de aves rapaces. En general el clima es cálido subhúmedo. Cuenta con varias clases de asociaciones vegetales. Entre las

más extendidas destacan: vegetación de dunas costeras, manglares, humedales, selvas inundables, selvas bajas y medianas, así como pastizales y ceibadales (CONABIO, 2000).

Los tipos de suelo que ocupan la mayor superficie en la RTP son: Vertisol eútrico (67%) y Phaeozem háplico (33%) (CONABIO, 2000).

El área sufre una gran presión ambiental debido a proyectos turísticos, la tala de vegetación, la contaminación de ríos y el relleno de lagunas para construcción (CONABIO, 2000). Sin embargo, tal como se observa en la siguiente figura, el área de proyecto no se encuentra dentro de la RTP, por lo que el proyecto no afectará de ninguna manera esta región. Asimismo, coexiste con modelos de preservación comunitaria y manejo de cohesión social.

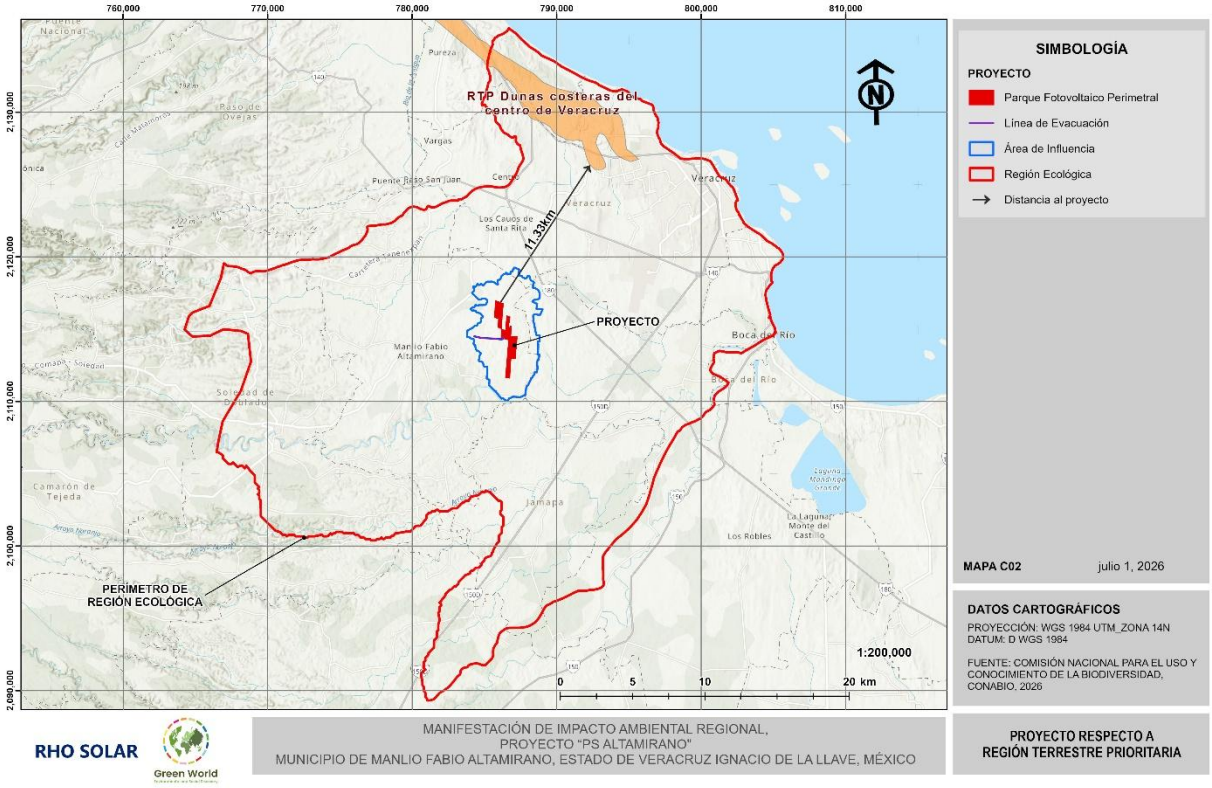


Figura 151. Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras del Centro del Veracruz en la RE del proyecto.

III.8.1.1.2 Corredores biológicos

Para esta área la RE se encuentra cercana, más no dentro, del "Corredor Marino de Arrecifes de Veracruz", por su parte, el área del proyecto se encuentra a 18.67 kilómetros de la misma, tal como se observa en la siguiente figura.

Esta cadena submarina de 650 kilómetros se extiende desde Tamiahua, Veracruz, hasta Paraíso, Tabasco. Conecta ecológicamente tres grandes sistemas veracruzanos: Lobos-Tuxpan, el Sistema Arrecifal Veracruzano (el más grande del Golfo) y Los Tuxtlas. El corredor agrupa aproximadamente 125 arrecifes (tanto coralinos como rocosos) y dunas sumergidas. Sirve como hábitat crítico para cientos de especies marinas y actúa como barrera natural de protección contra huracanes. Es un punto clave para la pesca sustentable y el ecoturismo (buceo y snorkel). Sin embargo, muchas formaciones sumergidas carecen de protección oficial, lo que ha impulsado iniciativas ciudadanas y científicas, para asegurar su preservación (Pérez, 2017).

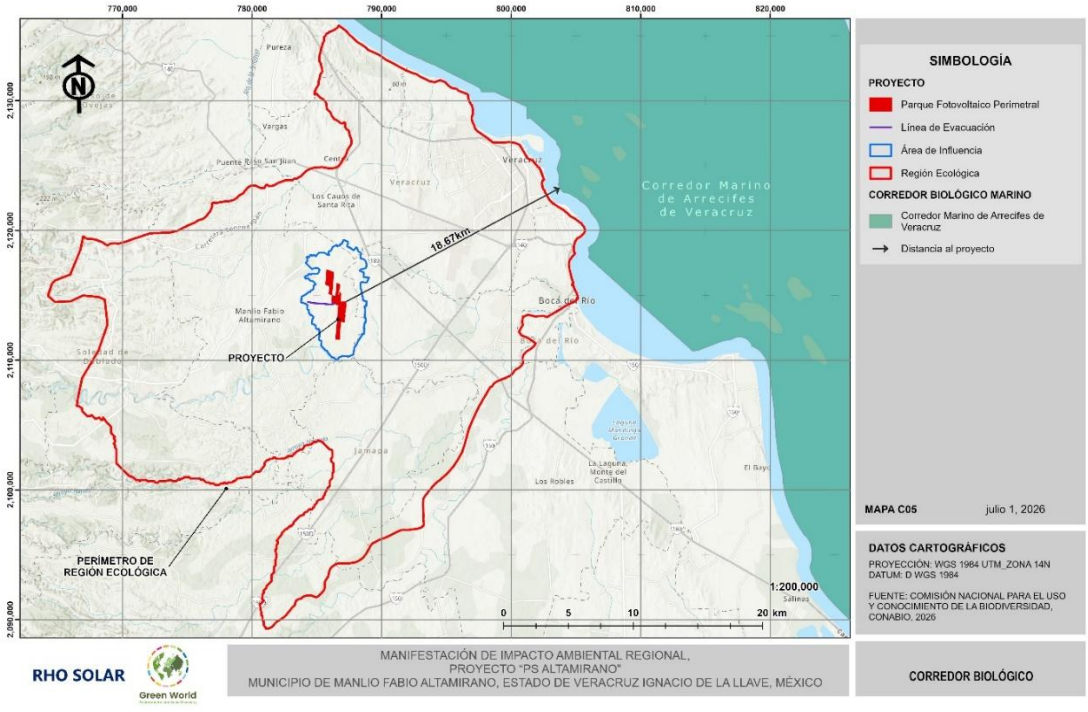


Figura 152. Corredores biológicos respecto a la RE.

III.8.1.1.3 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Las AICA son espacios vitales identificados mediante criterios científicos estandarizados para preservar el hábitat de aves residentes, endémicas y migratorias. El propósito principal es crear una red mundial de sitios clave para el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves. México cuenta con más de 200 de estas áreas.

Es así que, tanto la RE como el área del proyecto se localizan dentro de la AICA "Centro de Veracruz", el área está formada por una "extensión" del eje Neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4,400 msnm en una distancia lineal de aproximadamente 85 kilómetros. De entre los tipos de vegetación que destacan están el matorral xerófilo, bosque de coníferas y encino, bosque mesófilo. El "centro de Veracruz" es una región crítica (cuello de botella) para aproximadamente 236 especies migratorias Neotropicales de relevancia a escala mundial, igualmente se tiene un registro total de 528 especies dentro de esta área. Posee además poblaciones de unas doce especies de aves endémicas o de distribución restringida, y cuatro de las 19 especies de aves enlistados para México en el libro rojo de la IUCN. Igualmente se registran cerca de 34% de las especies de la NOM-059 (CONABIO, 2015).

Sin embargo, como ya se mencionó, el desarrollo de este proyecto no compromete esta ni otras áreas, además se proponen diversas medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que reducirán los impactos que el proyecto pudiera ocasionar en esta área; mismos que se presentan en el capítulo IV de este estudio.

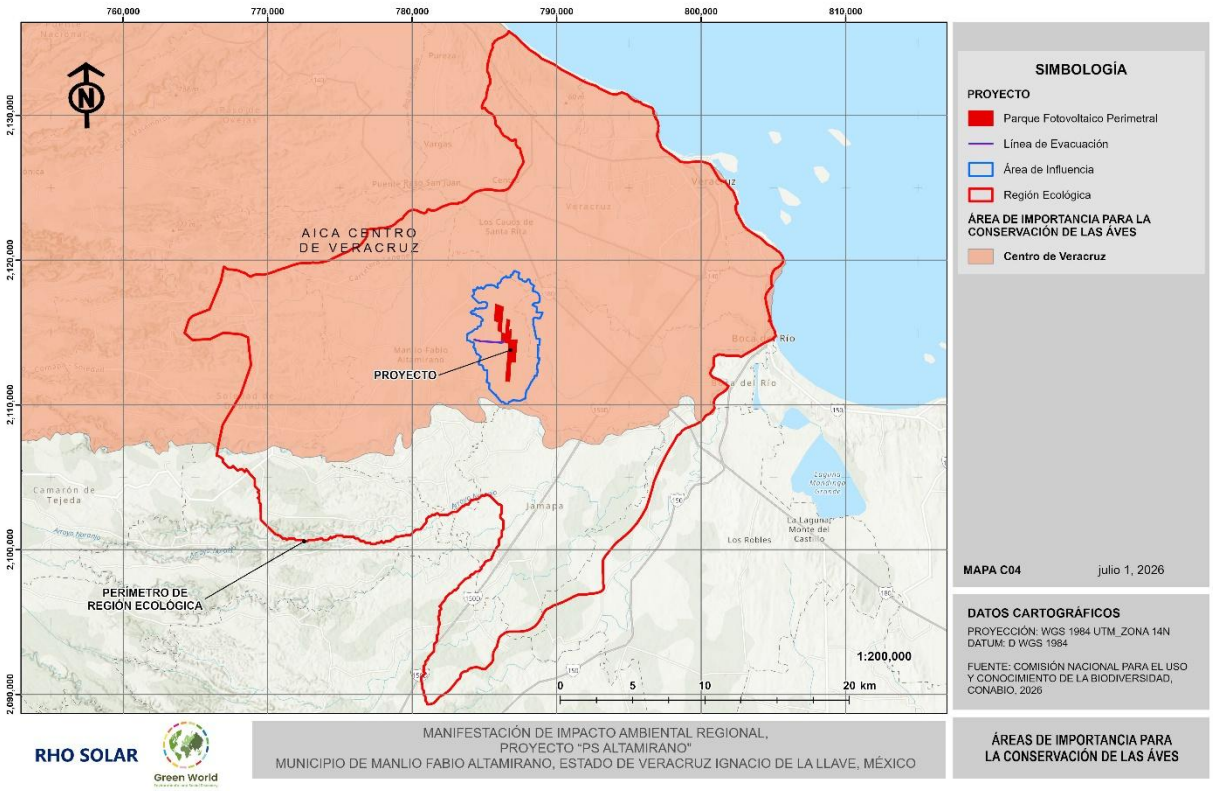


Figura 153. AICA "Centro de Veracruz" en la RE.

III.8.1.1.4 Áreas Naturales Protegidas

La RE delimitada se encuentra cercana a un Área Natural Protegida-Federal (ANP-F) denominada "Sistema Arrecifal Veracruzano", sin embargo, esta área no se encuentra embebida en la RE, por lo que tampoco se encuentra dentro del área del proyecto, mismo que se encuentra a aproximadamente 17.32 kilómetros del ANP-F.

Por otra parte, dentro de la RE delimitada para el estudio se localizan cuatro Áreas Naturales Protegidas-Estatales (ANP-E), las cuales corresponden a: "Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua", "Arroyo de Moreno", "Médano del Perro" y "Tembladeras-Laguna Olmeca".

- ANP-E "Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua"

Esta ANP-E se localiza en los municipios de Veracruz y la Antigua, con una superficie en ambos de 944.26 hectáreas y comprende 33 lagunas de agua dulce. Este sistema de lagunas mantiene un gran número de procesos ecosistémicos que le confieren gran valor económico y ambiental. Su vegetación está compuesta principalmente por tulares, vegetación flotante y popal, en su entorno existen relictos de selva baja y algunas especies introducidas que sirven de refugio a una gran diversidad de fauna, especialmente aves. Estas lagunas se encuentran ubicadas en la ruta de aves migratorias, de aves rapaces, son considerados como hábitats críticos y con atributos especiales como son unicidad y biodiversidad. Estas lagunas interdunarias proporcionan múltiples bienes y servicios ambientales a la población, funcionan como un regulador del ciclo hidrológico local, carga y recarga de acuíferos; tienen influencia en las condiciones micro climáticas de la zona y por ende de la región y contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático; ayudan a depurar el agua por el flujo subterráneo de agua, mantienen la diversidad biológica y calidad estética; funcionan además como vasos reguladores evitando o mitigando consecuencias negativas para varias colonias de la Ciudad de Veracruz se inunden durante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos (Gaceta, Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida corredo biológico muntiuncional Archipiélago de Lagunas Interdunarias de las zona conurbada de los municipios de Veracruz y La Antigua, Ver., 2018).

- ANP-E "Tembladeras-Laguna Olmeca"

El ANP con categoría de: Reserva Ecológica Tembladeras-Laguna Olmeca, se localiza en los Municipios de Veracruz y Medellín hacia la vertiente del Golfo de México limitada por las coordenadas 19°09'30" latitud norte, 96°11'23" longitud oeste en el extremo noroeste y 19°05'09" latitud norte, 96°08'41" longitud oeste hacia el extremo sureste y cuenta con una superficie de 1,374 hectáreas, en su superficie se incluyen la Laguna Olmeca y la Laguna Las Bajadas. Funciona como el vaso regulador más importante de la zona conurbada, protegiendo el entorno frente a inundaciones y albergando una gran diversidad de flora y fauna. Cuenta con una vegetación de selva baja, selva inundable, popal y tular. La fauna también es variada, se pueden encontrar animales como la zorra gris, mapache, coyote, tlacuache, armadillo, cacomixtle y comadreja; en reptiles la iguana verde, tlaconete, rana leopardo, boa constrictora, tortuga casquito, tortuga de pantano, tortuga pinta, tortuga tres lomos y cocodrilo de

pantano; en peces se encuentran la mojarra tilapia, mojarra castarrica, la guapota, tegogol, sábalo y muchas especies de aves como el águila negra, zopilote, garza y la paloma morada. También es un lugar de reproducción y desarrollo larvario de una cantidad importante de especies dulceacuícolas y salobres; también es un lugar de alimentación para aves migratorias. Este humedal es un área de recarga del manto freático, con capacidad para mitigar las inundaciones y en cierta manera contribuir a la degradación de la contaminación del agua. Además, el sitio constituye un vaso regulador hídrico que mantiene un equilibrio entre el área superficial y subterránea (Gaceta, 2025; CONAGUA, 2011).

- ANP-E "Arroyo de Moreno"

Esta Reserva Ecológica surge con el propósito de preservar los ambientes naturales del área, salvaguardar la diversidad genética de la flora y fauna existente, preservarla como zona circunvecina a los asentamientos humanos del área, a mantener los elementos naturales, indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general, así como regenerar los recursos naturales. Se localiza en la cuenca del río Jamapa en la zona central costera del Estado de Veracruz, en los municipios de Boca del Río y Medellín de Bravo, con una superficie aproximada de 249 hectáreas. Los tipos de vegetación presentes son el manglar, popal, tular, selva mediana perennifolia, selva baja caducifolia, vegetación acuática y asociaciones de vegetación secundaria y pastizales. De éstas el manglar es la vegetación dominante asociada con fragmentos de distinta composición de especies. La mayor parte del ANP es manglar, por tanto, protege un ecosistema que es una barrera natural de contención y protección contra el efecto de marejadas, ciclones, huracanes y tormentas tropicales. Detiene la erosión costera causada por el viento y las olas, previene el azolve de ríos, lagunas y esteros; retiene la materia orgánica que enriquece las aguas de lagunas y esteros y contribuye a la estabilidad del clima en el frente costero y tierra adentro, mitigando los efectos del cambio climático (SEDEMA, 2025).

- ANP-E "Médano del Perro"

El Parque Ecológico Médano del Perro, cuenta con una superficie de 1.91 hectáreas y se encuentra localizada en la colonia Ortiz Rubio, en la ciudad de Veracruz. Está cubierto por vegetación de dunas costeras, así como por algunos pastos. Destaca por ser un área verde

dentro de una zona urbana, esta contribuye al mejoramiento ambiental, actuando como retenedora de humedad, protectora de suelo, filtradora de gases y humos. La problemática que se presenta respecto al ANP está dada años atrás pues es un área que se ubica justo en medio de la mancha urbana la cual creció de manera significativa ocupando un espacio considerable para que el área se viera drásticamente reducida (SEDEMA, s.f.; Gaceta, 2025).

Es así que, el proyecto no contraviene ninguna de las disposiciones de las ANP-E anteriormente mencionadas, ya que no se llevarán a cabo ninguna obra o actividad dentro de las mismas, por lo que no se comprometerá la integridad funcional de sus ecosistemas. A su vez, se aplicarán una serie de medidas para minimizar los posibles impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto.

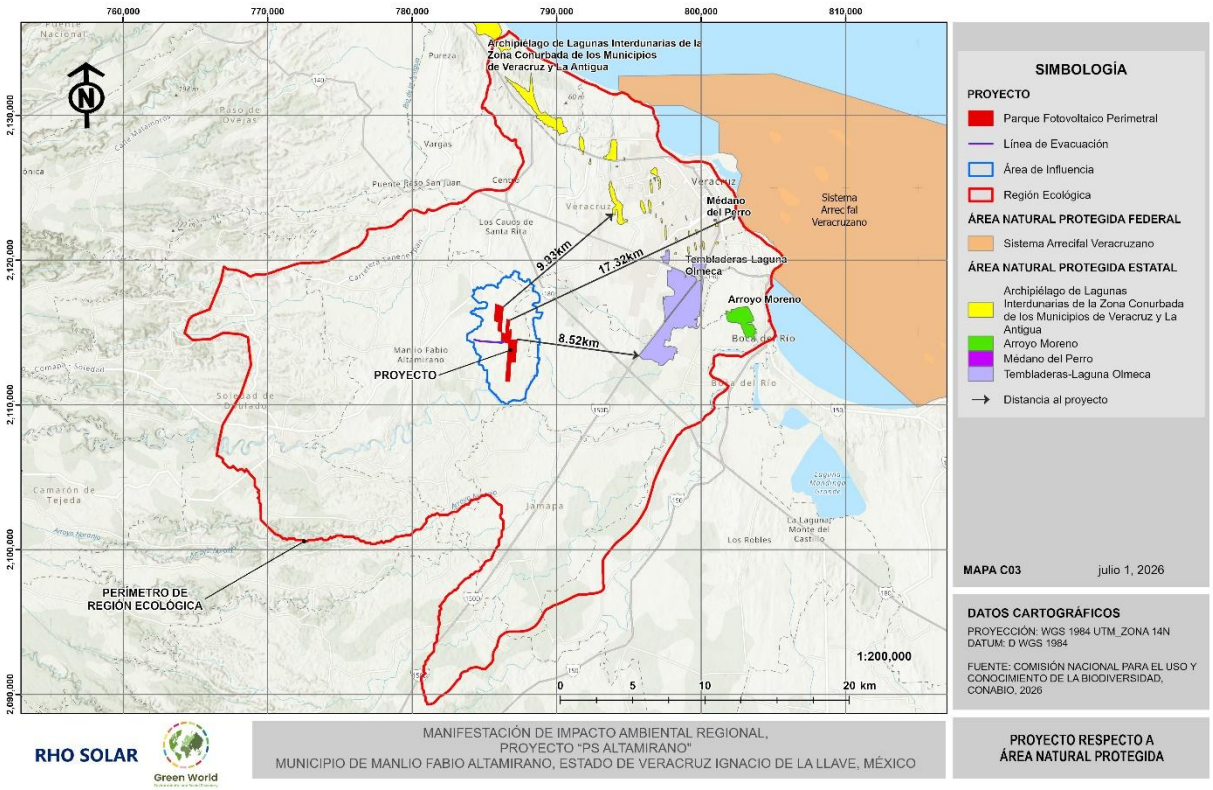


Figura 154. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales en la RE del proyecto.

III.8.1.1.5 Sitios RAMSAR

Un Sitio Ramsar es un humedal de importancia internacional, designado bajo la Convención sobre los Humedales establecida en 1971 en Ramsar, Irán. Estos sitios protegen ecosistemas clave para la biodiversidad global, como manglares, pantanos, lagos y arrecifes, y son vitales para aves migratorias. En ese sentido, la RE delimitada se encuentra cercana a un sitio RAMSAR denominado "Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano", sin embargo, esta área no se encuentra embebida en la RE, por lo que tampoco se encuentra dentro del área del proyecto, mismo que se encuentra a aproximadamente 15.65 kilómetros del sitio.

Por otra parte, dentro de la RE delimitada para el estudio se localiza un sitio RAMSAR, el cual corresponde a: "Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz".

- Sitio RAMSAR "Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz"

El Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz (Sitio RAMSAR N° 1,450) está ubicada en la zona conurbada de Veracruz y Boca del Río, integradas directamente en el paisaje urbano. Son cuerpos de agua someros (poco profundos) formados por el afloramiento natural del manto freático entre las dunas costeras, está conformado por al menos 18 cuerpos de agua, el más grande es la Laguna Olmeca que miden casi 60 hectáreas. La vegetación asociada a estos cuerpos de agua funciona como elemento de conexión entre distintos fragmentos de vegetación dentro de la ciudad, lo que permite que algunas especies de fauna puedan encontrar alimento y zonas de refugio en un ambiente que podría comprometer su supervivencia. A su vez, estos cuerpos de agua sirven de descanso a especies migratorias de aves y al estar rodeadas por dunas actúan como refugio de aves acuáticas, peces, crustáceos, entre otros organismos (Lithgow, 2024).

Dada la distancia del área del proyecto a estos sitios RAMSAR, se determina que no existen impactos directos sobre sus poligonales. Sin embargo, para fortalecer la viabilidad ambiental del proyecto, se debe adoptar una política de "Descarga Cero" de residuos líquidos,

asegurando que ninguna sustancia contaminante pueda migrar por escurrimiento o infiltración hacia las cuencas que alimentan estos humedales.

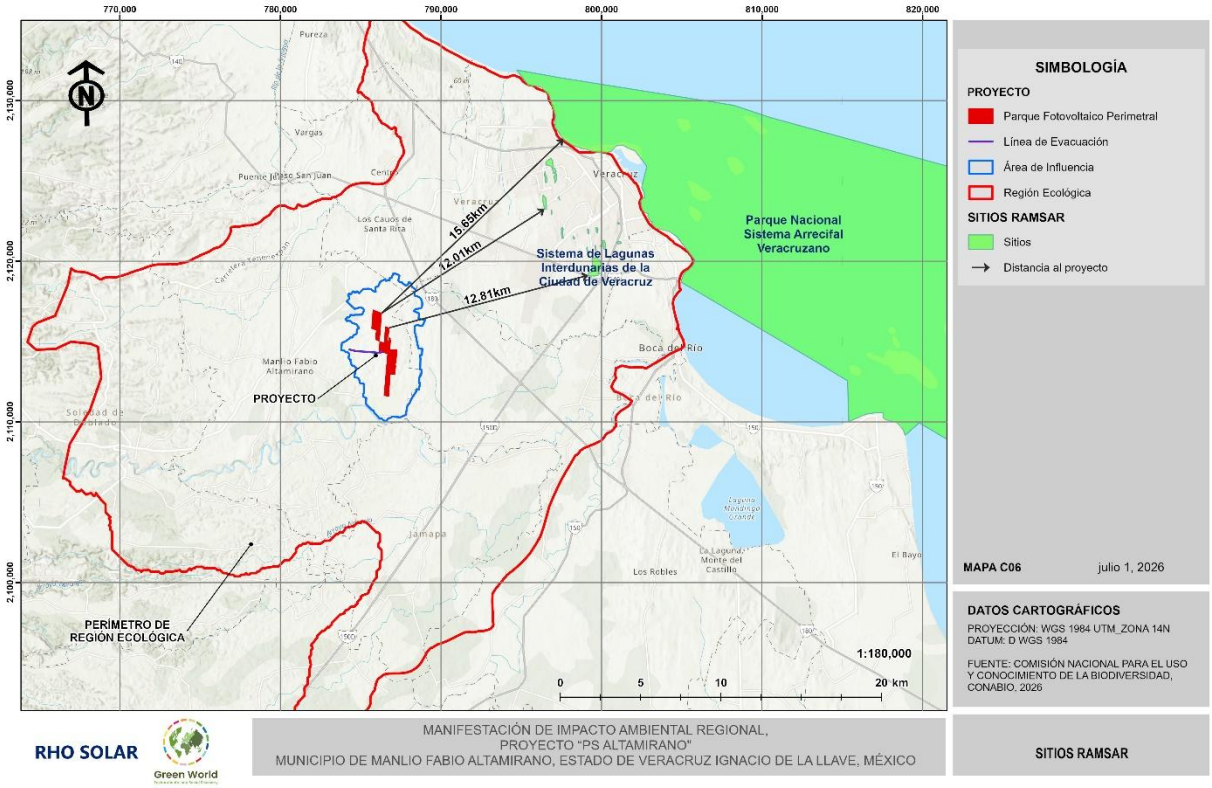


Figura 155. Sitios RAMSAR en la RE del proyecto.

Si bien la Región Ecológica forma parte de un área ecológicamente relevante a escala regional, el predio donde se realizará el proyecto no presenta características que lo clasifiquen como un área crítica para la conservación a nivel local, ni alberga ecosistemas únicos o especies prioritarios en concentraciones significativas.

Por lo que como ya se mencionó, el desarrollo de este proyecto no compromete áreas de importancia ecológica, además se proponen diversas medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que reducirán los impactos que el proyecto pudiera ocasionar en esta área; mismas que se presentan en el capítulo IV de este estudio. A su vez, la vinculación de éstas y demás disposiciones aplicables de estas áreas con el proyecto, de ser el caso, se presentan detalladas en el Capítulo II de esta manifestación de impacto ambiental.

CAPITULO IV

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

Contenido

CONTENIDO **IV-1**

IV IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. **IV-1**

IV.1 Metodología para identificar, analizar y evaluar los impactos **IV-2**

IV.2 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración **IV-3**

IV.2.1 Identificación de impactos ambientales IV-8

IV.2.2 Indicadores de impacto IV-16

IV.2.3 Caracterización de los impactos IV-29

IV.2.4 Descripción de impactos ambientales durante cada etapa del proyecto IV-30

IV.3 Resultados de la valoración de impactos **IV-64**

IV.4 Impactos residuales **IV-99**

IV.5 Impactos Acumulativos **IV-118**

IV.6 Delimitación del Área de Influencia del proyecto **IV-120**

IV.7 Medidas de compensación y/o restauración ambiental **IV-128**

IV.8 Programa de Vigilancia Ambiental **IV-136**

IV.8.1 Objetivo general del PVA IV-136

IV.8.2 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación IV-136

IV.8.3 Estimación económica de las medidas de mitigación IV-209

IV.8.4 Conclusión IV-215

Índice de Tablas

Tabla 1. Componentes y factores ambientales susceptibles a ser influenciados por el proyecto PS Altamirano. IV-4
Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto por el proyecto PS Altamirano. IV-6
Tabla 3. Impactos ambientales identificados para el proyecto PS Altamirano. IV-9
Tabla 4. Atributos de evaluación para los impactos identificados. IV-11
Tabla 5 Indicadores de impacto por componente ambiental. IV-17
Tabla 6. Descripción de los impactos identificados para el componente agua. IV-30
Tabla 7 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo. IV-36
Tabla 8 Descripción de los impactos identificados para el componente aire IV-43
Tabla 9 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje IV-45
Tabla 10. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. IV-49
Tabla 11. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna. IV-53
Tabla 12 Descripción de los impactos identificados para el componente Socioeconómico. IV-61
Tabla 13 Categorización de los impactos por etapa de ejecución del proyecto. IV-66
Tabla 14 Tipología de impactos para la etapa de preparación del sitio del PS Altamirano IV-85
Tabla 15 Tipología de impactos para la etapa de construcción del PS Altamirano IV-87
Tabla 16 Tipología de impactos para la etapa de operación del PS Altamirano IV-90
Tabla 17 Tipología de impactos para la etapa de abandono del PS Altamirano IV-94
Tabla 18 Identificación de impactos residuales. IV-100
Tabla 19 Significancia de los impactos residuales. IV-104
Tabla 20 Significancia de los impactos residuales identificados. IV-106
Tabla 21 Impactos acumulativos IV-119
Tabla 22 Tipos de medidas de mitigación. IV-130
Tabla 23 Clasificación de las medidas de mitigación IV-132
Tabla 24. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP) IV-170
Tabla 25 Evaluación Económica IV-211

Índice de Figuras

Figura 1 Metodología general de identificación y descripción de impactos ambientales. IV-3
Figura 2 Interacciones por etapa de proyecto. IV-21

Figura 3 Incidencias por actividad durante la etapa previo a la construcción. IV-22
Figura 4 Incidencias por actividad para la etapa de Preparación del Sitio. IV-23
Figura 5. Incidencias por actividad para la etapa de Construcción. IV-24
Figura 6. Incidencias por actividad durante la etapa de Operación y Mantenimiento. IV-25
Figura 7. Incidencias por actividad durante la etapa de Abandono del sitio IV-26
Figura 8. Incidencias por componente ambiental. IV-27
Figura 9 Incidencias por factor ambiental. IV-28
Figura 10 Categorización de los impactos por etapas del proyecto. IV-71
Figura 11 Categorización de los impactos para el componente agua por etapa de proyecto. IV-72
Figura 12 Categorización de los impactos para el componente suelo por etapa de proyecto IV-74
Figura 13 Categorización de los impactos del componente aire por etapa del proyecto. IV-75
Figura 14 Categorización de los impactos identificados para el componente paisaje por etapa de proyecto IV-77
Figura 15. Categorización de los impactos identificados para el componente flora por etapa de proyecto IV-79
Figura 16. Categorización de los impactos identificados para el componente fauna por etapa del proyecto IV-81
Figura 17 Categorización de los impactos identificados para el componente socioeconómico por etapa del proyecto IV-83
Figura 18 Tipología de los impactos por etapa del proyecto. IV-99
Figura 19. Radios de referencia IV-123
Figura 20. Criterio microcuenca-nanocuecas IV-124
Figura 21. Uso Actual del Suelo IV-125
Figura 22. Criterios red vial y centros de población IV-126
Figura 23. Criterios que delimitan el área de influencia IV-127
Figura 24. Área de Influencia IV-128
Figura 25 Clasificación de las medidas ambientales que se implementarán en el proyecto. IV-135

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

La identificación y valorización de los impactos ambientales ligados al desarrollo de todas las etapas del proyecto "PS Altamirano" se llevó a cabo analizando la información desde la perspectiva de cada una de las etapas necesarias para el desarrollo del proyecto. Se consideraron las características específicas del proyecto con el fin de identificar dentro de los subsistemas físico-natural y socioeconómico los factores bióticos y abióticos sobre los que tendrán incidencia directa las actividades del proyecto.

El objetivo del presente apartado es identificar, valorizar y analizar los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 12, fracción V del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Es importante mencionar que los impactos ambientales que pueden llegar a ocurrir pueden ser tanto negativos como positivos.

Para la elaboración de este apartado se consideraron características propias del proyecto, como la ubicación física de los predios usufructuados, las características del medio biótico y abiótico del área del proyecto y las actividades que por sus características podrían ocasionar impactos al ambiente. Esta información se describe con mayor detalle en los Capítulos II y IV de la presente MIA-R.

En primer lugar, se realizó un inventario ambiental a priori de la zona en donde se el proyecto "PS Altamirano", considerando el estado de conservación del sitio, las condiciones ambientales, los usos de suelo, tipo de vegetación, presencia de actividades productivas existentes y cualquier otro parámetro relacionado con la ejecución del proyecto y que permita la evaluación de la calidad o estado de conservación de los ecosistemas presentes.

Posteriormente se analizaron todas las actuaciones necesarias para la realización del proyecto con la finalidad de identificar, evaluar, mitigar, corregir o compensar sus repercusiones sobre

el medio. Dichas acciones asociadas al proyecto susceptibles de provocar modificaciones en los factores ambientales se analizaron desde una triple visión:

- Por los insumos o materias primas que utiliza
- Por el espacio que ocupa
- Por los efluentes que emite

IV.1 Metodología para identificar, analizar y evaluar los 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), los cuales se describen en este apartado.

En la siguiente figura se muestra una esquematización de la metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

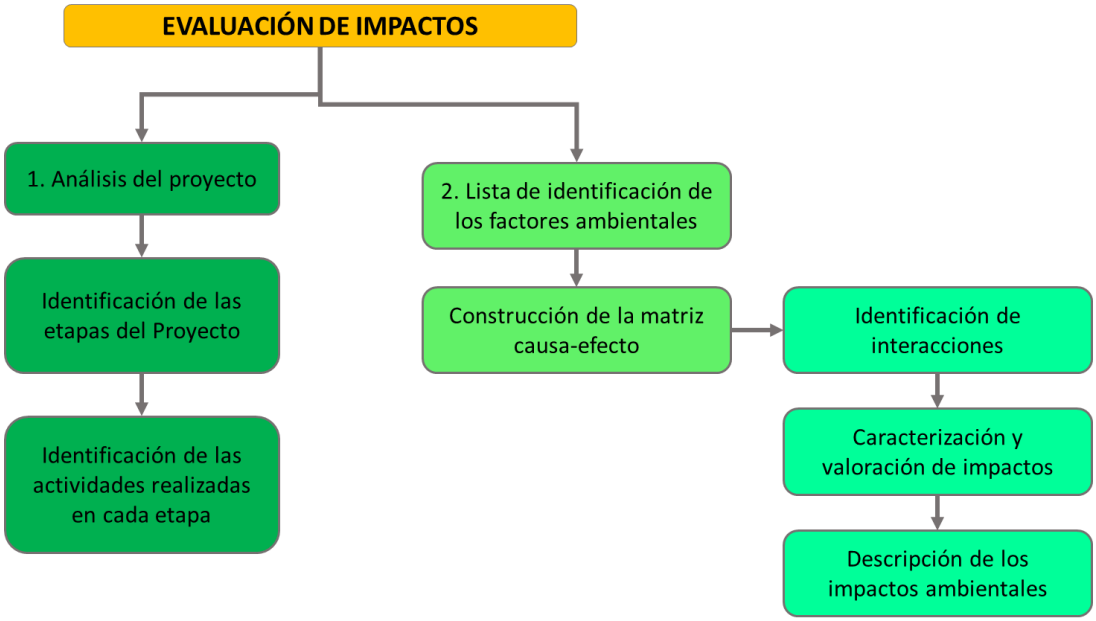


Figura 1 Metodología general de identificación y descripción de impactos ambientales.

IV.2 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

En términos prácticos para la evaluación de impacto ambiental, es importante mencionar que el medio ambiente está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: Medio físico o natural y Medio socioeconómico, que a su vez están divididos en subsistemas (medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico). A cada uno de esos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto, es decir, por las acciones impactantes del mismo. (aire, agua, suelo, flora, fauna, entre otros). Por ejemplo, el componente ambiental "Aire" que pertenece al medio abiótico se analiza a través de los

factores ambientales que lo caracterizan y posibilitan su medición: calidad del aire, nivel de polvo, nivel de olores, nivel de ruido, etc.

Con base en la experiencia de diferentes especialistas de cada área se definieron los sistemas, subsistemas, componentes ambientales y factores que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto. También se definieron los posibles indicadores ambientales para evaluar los impactos. Los elementos mencionados se encuentran relacionados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Componentes y factores ambientales susceptibles a ser influenciados por el proyecto PS Altamirano.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	AGUA	Cantidad
			Calidad
			Escorrentías
		SUELO	Calidad
			Estructura
			Recuperación
		AIRE	Calidad
			Ruido
		PAISAJE	Visibilidad
			Calidad
			Alteración/fragilidad
			Recuperación
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad
			Abundancia
			Regeneración
			Recuperación
		FAUNA	Especies vulnerables
			Diversidad
			Modificación del hábitat
			Mortalidad
			Recuperación

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
MEDIO SOCIOECONÓMICO			Actividades comerciales
			Generación de empleos
			Demanda de infraestructura y servicios
			Riesgo ocupacional

El proyecto corresponde al desarrollo de una central fotovoltaica, cuya infraestructura estará integrada por los componentes principales necesarios para la generación, conducción y transformación de energía eléctrica, así como por las obras permanentes, temporales y complementarias requeridas para su construcción, operación, mantenimiento y abandono. La descripción detallada de las características técnicas y de ingeniería del proyecto se presenta en el Capítulo I de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Para efectos de la evaluación ambiental, las actividades fueron definidas con un nivel de detalle que permitió identificar las interacciones reales entre cada acción del proyecto y los factores ambientales de los medios físico, biótico y socioeconómico. Esta desagregación constituye la base para la construcción de la matriz de identificación causa–efecto (C-E) y la posterior evaluación de impactos ambientales.

Con base en lo anterior, las actividades del proyecto fueron agrupadas en las siguientes etapas de desarrollo:

- Actividades previas a la construcción.
- Preparación del sitio.
- Construcción.
- Operación y mantenimiento.
- Abandono y restauración del sitio.

La organización de las actividades por etapas permite mantener la trazabilidad entre la descripción del proyecto, la identificación de las interacciones ambientales, la evaluación de

impactos y la definición de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que conformarán el Programa de Manejo Ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta a continuación el listado de actividades del proyecto agrupadas por etapas de ejecución.

Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto por el proyecto PS Altamirano.

Etapa del proyecto	Actividades
Previa a la construcción	Gestión de permisos, licencias y autorizaciones
	Delimitación, señalización y control de accesos al área de trabajo
	Movilización inicial de maquinaria, equipos y personal
Preparación del sitio	Instalación de campamentos temporales
	Instalación de oficinas temporales
	Instalación de almacenes y patios de acopio
	Limpieza del terreno
	Desmonte de vegetación
	Despalme y retiro de capa vegetal
	Movimiento de tierras
	Construcción y adecuación de caminos internos
Construcción	Hincado de pilotes o cimentación de estructuras
	Montaje de estructuras soporte
	Instalación de trackers
	Montaje de módulos fotovoltaicos
	Instalación de inversores
	Instalación de centros de transformación
	Excavación de zanjas para canalizaciones eléctricas
	Tendido de cableado DC y AC
	Instalación de red de media tensión
	Instalación de sistema de puesta a tierra
	Instalación de sistema SCADA
	Instalación de estación meteorológica
	Instalación de sistema CCTV
	Construcción de obras de drenaje permanente
	Construcción de edificio O&M
	Construcción de subestación elevadora

Etapa del proyecto	Actividades
	Infraestructura de interconexión eléctrica
	Construcción de línea de transmisión asociada
	Pruebas preoperativas
	Energización y puesta en marcha
Operación y mantenimiento	Generación de energía eléctrica
	Limpieza de módulos fotovoltaicos
	Mantenimiento preventivo
	Mantenimiento correctivo
	Control de vegetación dentro del parque solar
	Monitoreo ambiental y cumplimiento regulatorio
Abandono de sitio	Desenergización de instalaciones
	Retiro de módulos fotovoltaicos
	Retiro de cableado e infraestructura eléctrica
	Desmantelamiento de estructuras soporte
	Desmantelamiento de subestación e infraestructura asociada
	Restauración y rehabilitación del sitio
	Cierre ambiental del proyecto

Una vez identificado lo anterior, se procedió a la elaboración de la matriz causa-efecto, en la que los factores se colocaron de forma vertical mientras que las actividades se colocaron de manera horizontal, formando así una matriz capaz de evaluar que componentes se verán afectados de acuerdo con las actividades a realizar. El llenado de la matriz se realizó marcando con un número 1 la casilla donde se identificó una interacción entre la actividad y el factor, en caso contrario se colocó un cero.

Una vez realizado el llenado de la matriz, se procedió a obtener los resultados mediante la sumatoria de las diferentes interacciones identificadas, obteniéndose resultados por factor, actividad o de manera global por componente, por etapa o por subsistema. Con esto se observó que factor presenta mayor número de interacciones con base a la actividad del proyecto.

IV.2.1 Identificación de impactos ambientales

Para analizar y evaluar las afecciones medioambientales de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio, por parte del proyecto "PS Altamirano.", se consideraron dos conceptos básicos:

- FACTORES AMBIENTALES:

Los factores ambientales se definen como los diferentes elementos o componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida. Estos son susceptibles de ser modificados por el ser humano y estas modificaciones pueden ocasionar graves problemas.

El medio ambiente puede entenderse como el sistema constituido por elementos y procesos identificados por factores como:

- ✓ El ser humano, la fauna y la flora.
- ✓ El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- ✓ Los bienes materiales y el patrimonio cultural.
- ✓ La interacción entre todos los factores anteriores.

- IMPACTO AMBIENTAL:

Se dice que existe impacto ambiental cuando una consecuencia de una acción de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Es importante aclarar que el término impacto no implica únicamente negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos.

Una vez aplicado lo anterior, fue posible identificar con mayor facilidad los impactos ambientales que generará la implementación del proyecto en cada una de las etapas (preparación del sitio, construcción, operación y abandono). En la siguiente tabla se presentan los impactos ambientales identificados para el proyecto PS Altamirano.

Tabla 3. Impactos ambientales identificados para el proyecto PS Altamirano.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración
		Incremento en la escorrentía
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
		Contaminación por residuos peligrosos
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
		Contaminación por residuos peligrosos
	Estructura	Compactación del suelo
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica
		Perdida de suelo por erosión eólica
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes
		Generación de polvos
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad
	Calidad	Disminución de elementos bióticos
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
		Efecto barrera
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento
		Mortalidad por electrocución/colisión
SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios
	Generación de empleos	Generación de empleos
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local
	Riesgo Ocupacional	Incremento de riesgos laborales

Como resultado de la aplicación de la metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales, fue posible establecer de manera sistemática las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales de los medios físico, biótico y socioeconómico. Este procedimiento permitió obtener una visión integral de los efectos potenciales que podrían generarse durante las diferentes etapas del proyecto, incluyendo las actividades previas a la construcción, la preparación del sitio, la construcción, la operación y mantenimiento, así como el abandono y restauración del sitio.

La matriz de identificación causa–efecto (C-E) permitió reconocer las relaciones existentes entre cada actividad y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, facilitando la identificación de los impactos ambientales tanto negativos como positivos. Asimismo, la valoración de dichas interacciones permitió determinar la importancia relativa de cada impacto, identificando aquellos que, por su magnitud, extensión, duración o reversibilidad, requieren la implementación de medidas específicas de prevención, mitigación, restauración o compensación.

Es importante señalar que la evaluación se desarrolló exclusivamente sobre las interacciones previamente identificadas en la matriz causa–efecto (C-E), garantizando la trazabilidad entre las actividades del proyecto, los factores ambientales involucrados y la valoración de los impactos ambientales. Este enfoque fortalece la consistencia metodológica del estudio y permite sustentar técnicamente la definición de las medidas de manejo ambiental que integran el Programa de Manejo Ambiental del proyecto.

IV.2.1.1 Valoración de los Impactos

A partir de la metodología propuesta fue posible evaluar de manera general la tipología de los impactos negativos generados por las diversas etapas del proyecto de acuerdo con su significancia, considerando los siguientes parámetros: la naturaleza (+/-), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC). A su vez, esta metodología permitió identificar la importancia o significancia del impacto (irrelevante, moderado, severo o crítico), siendo de vital importancia para proponer las medidas de mitigación necesarias.

Esta metodología se puede definir de manera general como una metodología semicuantitativa, ya que su valoración se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador, por lo que esta metodología tiene un grado de subjetividad que debe considerarse. Sin embargo, es una metodología simple que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos negativos sobre el medio y su influencia sobre el ambiente. A continuación, se definen las características de cada uno de los atributos evaluados:

Tabla 4. Atributos de evaluación para los impactos identificados.

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
Signo	(+) o (-)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	(+)

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir. Este carácter (x), También reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.	(-)
Intensidad	IN	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El balance de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja 1
			Media 2
			Alta 4
			Muy alta 8
			Total 12
Extensión	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	Puntual 1
			Parcial 2
			Extenso 4
			Total 8
			Crítica (+4)
Momento	MO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.	Largo plazo 1
			Medio plazo 2

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).	Corto plazo (inmediato) 3
			Inmediato 4
			Crítico (+4)
Persistencia	PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Fugaz 1
			Momentáneo 1
			Temporal 2
			Persistente 3
			Permanente 4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1
			Medio plazo 2
			Largo plazo 3
			Irreversible 4
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado	Sin sinergismo 1
			Sinérgico 2

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		(2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	Muy sinérgico 4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1
			Acumulativo 4
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1
			Directo 4
Periodicidad	PR	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Irregular y discontinuo 1
			Periódico 2
			Continuo 4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a	Recuperable de manera inmediata 1
			Recuperable a corto plazo 2

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable a mediano plazo 3
			Recuperable a largo plazo 4
			Mitigable 4
			Irrecuperable 8
Importancia del Impacto		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados. Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación: I = ± [3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]	

La importancia del impacto calculado(I) puede registrar valores entre 13 y 100. Los valores intermedios (entre 40 y 60) se presentan cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

IV.2.2 Indicadores de impacto

Un indicador de un factor ambiental es la expresión por la que es capaz de ser medido. Cuando éste sea de tipo cuantitativo, la cuantificación será directa y el indicador será muy similar al propio factor.

En este caso, los indicadores de impacto se aplicaron a la metodología de valoración de impactos, utilizándolos para la valoración de la intensidad del impacto. La intensidad del impacto es el efecto que tiene la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa; por ende, se entiende que es el grado de modificación o alteración del componente.

En algunos casos el factor sólo será cuantificable de manera indirecta mediante un modelo, por conceptos más o menos alejados de aquel al que representan. En otros casos no se encuentra un indicador cuantificable por lo que se recurre a otros parámetros en términos de los que se pueda realizar la medición del factor y en consecuencia la del efecto que pueda sufrir, tales como sensaciones lo menos subjetivas posibles o mediciones cualitativas (agradable, desagradable, frecuente, ocasional, fuerte, moderado).

El indicador podrá medir el impacto por la diferencia entre la situación del factor con proyecto y sin proyecto. Cabe mencionar que pueden existir varios indicadores para un mismo factor, dependiendo de la perspectiva con la que se quiera medir el factor, así que el evaluador selecciona el indicador idóneo. Establecido el indicador, la unidad de medida queda automáticamente delimitada de acuerdo con la definición del propio indicador; sin embargo, quedarán algunos indicadores que sean medidos de manera subjetiva, los cuales pueden quedar expresados en porcentaje de pérdida de calidad del entorno sin proyecto o en escalas representativas de su calidad en unidades de valor abstractas. En el siguiente cuadro se presentan algunos indicadores para la medición de los impactos identificados, así como las unidades de medición.

Tabla 5 Indicadores de impacto por componente ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	Balance hídrico m^3/ha Volumen de agua infiltrada
		Incremento en las escorrentías.	Balance hídrico m3/ha Volumen de agua escurrida
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Evidencia de residuos sobre los escurrimientos Kg de residuos recolectados
		Contaminación por residuos peligrosos	Parámetros físico-químicos Volumen de agua contaminada
	Escorrentías	Modificación de los patrones de escurrimiento	Balance hídrico m3/ha Volumen de agua escurrida.
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Superficie con presencia de residuos (m^2)
		Contaminación por residuos peligrosos	m^3 de suelo contaminado
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	Cantidad de suelo erosionado por viento (ton/ha/año)
		Perdida de suelo por erosión hídrica	Cantidad de suelo erosionado por precipitación (ton/ha/año)
		Compactación del suelo	Superficie compactada (m^2) Superficie de ocupación temporal y permanente (m^2)

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	Percepción de emisiones provenientes del escape de camiones o vehículos al interior del proyecto
		Generación de polvos	Percepción de partículas suspendidas (polvos)
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	Incremento en los niveles de ruido (dB) Percepción de ruidos extraordinarios
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	Percepción de cambios desde puntos de observación
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	Cambio en la percepción de los elementos naturales
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	Percepción de elementos distintos
FLORA	Diversidad	Disminución en la diversidad de especies	Índices de diversidad y riqueza específica
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	Relación individuos/ ha
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	Superficie despalmada (m^3 de tierra fértil despalmada).
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	Número de especies con algún estatus de protección identificadas
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Actualización de Índices de diversidad

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
		Cambio en la composición de las poblaciones	Actualización de Índices de riqueza
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	Superficie con cambio de uso de suelo forestal
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	Superficie con cambio de uso de suelo forestal
		Efecto borde	Perímetro del área del proyecto vallado.
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	Número de individuos muertos por atropellamiento Número de especies afectadas
		Mortalidad por electrocución/colisión	Número de individuos muertos por colisión o electrocución bajo la LTE Número de especies afectadas. Número de individuos muertos por colisión con paneles solares,
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	Relación compra de productos y servicios/ingresos mensuales netos
	Generación de empleos	Generación de empleos	Relación población ocupada/ingresos mensuales netos

IV.2.2.1 Resultados de la matriz causa – efecto

Con base en el análisis realizado mediante la matriz de identificación causa–efecto (C-E), fue posible establecer las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y los factores ambientales de los medios físico, biótico y socioeconómico. La matriz fue estructurada considerando las actividades correspondientes a las etapas de actividades previas a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como abandono y restauración del sitio, permitiendo identificar únicamente aquellas relaciones en las que existe una interacción ambiental potencial.

A diferencia de metodologías que evalúan la totalidad de los cruces posibles entre actividades y factores ambientales, en el presente estudio la valoración de impactos se realizó exclusivamente sobre las interacciones identificadas en la matriz C-E, garantizando que la evaluación ambiental se fundamentara en relaciones efectivas entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados. Este enfoque fortalece la trazabilidad metodológica del estudio y evita la sobrevaloración de impactos que no presentan una relación directa con las actividades del proyecto.

Como resultado del proceso de identificación se determinaron 536 interacciones ambientales efectivas, derivadas del análisis de las actividades del proyecto frente a los factores ambientales definidos para los medios físico, biótico y socioeconómico. Posteriormente, estas interacciones fueron relacionadas con los impactos ambientales correspondientes, obteniéndose un total de 26 registros de valoración.

La mayor parte de las interacciones identificadas se concentra durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a que en ellas se desarrollan las actividades que implican remoción de vegetación, movimientos de tierra, adecuación del terreno, construcción de infraestructura y mayor utilización de maquinaria y equipo. Por su parte, durante las etapas de operación y mantenimiento predominan impactos asociados a la operación de la infraestructura y al mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, mientras que en la etapa de abandono y restauración se identifican principalmente impactos positivos

relacionados con la recuperación gradual de las condiciones ambientales del sitio mediante la implementación de las medidas de restauración previstas.

La distribución de las interacciones por etapa del proyecto se presenta en las tablas y figuras siguientes, las cuales permiten identificar las fases de mayor incidencia ambiental y constituyen la base para la evaluación de la importancia de los impactos y la definición de las medidas de manejo ambiental correspondientes.

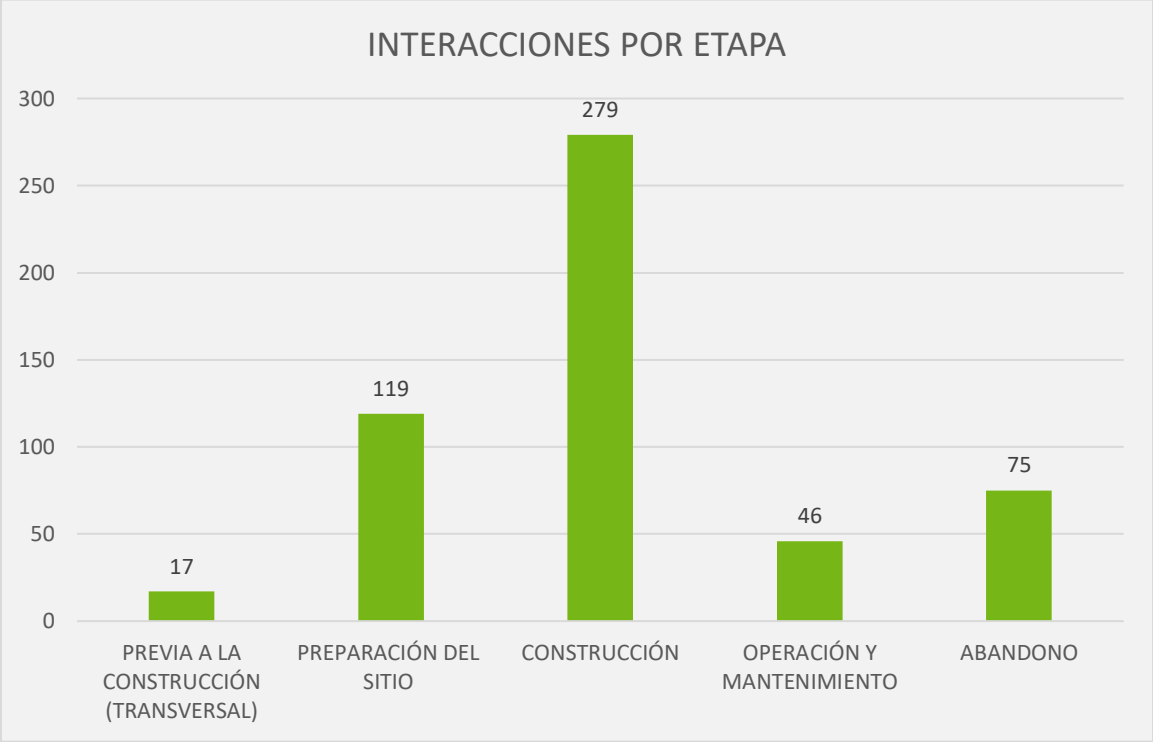


Figura 2 Interacciones por etapa de proyecto.

En el caso de la etapa de Previo a la construcción se tiene que en total se presentaron 17 interacciones, donde la actividad de movilización inicial de maquinaria, equipos y personal presentan el mayor número de incidencias con 11 interacciones cada una, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

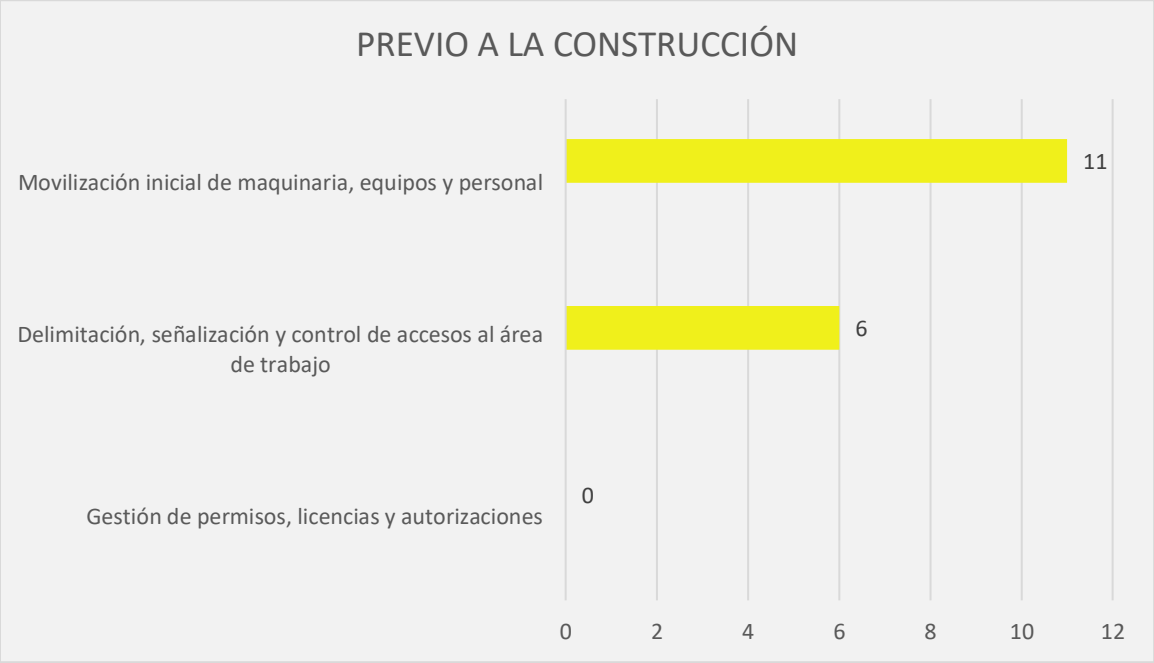


Figura 3 Incidencias por actividad durante la etapa previo a la construcción.

Para la etapa de Preparación del sitio se identificaron un total de 119 interacciones, siendo la actividad con mayor número de incidencias la construcción y adecuación de caminos internos con 20 interacciones, en el siguiente gráfico se muestra el detalle de las incidencias por actividad para esta etapa.

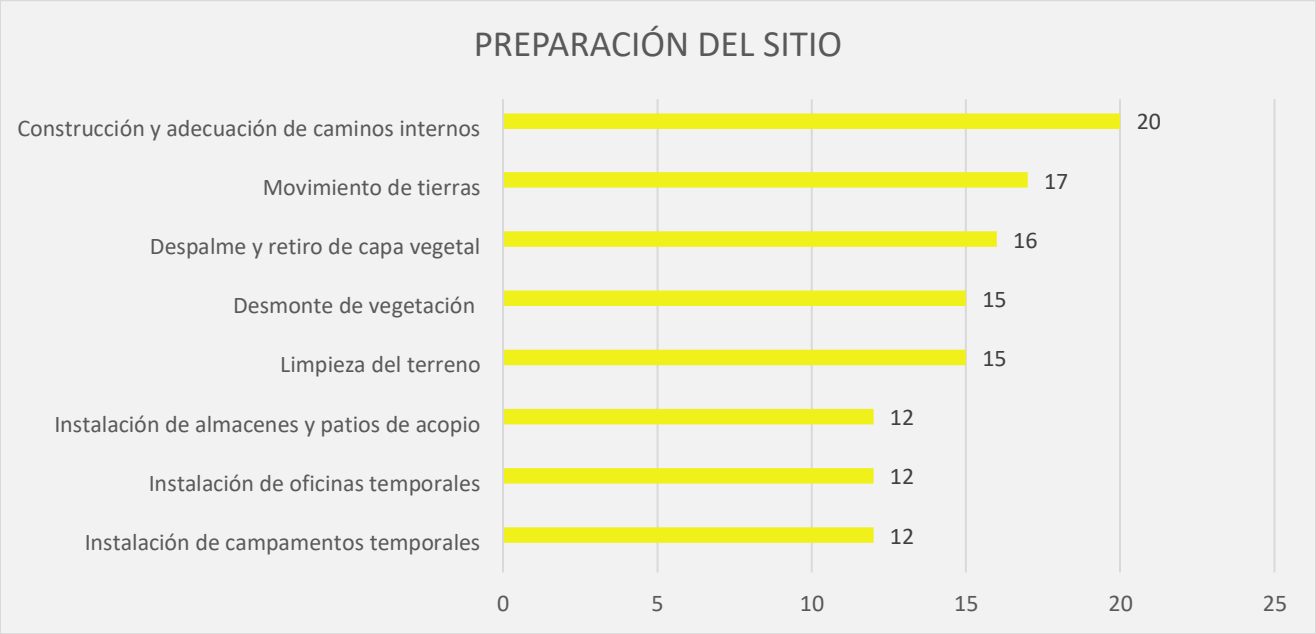


Figura 4 Incidencias por actividad para la etapa de Preparación del Sitio.

Para la etapa de Construcción, se tiene que, de las 279 interacciones resultantes, la actividad con mayores incidencias corresponde a la construcción de la línea de transmisión asociada, y la construcción de la subestación elevadora con 22 interacciones cada una, en la siguiente gráfica se muestra el número de incidencias por actividad.



Figura 5. Incidencias por actividad para la etapa de Construcción.

Para la etapa de Operación y mantenimiento, se tiene que, de las 46 interacciones resultantes, la actividad con mayores incidencias corresponde a el control de vegetación dentro del parque solar con 12 interacciones, en la siguiente gráfica se muestra el número de incidencias por actividad.

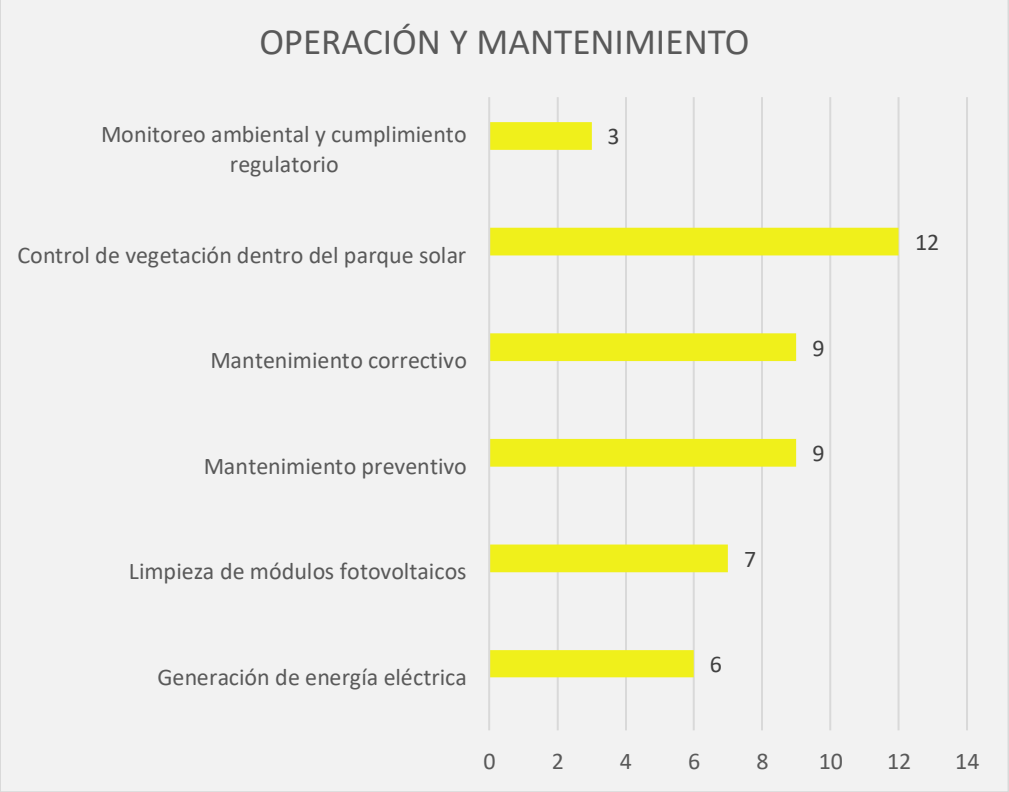


Figura 6. Incidencias por actividad durante la etapa de Operación y Mantenimiento.

En el caso de la etapa de Abandono de sitio, se tiene que, de las 75 interacciones resultantes, la actividad con mayor número de incidencias corresponde al desmantelamiento de subestación e infraestructura asociada, Desmantelamiento de estructuras de soporte, Retiro de cableado e infraestructura eléctrica y Retiro de módulos fotovoltaicos, con un total de 13 interacciones cada una, en la gráfica que sigue se presenta el número de incidencias por actividad.

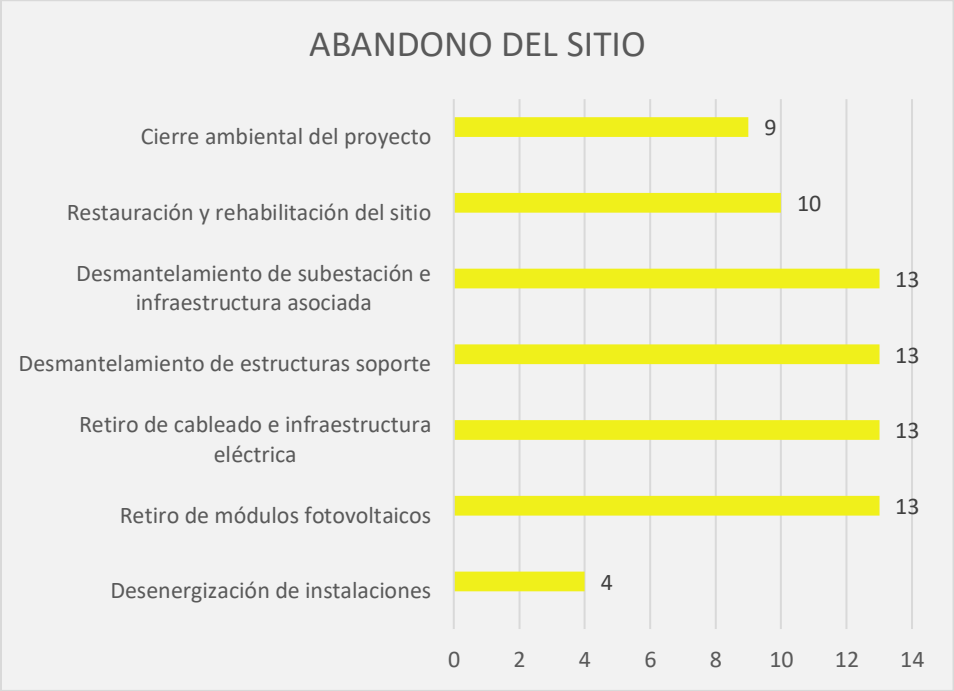


Figura 7. Incidencias por actividad durante la etapa de Abandono del sitio

La Matriz Causa-Efecto se incluye como anexo electrónico al presente documento, en el archivo denominado **Matriz de impactos**.

Ver Anexos/Capítulo V/Matriz de impactos

Ahora bien, en lo que respecta a las interacciones por componente se tiene que los componentes que tendrán mayor número de interacciones es el componente fauna con un total de 112 incidencias, y el socioeconómico de 137 incidencias, mientras que el componente que tendrá menos interacciones es el componente suelo con solo 16 incidencias, en la siguiente gráfica se presenta la cantidad de interacciones por componente ambiental.

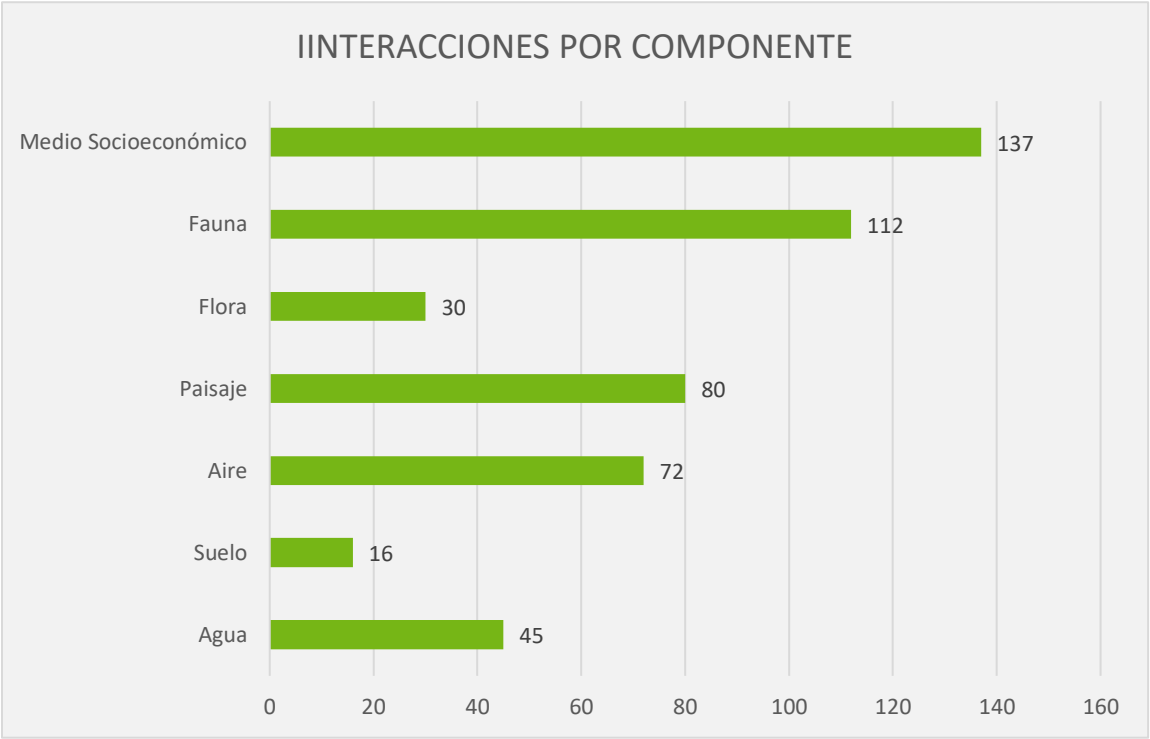


Figura 8. Incidencias por componente ambiental.

En lo que respecta a la ocurrencia de interacciones sobre los factores ambientales se tiene que el que mayor número de incidencias tendrá es la generación de empleos y Actividades comerciales con 42 incidencias, mientras que el factor con menor número de incidencias corresponde la recuperación para el componente flora con 2 interacciones y al definido como el de recuperación del componente suelo también con 2 interacciones; dentro de la siguiente gráfica se presenta el detalle del número de incidencia de cada uno de los factores que será influenciado por el proyecto.

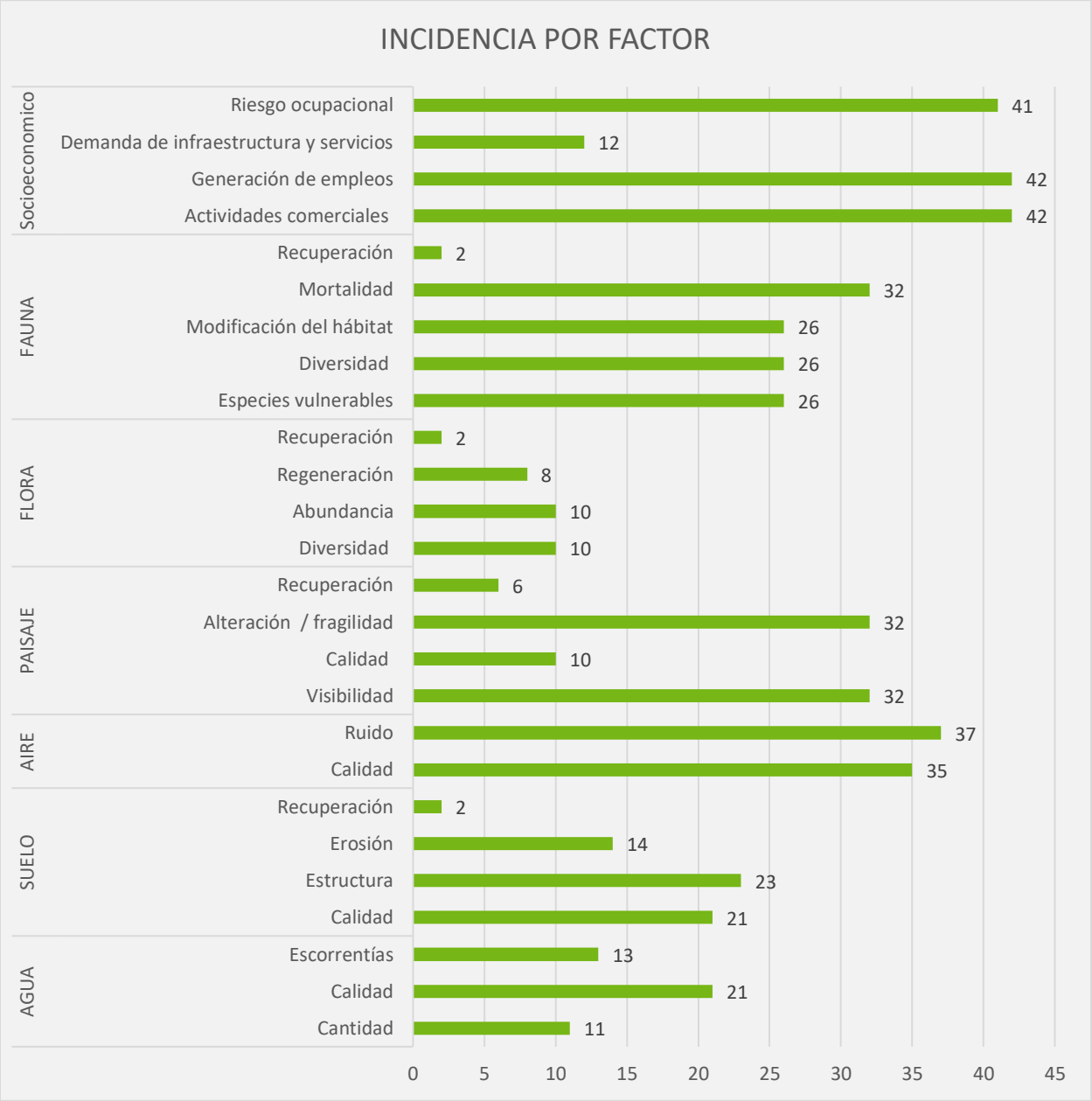


Figura 9 Incidencias por factor ambiental.

IV.2.3 Caracterización de los impactos

Hasta esta sección del presente Capítulo se han establecido las acciones del proyecto que podrán generar impactos en el ambiente, además de una serie de pasos para identificar el conjunto de estos. Es importante mencionar que para desarrollar una primera aproximación acerca de la selección de aquellos impactos que por sus características pudieran identificarse como significativos (positivos o negativos), es indispensable definir a un atributo significativo.

Se considera un atributo significativo cuando el componente ambiental o factor que recibirá el efecto directo del impacto adquiere una importancia especial que se encuentra reconocida en la legislación, planes, programas o en las normas oficiales mexicanas.

De acuerdo con lo anterior, la metodología utilizada nos permitió abordar el aspecto de la probabilidad de que los impactos significativos ocurran y, a su vez, facultó la ponderación y la aplicación de pruebas estadísticas a cada componente ambiental y factor mediante valores numéricos. Así, se identificará con mayor facilidad cuál de ellos se verá afectado considerablemente por el proyecto del PS Altamirano. Asimismo, se podrá identificar si es un impacto sinérgico, residual o acumulativo. Una vez identificados los impactos con mayor alcance e intensidad, en el numeral 0inmediato posterior, se procederá a la elaboración de medidas preventivas y de mitigación.

A continuación, se presentan de acuerdo con la metodología los rangos de importancia que definen el carácter de los impactos evaluados.

Los impactos IRRELEVANTES adquieren valores de importancia inferiores a 25.

Los impactos MODERADOS presentan una importancia entre 25 y 50.

Los impactos SEVEROS toman un valor entre 50 y 75.

Los impactos CRÍTICOS se dan cuando el valor sea superior a 75.



Lo anterior permite identificar que impactos deberán ser considerados con mayor prioridad para el desarrollo de medidas de mitigación, prevención o compensación, con la finalidad de disminuir en la medida de lo posible las modificaciones que puedan derivar de la implementación del proyecto.

Una vez establecido lo anterior e identificados los posibles impactos, en conjunto con la metodología mencionada previamente, se procedió a evaluar los distintos componentes y sus factores ambientales.

IV.2.4 Descripción de impactos ambientales durante cada etapa del proyecto

En este apartado se realiza la descripción de los impactos identificados, en donde se refleja el punto de vista del evaluador respecto a la afectación que tendrá el proyecto sobre el ambiente. Se hace la descripción de impactos identificados por componente ambiental respecto a la etapa en la que será visible a fin de evidenciar la diferencia de intensidad del impacto por etapa. De igual manera se describe la naturaleza del impacto, es decir, se mencionan las características que vuelven vulnerable al factor debido a la realización del proyecto.

IV.2.4.1 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 6. Descripción de los impactos identificados para el componente agua.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Cantidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación	
Impacto: Disminución de la capacidad de infiltración	**Descripción:** Las actividades de despalme, nivelación del terreno, conformación de plataformas, construcción de caminos internos, cimentaciones e instalación de infraestructura generan modificaciones puntuales sobre las propiedades físicas del suelo, reduciendo

COMPONENTE: AGUA	
	parcialmente su capacidad natural de infiltración y favoreciendo un incremento localizado de la escorrentía superficial. Aunque el proyecto incorpora superficies ocupadas por infraestructura permanente, mantiene amplias áreas permeables entre las estructuras fotovoltaicas, permitiendo conservar parte del comportamiento hidrológico natural del sitio. Por esta razón, la alteración esperada sobre los procesos de infiltración será localizada y no modificará de manera significativa el balance hidrológico del área de influencia. Durante el reconocimiento de campo se verificó la existencia de escurrimientos superficiales que deberán mantenerse funcionales mediante el diseño e implementación de obras de drenaje acordes con la topografía del terreno, evitando la generación de procesos erosivos, encharcamientos o concentraciones anormales del flujo superficial. En consecuencia, el impacto fue clasificado como Moderado, debido a que la alteración es localizada, técnicamente controlable y susceptible de mitigación mediante criterios adecuados de diseño y manejo hidráulico. La valoración responde a una afectación de intensidad media, extensión puntual y persistencia asociada a la permanencia de la infraestructura; sin embargo, la conservación de áreas permeables y la implementación de obras de drenaje permiten mantener la funcionalidad hidrológica del sitio, limitando la magnitud del impacto.
Impacto: Incremento en la escorrentía	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio, nivelación del terreno, conformación de plataformas, construcción de caminos internos e instalación de infraestructura generan modificaciones parciales sobre la superficie del terreno que reducen la capacidad de infiltración en sectores específicos y favorecen el incremento del escurrimiento superficial durante los eventos de precipitación. El aumento de la escorrentía puede ocasionar una mayor concentración del flujo superficial, incrementando localmente el transporte de sedimentos, la erosión puntual y la acumulación de agua

COMPONENTE: AGUA	
	en zonas bajas cuando no se dispone de obras adecuadas para el manejo hidráulico del proyecto. Durante los recorridos de campo se identificó la presencia de escurrimientos superficiales activos y zonas donde el drenaje natural concentra el flujo de agua durante la temporada de lluvias. Estas condiciones hacen necesario conservar la funcionalidad hidráulica del sitio mediante un diseño adecuado de cunetas, obras de drenaje y estructuras de conducción que permitan mantener el comportamiento hidrológico existente. Considerando que el proyecto mantiene áreas permeables entre las estructuras fotovoltaicas y que incorpora obras destinadas al manejo de escurrimientos, el incremento esperado será localizado y técnicamente controlable, razón por la cual este impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, extensión localizada y persistencia asociada a la permanencia de la infraestructura. No obstante, la implementación de obras hidráulicas y el mantenimiento de superficies permeables permiten reducir significativamente la magnitud del incremento de la escorrentía superficial.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono de sitio	
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.

COMPONENTE: AGUA	
	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 ejecución del proyecto requiere el uso de maquinaria pesada, vehículos, equipos auxiliares e infraestructura eléctrica cuyo funcionamiento demanda combustibles, aceites lubricantes, grasas y otros insumos potencialmente contaminantes. En consecuencia, durante las diferentes etapas del proyecto existe la posibilidad de que ocurran derrames accidentales asociados al abastecimiento de combustible, mantenimiento de equipos, sustitución de lubricantes o manejo inadecuado de recipientes que contengan sustancias peligrosas. La etapa de construcción concentra la mayor probabilidad de ocurrencia debido al incremento de maquinaria y frentes de trabajo; sin embargo, durante la operación y mantenimiento persiste un riesgo menor asociado principalmente al mantenimiento de transformadores,

COMPONENTE: AGUA	
	centros de transformación, subestación eléctrica y vehículos de supervisión. Los recorridos de campo permitieron corroborar la presencia de escurrimientos superficiales que mantienen el drenaje natural del área del proyecto. Aunque durante las visitas no se identificaron evidencias de contaminación, estos escurrimientos representan los principales receptores potenciales ante un derrame accidental, especialmente durante eventos de precipitación, cuando aumenta el transporte superficial de contaminantes. El área donde se desarrollará el proyecto presenta además un entorno predominantemente agropecuario con presencia de unidades avícolas y actividades pecuarias que constituyen presiones ambientales existentes. En este contexto, resulta prioritario evitar aportes adicionales de contaminantes que puedan incrementar los efectos acumulativos sobre el recurso hídrico. Considerando que el impacto depende principalmente de eventos accidentales y que puede prevenirse mediante procedimientos adecuados para el almacenamiento de sustancias peligrosas, mantenimiento preventivo de maquinaria, abastecimiento controlado de combustibles y respuesta inmediata ante contingencias, el impacto fue clasificado como Moderado dentro de la evaluación ambiental. La importancia del impacto corresponde a una categoría Moderada, debido a que presenta una baja probabilidad de ocurrencia bajo condiciones normales de operación, una extensión localizada y una recuperación inmediata cuando se aplican medidas de contención y limpieza. No obstante, la existencia de escurrimientos superficiales dentro del área del proyecto incrementa la sensibilidad del componente hídrico, justificando la implementación permanente de medidas preventivas y de control operacional.
Factor: Escorrentías **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	

COMPONENTE: AGUA	
Impacto: Modificación a los patrones de escurrimiento	La instalación de infraestructura, caminos internos, plataformas, cimentaciones y obras complementarias modifica parcialmente las condiciones naturales del terreno, alterando la dirección y velocidad del escurrimiento superficial durante eventos de lluvia. Estas modificaciones pueden generar concentraciones localizadas del flujo, incrementando el riesgo de erosión puntual, sedimentación o encharcamientos si no se implementan adecuadamente las obras de conducción hidráulica. Las observaciones realizadas durante los recorridos de campo confirmaron la presencia de escurrimientos superficiales activos dentro del área del proyecto, cuya conservación resulta fundamental para mantener el funcionamiento hidrológico del sitio. En consecuencia, el diseño del proyecto deberá respetar dichos patrones naturales mediante obras hidráulicas que permitan conducir el agua sin modificar significativamente la dinámica existente. Considerando que las modificaciones previstas son de carácter localizado y que el proyecto incorpora medidas de diseño orientadas a conservar el drenaje natural del terreno, este impacto fue valorado como Moderado. La valoración corresponde a una afectación de intensidad media y extensión localizada, cuya magnitud depende principalmente del diseño hidráulico del proyecto. La implementación de obras de drenaje, cunetas, alcantarillas y estructuras de conducción permite mantener la funcionalidad del sistema de escurrimientos, reduciendo la probabilidad de afectaciones permanentes.

IV.2.4.2 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 7 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo.

COMPONENTE: SUELO	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
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 del consumo del personal, materiales de empaque, embalajes, excedentes de materiales de construcción, madera, plásticos, cartón, residuos metálicos y demás materiales asociados a la ejecución de las obras. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente pueden acumularse directamente sobre la superficie del suelo, alterando temporalmente sus condiciones físicas, favoreciendo la incorporación de materiales extraños y generando focos de contaminación localizada. Asimismo, la permanencia prolongada de residuos puede afectar la calidad del suelo al modificar las condiciones naturales del terreno y facilitar el arrastre de materiales por acción del viento o de la escorrentía superficial. Durante los recorridos de campo no se identificaron evidencias de contaminación por residuos sólidos dentro del área del proyecto; sin embargo, considerando que el entorno corresponde a un paisaje predominantemente agropecuario donde las condiciones del suelo mantienen una función productiva y ecológica, resulta necesario evitar la generación de nuevas fuentes de contaminación derivadas de las actividades del proyecto. Debido a que la generación de estos residuos puede controlarse mediante procedimientos adecuados de separación, almacenamiento temporal, recolección periódica y disposición final con prestadores autorizados, el impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, extensión localizada y duración temporal, cuya ocurrencia depende directamente del manejo operativo de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto. La implementación de buenas prácticas de gestión integral de residuos permite prevenir la

COMPONENTE: SUELO	
	contaminación del suelo y mantener el impacto dentro de una categoría moderada.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos o derrames	**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 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.

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

COMPONENTE: SUELO	
	hidráulicos y demás sustancias peligrosas utilizadas para la operación y mantenimiento de maquinaria, vehículos e infraestructura eléctrica 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):** Preparación del sitio y Construcción.	

COMPONENTE: SUELO	
Impacto: Compactación del suelo	**Descripción:** Las actividades de tránsito continuo de maquinaria pesada, circulación de vehículos de transporte, conformación de plataformas y habilitación de caminos internos producirán un incremento en la densidad aparente del suelo, reduciendo temporalmente su porosidad y capacidad de infiltración. Este proceso modifica las propiedades físicas del horizonte superficial, favoreciendo la disminución de la aireación y la capacidad natural de absorción del agua. La intensidad del impacto dependerá de la frecuencia de circulación de maquinaria y de la superficie efectivamente ocupada por las obras. Debido a que gran parte del terreno conservará áreas libres entre los arreglos fotovoltaicos y que las zonas de circulación estarán previamente definidas, la compactación se concentrará principalmente en áreas específicas del proyecto. Durante el reconocimiento de campo no se identificaron procesos de compactación severa previos ni limitaciones geotécnicas significativas, por lo que el impacto fue clasificado como Moderado. La afectación presenta una extensión localizada y una duración asociada al periodo constructivo, siendo susceptible de recuperación parcial mediante la descompactación natural y la restauración de las áreas temporalmente ocupadas.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Perdida de suelo por erosión hídrica	**Descripción:** La remoción de la cobertura vegetal y las actividades de movimiento de tierras incrementan la susceptibilidad del suelo a procesos de erosión hídrica durante eventos de precipitación, favoreciendo el desprendimiento y transporte de partículas hacia las zonas de menor pendiente y los escurrimientos superficiales identificados durante la caracterización ambiental. El reconocimiento de campo confirmó la presencia de escurrimientos superficiales activos dentro del área del proyecto, condición que

COMPONENTE: SUELO	
	incrementa la importancia de implementar medidas de control de escorrentías y estabilización del terreno para evitar pérdidas localizadas de suelo y el aporte de sedimentos hacia la red de drenaje natural. Aunque el sitio no presenta procesos erosivos severos previos al desarrollo del proyecto, la exposición temporal del suelo durante la construcción constituye el periodo de mayor vulnerabilidad para este tipo de afectación. Debido a que el impacto puede prevenirse mediante un manejo adecuado de drenajes, control de escorrentías y estabilización progresiva de las áreas intervenidas, fue clasificado como Moderado. La valoración considera una afectación temporal y localizada cuya magnitud depende principalmente de la intensidad de las precipitaciones, la pendiente del terreno y la duración de la exposición del suelo. La implementación de obras de drenaje y medidas de control de erosión permite mantener el impacto dentro de una categoría moderada.
Impacto: Perdida de suelo por erosión eólica	**Descripción:** Las actividades de despalme, remoción de la cobertura vegetal, nivelación del terreno y exposición temporal del suelo favorecen la pérdida de partículas finas por acción del viento, especialmente durante la temporada seca y en superficies que permanecen desprovistas de cobertura vegetal. Este proceso puede ocasionar la disminución localizada de la capa superficial del suelo, reduciendo parcialmente sus propiedades físicas y favoreciendo la dispersión de sedimentos hacia áreas adyacentes. La magnitud del impacto depende de la duración de la exposición del suelo, las condiciones meteorológicas predominantes y la superficie efectivamente intervenida. Durante los recorridos de campo no se identificaron evidencias de erosión eólica significativa; sin embargo, la remoción temporal de la vegetación incrementa la susceptibilidad del terreno mientras se ejecutan las actividades constructivas.

COMPONENTE: SUELO	
	Considerando que la afectación se concentra en áreas específicas del proyecto y puede controlarse mediante la estabilización progresiva de las superficies intervenidas y la reducción de áreas de suelo desnudo, este impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a una afectación localizada y temporal, cuya intensidad depende de las condiciones climáticas y del tiempo de exposición del suelo. La implementación de medidas preventivas durante la construcción permite reducir significativamente la pérdida de partículas por acción del viento.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Recuperación de condiciones físicas del suelo	**Descripción:** Al término de la vida útil del proyecto, el retiro de la infraestructura y la implementación de las actividades de restauración permitirán mejorar progresivamente las condiciones físicas del suelo en aquellas áreas temporalmente intervenidas. Estas acciones favorecerán la estabilización superficial, disminuirán la susceptibilidad a procesos erosivos y facilitarán el restablecimiento de la cobertura vegetal compatible con las condiciones finales definidas para el sitio. La magnitud de este beneficio dependerá del cumplimiento de las actividades de abandono y restauración previstas en el proyecto, priorizando la recuperación de las áreas que no permanecerán ocupadas por infraestructura permanente. La recuperación del suelo constituye un impacto positivo de alcance localizado y efecto gradual, cuya magnitud depende directamente de la implementación de las medidas de restauración previstas para la etapa de abandono. Aunque representa una mejora ambiental respecto a las condiciones generadas durante la construcción, no compensa completamente la ocupación permanente asociada a la infraestructura del proyecto.

IV.2.4.3 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 8 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 maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos auxiliares genera emisiones de gases producto de la combustión interna, principalmente dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos, cuya magnitud depende del número de equipos en funcionamiento y de su estado de mantenimiento. Durante la etapa constructiva se registra la mayor intensidad del impacto debido a la utilización simultánea de maquinaria y vehículos. En la etapa de operación las emisiones disminuyen considerablemente, limitándose a las actividades de mantenimiento preventivo, inspección y operación de vehículos de supervisión. Considerando que estas emisiones son temporales, dispersas y propias de las actividades normales de construcción, así como la ausencia de procesos industriales permanentes asociados al proyecto, el impacto fue clasificado como Moderado. La importancia asignada considera una emisión temporal, localizada y controlable mediante el mantenimiento adecuado de la maquinaria y la optimización de los tiempos de operación de los equipos.
Impacto: Generación de polvos y partículas suspendidas	**Descripción:** Las actividades de despalme, nivelación del terreno, excavaciones, conformación de caminos internos, transporte de materiales y circulación de maquinaria pesada favorecen la suspensión de partículas de suelo hacia la atmósfera, incrementando temporalmente

COMPONENTE: AIRE	
	la concentración de material particulado en el área de influencia inmediata del proyecto. La magnitud del impacto dependerá principalmente de las condiciones meteorológicas, del contenido de humedad del suelo, de la intensidad del tránsito vehicular y del número de frentes de trabajo activos. Durante periodos secos y con presencia de viento, la generación de polvo puede incrementarse, afectando de manera puntual la calidad del aire en las inmediaciones del proyecto. El reconocimiento de campo evidenció un entorno rural donde ya existe tránsito frecuente por caminos sin pavimentar y actividades agropecuarias que generan emisiones difusas de partículas; sin embargo, la contribución del proyecto será temporal y localizada, restringida principalmente al periodo constructivo. Considerando la naturaleza temporal del impacto y la posibilidad de controlarlo mediante medidas convencionales de manejo ambiental, éste fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, duración temporal y extensión localizada. Su generación cesa una vez finalizan las actividades constructivas y puede reducirse significativamente mediante la aplicación de medidas preventivas orientadas al control de emisiones fugitivas.
Factor: Ruido **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Impacto: Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio y construcción generan un incremento temporal de los niveles de presión sonora como consecuencia de la operación simultánea de maquinaria pesada, equipos de construcción, vehículos de transporte y herramientas mecánicas. Durante la etapa de operación, las emisiones acústicas disminuyen significativamente, limitándose a las actividades de mantenimiento periódico y funcionamiento de la subestación eléctrica y equipos auxiliares.

COMPONENTE: AIRE	
	Las visitas de campo permitieron identificar que el entorno del proyecto presenta una influencia antrópica previa asociada a actividades agropecuarias y unidades avícolas, las cuales constituyen fuentes permanentes de ruido ambiental. En este contexto, el proyecto representa un incremento adicional de carácter temporal y localizado, sin modificar de manera significativa las condiciones acústicas regionales. Considerando la naturaleza temporal de las actividades constructivas y la posibilidad de controlar las emisiones mediante buenas prácticas operativas, el impacto fue clasificado como **Moderado**. La valoración responde a una afectación temporal, reversible y localizada, cuya intensidad disminuye progresivamente una vez concluyen las actividades constructivas. La existencia de fuentes de ruido preexistentes en el entorno reduce la magnitud relativa del incremento ocasionado por el proyecto

IV.2.4.4 Descripción de impactos del componente Paisaje

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

Tabla 9 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje

COMPONENTE: PAISAJE	
Factor: Visibilidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Modificación en los patrones de visibilidad	**Descripción:** La instalación de módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, caminos internos, subestación eléctrica y línea de transmisión modificará los patrones de visibilidad existentes dentro del área del proyecto, incorporando nuevos elementos artificiales perceptibles desde diferentes puntos del entorno. Esta modificación será más evidente durante la etapa de construcción debido a la presencia simultánea de

COMPONENTE: PAISAJE	
	maquinaria, equipos y materiales, mientras que durante la operación la percepción visual estará dominada por la infraestructura permanente del PS Altamirano. Las condiciones observadas durante el reconocimiento de campo evidencian un paisaje rural previamente intervenido por actividades agropecuarias, infraestructura productiva y unidades avícolas, por lo que la incorporación del proyecto no representa la transformación de un paisaje completamente natural. Sin embargo, la infraestructura fotovoltaica generará una modificación permanente en la composición visual del área directamente ocupada. Considerando la permanencia de la infraestructura y la transformación visual del paisaje dentro del área directamente ocupada por el proyecto, este impacto fue clasificado como **Severo**. La valoración responde a la incorporación permanente de infraestructura visible dentro del paisaje rural existente. La magnitud del impacto se encuentra condicionada por la presencia de infraestructura previa y por la conservación de elementos naturales que reducen parcialmente el contraste visual generado por el proyecto.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución de elementos bióticos del paisaje	**Descripción:** Las actividades de desmonte y preparación del sitio implican la remoción parcial de la vegetación secundaria presente dentro del polígono del proyecto, ocasionando la disminución de elementos bióticos que actualmente contribuyen a la calidad visual del paisaje. Esta modificación comprende principalmente la pérdida de cobertura vegetal, árboles aislados y algunos segmentos de corredores de vegetación, elementos que estructuran la composición escénica del entorno. Los recorridos de campo permitieron confirmar que la cobertura vegetal existente es superior a la identificada mediante interpretación cartográfica, predominando vegetación secundaria de selva baja

COMPONENTE: PAISAJE	
	caducifolia en distintos grados de sucesión. En consecuencia, la disminución de estos elementos representa una modificación perceptible de la calidad paisajística local. Considerando que parte de la vegetación permanecerá sin intervención y que el entorno mantiene una matriz predominantemente agropecuaria, la afectación se limita al área directamente ocupada por el proyecto. La valoración considera la pérdida localizada de elementos naturales que aportan diversidad visual al paisaje, particularmente la vegetación secundaria, árboles aislados y corredores vegetales identificados durante el trabajo de campo.
Factor: Alteración / Fragilidad **Etapa (s):** Construcción y Operación.	
Impacto: Presencia de elementos no naturales	**Descripción:** La construcción del PS Altamirano incorpora elementos de origen antrópico que modifican la configuración visual existente del paisaje mediante la instalación permanente de módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, subestación eléctrica, línea de transmisión y demás obras complementarias. Estos elementos constituyen nuevos componentes visuales dentro del entorno rural y modifican parcialmente la percepción del paisaje durante toda la vida útil del proyecto. Aunque el paisaje ya presenta infraestructura agropecuaria, caminos rurales y granjas avícolas, la incorporación del PS Altamirano incrementa la presencia de elementos artificiales visibles, modificando la naturalidad del sitio dentro del área directamente ocupada. La magnitud del impacto se encuentra limitada por el contexto previamente intervenido del área de influencia, La valoración responde al incremento permanente de infraestructura artificial dentro del paisaje, manteniendo coherencia con el grado de transformación previamente existente en el territorio y con la ocupación autorizada para el proyecto.

COMPONENTE: PAISAJE	
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono.	
Impacto: Recuperación de la calidad visual	**Descripción:** Al finalizar la vida útil del proyecto, el retiro de las instalaciones y la restauración de las áreas temporalmente intervenidas favorecerán la recuperación progresiva de la calidad visual del paisaje. Estas actividades permitirán disminuir la presencia de elementos artificiales y facilitar el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal compatible con las condiciones finales del sitio. La recuperación se concentrará principalmente en las áreas utilizadas temporalmente durante la construcción y en aquellas superficies que no permanezcan ocupadas por infraestructura permanente hasta el cierre del proyecto. El alcance de este beneficio dependerá del cumplimiento de las actividades de abandono y restauración previstas en los programas ambientales. Este impacto corresponde al efecto positivo asociado a la recuperación gradual de las condiciones paisajísticas del área intervenida. La recuperación del paisaje constituye un beneficio progresivo y localizado que mejora parcialmente la percepción visual del sitio mediante el retiro de infraestructura temporal y la restauración de las áreas intervenidas.

IV.2.4.5 Descripción de impactos del componente Flora

La flora presente dentro del área del proyecto corresponde principalmente a Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) en diferentes grados de sucesión ecológica. Durante los recorridos de campo se verificó que la cobertura vegetal existente es superior a la representada en la cartografía de INEGI, identificándose además corredores de vegetación, árboles aislados y especies características de sucesión secundaria que aportan diversidad y funcionalidad ecológica al ecosistema.

Asimismo, durante la caracterización se registró la presencia de especies incluidas en el Apéndice II de la CITES, así como la especie endémica *Solanum houstonii*. Aunque dentro del área de aprovechamiento **no se identificaron especies vegetales bajo categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010**, estos elementos incrementan la importancia ecológica de la vegetación presente y justifican la implementación de medidas de rescate y manejo antes del inicio de las actividades de preparación del sitio

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

Tabla 10. Descripción de los impactos identificados para el componente flora.

COMPONENTE: FLORA	
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción.	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio implican la remoción parcial de la vegetación existente para la instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos, subestación eléctrica y demás infraestructura del proyecto. Como consecuencia, se reducirá la riqueza específica dentro del área directamente intervenida debido a la eliminación de individuos pertenecientes a diferentes especies vegetales que actualmente conforman la vegetación secundaria presente en el sitio. Durante los recorridos de campo se confirmó que el predio presenta una cobertura vegetal más desarrollada que la identificada mediante información cartográfica, predominando Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia en diferentes grados de sucesión. Asimismo, la presencia de corredores de vegetación y árboles aislados aporta heterogeneidad florística al paisaje y favorece la conservación de diferentes especies vegetales propias de este ecosistema. Aunque la disminución de la riqueza específica se limita al área requerida para el proyecto y no representa la pérdida regional de especies, la presencia de especies incluidas en el Apéndice II de la CITES y de la especie endémica *Solanum houstonii* incrementa la

COMPONENTE: FLORA	
	sensibilidad ecológica del componente, justificando la implementación de medidas de rescate y manejo. La valoración responde a la disminución localizada de la riqueza florística dentro del área directamente intervenida. La afectación se limita al polígono del proyecto y puede reducirse parcialmente mediante la conservación de vegetación no intervenida y el rescate de individuos de interés ecológico.
Factor: Abundancia **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución en la abundancia de los organismos	**Descripción:** La remoción de la vegetación ocasionará una reducción en el número de individuos presentes dentro del área directamente intervenida, disminuyendo la abundancia local de las especies vegetales que conforman la vegetación secundaria existente. Esta afectación será más evidente en las zonas destinadas a infraestructura permanente, donde la ocupación del suelo impedirá el restablecimiento inmediato de la cobertura vegetal original. Durante el reconocimiento de campo se observó que la vegetación presenta diferentes estados de sucesión ecológica, incluyendo árboles aislados y especies frutales que contribuyen a la estructura vegetal del sitio. Aunque la disminución en la abundancia se restringe al área de aprovechamiento, representa una modificación directa sobre la estructura de la comunidad vegetal existente. La valoración considera una disminución localizada en el número de individuos vegetales asociada exclusivamente al área requerida para el proyecto, sin representar una pérdida significativa de la abundancia a escala regional.
Factor: Regeneración **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	

COMPONENTE: FLORA	
Impacto: Disminución en el banco de semillas	**Descripción:** Las actividades de despalme y remoción de la capa superficial del suelo ocasionan la pérdida parcial del banco de semillas presente en el horizonte orgánico, reduciendo temporalmente la capacidad natural de regeneración de la vegetación dentro de las áreas intervenidas. Esta afectación se concentra principalmente en las zonas donde se instalará infraestructura permanente y donde será necesario retirar la cobertura vegetal existente. El banco de semillas constituye un elemento fundamental para los procesos de regeneración natural de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Por esta razón, la alteración de la capa superficial del suelo representa una disminución en el potencial de recuperación espontánea de la comunidad vegetal. La magnitud del impacto dependerá de la superficie finalmente intervenida y de las medidas de manejo implementadas para conservar, cuando sea técnicamente viable, el suelo orgánico retirado durante las actividades de preparación del sitio. La valoración considera una afectación localizada sobre la **c**apacidad de regeneración natural de la vegetación, asociada principalmente a la remoción del horizonte superficial del suelo y del banco de semillas contenido en él.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono.	
Impacto: Recuperación de cobertura vegetal	**Descripción:** Al concluir la vida útil del proyecto, las actividades de abandono y restauración permitirán el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal en las áreas temporalmente intervenidas, favoreciendo la recuperación progresiva de la estructura vegetal y de las funciones ecológicas asociadas. Estas acciones contribuirán a mejorar la conectividad del paisaje y a facilitar los procesos naturales de sucesión ecológica compatibles con las condiciones finales del sitio.

COMPONENTE: FLORA	
	La recuperación se concentrará en las áreas que no permanezcan ocupadas por infraestructura permanente y dependerá de la correcta implementación de las actividades de restauración previstas para el cierre del proyecto. La recuperación de la cobertura vegetal constituye un beneficio ambiental gradual que favorece el restablecimiento parcial de la estructura y composición de la vegetación en las áreas temporalmente intervenidas.

IV.2.4.6 Descripción de impactos del componente Fauna

La fauna silvestre presente en el área del proyecto está asociada principalmente a la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC), árboles aislados, corredores de vegetación y escurrimientos superficiales que funcionan como áreas de refugio, alimentación, reproducción y desplazamiento para diferentes grupos faunísticos. Durante la caracterización ambiental se registraron especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, incluyendo especies bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que incrementa la sensibilidad ambiental del componente.

Las principales afectaciones derivadas del proyecto se relacionan con la modificación del hábitat, la alteración de la dinámica ecológica de las especies y el riesgo de mortalidad asociado a la infraestructura y a las actividades constructivas. No obstante, la implementación Preparación del sitio y Construcción. De medidas preventivas, programas de rescate y acciones de manejo permitirá reducir significativamente la magnitud de los impactos identificados.

Para el componente fauna se identificaron un total de nueve posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna.

COMPONENTE: FAUNA	
Factor: Especies Vulnerables **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción.	
Impacto: Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio representan el periodo de mayor sensibilidad para las especies de fauna incluidas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que implican el ingreso de maquinaria, apertura de áreas de trabajo, remoción de la cobertura vegetal y aumento de la presencia humana dentro del área de influencia directa del proyecto. Estas actividades pueden ocasionar la alteración de los sitios utilizados por las especies para refugio, alimentación, reproducción o desplazamiento, incrementando la probabilidad de afectaciones directas sobre individuos que permanezcan dentro del área al inicio de las obras. Durante los estudios de línea base y los recorridos de campo se confirmó la presencia de especies de fauna sujetas a protección especial, lo que evidencia la importancia ecológica del área y la necesidad de adoptar medidas preventivas antes del inicio de cualquier actividad de desmonte o movimiento de tierras. Aunque la mayor parte de estas especies presenta capacidad de desplazamiento hacia áreas adyacentes, algunos grupos, particularmente reptiles, anfibios y pequeños mamíferos, poseen una movilidad limitada y dependen estrechamente de la cobertura vegetal y de los microhábitats existentes para completar su ciclo de vida. Adicionalmente, se identificó que los corredores de vegetación asociados a los escurrimientos superficiales y los árboles aislados presentes dentro del polígono del proyecto funcionan como elementos de conectividad ecológica utilizados por diferentes especies protegidas para desplazarse entre fragmentos de vegetación. La intervención de estos elementos puede generar una disminución temporal en la disponibilidad de hábitat adecuado para dichas especies, particularmente durante la etapa constructiva.

COMPONENTE: FAUNA	
	La valoración responde a la sensibilidad ecológica de las especies protegidas registradas durante la caracterización ambiental y al riesgo de afectación directa durante las actividades iniciales del proyecto. No obstante, la disponibilidad de hábitats similares en el entorno, la movilidad de la mayoría de las especies y la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna permiten reducir considerablemente la magnitud del impacto, manteniendo la categoría definida en la matriz de valoración
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la remoción parcial de la vegetación, el incremento de la actividad humana, la operación de maquinaria y la instalación de infraestructura generan modificaciones sobre las condiciones ambientales que actualmente favorecen la permanencia de diferentes especies de fauna silvestre, ocasionando una disminución localizada de la riqueza específica dentro del área directamente intervenida. La caracterización ambiental permitió establecer que el área del proyecto alberga una comunidad faunística asociada principalmente a la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, corredores de vegetación, árboles aislados y escurrimientos superficiales, elementos que proporcionan alimento, refugio y conectividad para aves, mamíferos, reptiles y anfibios. La modificación de estos elementos naturales reduce temporalmente la disponibilidad de recursos ecológicos y favorece el desplazamiento de algunas especies hacia zonas con menor nivel de perturbación. Es importante señalar que la disminución de la riqueza específica no implica la desaparición de especies dentro del área de influencia regional, sino una reducción localizada en el número de especies observadas dentro del polígono del proyecto durante las etapas de mayor intervención. La mayoría de las especies registradas presentan capacidad de desplazamiento hacia hábitats similares existentes en el

COMPONENTE: FAUNA	
	entorno, por lo que se espera que utilicen áreas adyacentes mientras concluyen las actividades constructivas. Durante la etapa de operación, la perturbación disminuye considerablemente debido al cese de las actividades de construcción y al establecimiento de condiciones más estables dentro del predio. En consecuencia, algunas especies podrán recolonizar progresivamente determinados sectores del proyecto, particularmente aquellas con mayor tolerancia a ambientes intervenidos y que aprovechan la vegetación remanente o las áreas abiertas existentes entre los arreglos fotovoltaicos. La magnitud del impacto dependerá de la superficie finalmente intervenida, del mantenimiento de corredores de vegetación funcionales y de la eficacia de las medidas de manejo implementadas durante la construcción. Debido a que el paisaje circundante conserva condiciones ambientales similares y mantiene conectividad ecológica suficiente para permitir el desplazamiento de la fauna, la disminución de la riqueza específica se considera de carácter localizado.
Factor: Modificación del Hábitat **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio constituyen la principal fuente de modificación del hábitat para la fauna silvestre, debido a que implican la remoción parcial de la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, árboles aislados y otros elementos naturales que actualmente proporcionan áreas utilizadas para descanso, alimentación, refugio, reproducción y desplazamiento de diversas especies presentes dentro del área del proyecto. Durante la caracterización ambiental se verificó que los corredores de vegetación asociados a escurrimientos superficiales desempeñan un papel fundamental como elementos de conectividad ecológica entre diferentes fragmentos del paisaje. Asimismo, los árboles aislados constituyen sitios de perchado para aves, refugio para pequeños

COMPONENTE: FAUNA	
	mamíferos y reptiles, además de aportar recursos alimenticios mediante la producción de flores, frutos y semillas. La eliminación parcial de estos elementos reducirá temporalmente la disponibilidad de microhábitats dentro del polígono directamente intervenido. La pérdida de estas áreas no implica únicamente la remoción física de vegetación, sino también la modificación de las relaciones ecológicas que mantienen las especies con su entorno. Algunas aves modificarán los sitios utilizados para descanso y nidificación; pequeños mamíferos cambiarán sus rutas habituales de desplazamiento; mientras que reptiles y anfibios perderán refugios asociados a la hojarasca, troncos caídos o vegetación densa. No obstante, las observaciones de campo permitieron confirmar que el paisaje circundante conserva remanentes de vegetación con características similares, lo cual permitirá que gran parte de la fauna utilice áreas adyacentes mientras se estabilizan las condiciones del proyecto. Esta disponibilidad de hábitats alternativos constituye uno de los principales factores considerados durante la valoración del impacto. Adicionalmente, la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre previo al inicio del desmonte disminuirá la probabilidad de afectaciones directas sobre individuos de movilidad limitada y facilitará su traslado hacia zonas ambientalmente adecuadas
Impacto: Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	**Descripción:** La presencia continua de personal, el tránsito de maquinaria, la generación de ruido, las vibraciones asociadas a las actividades constructivas y la incorporación de infraestructura permanente modifican las condiciones ambientales bajo las cuales las especies de fauna desarrollan sus actividades cotidianas. Estas alteraciones pueden producir cambios en los patrones de comportamiento relacionados con la alimentación, el descanso, la reproducción, la comunicación y el desplazamiento de diferentes grupos faunísticos. Durante la etapa de construcción se espera que la perturbación sea mayor debido al incremento de las actividades humanas dentro del

COMPONENTE: FAUNA	
	área de influencia directa. En estas condiciones, muchas especies tenderán a reducir el tiempo de permanencia dentro del polígono del proyecto, modificar sus horarios de actividad o utilizar rutas alternativas para evitar las zonas con mayor nivel de perturbación. Este comportamiento constituye una respuesta adaptativa común frente a disturbios temporales y no necesariamente implica una disminución permanente de las poblaciones. Durante la etapa de operación, las condiciones de perturbación disminuyen considerablemente al cesar las actividades constructivas. La presencia permanente de la infraestructura puede generar procesos graduales de adaptación por parte de algunas especies, particularmente aquellas con mayor tolerancia a ambientes modificados. En consecuencia, es probable que determinados grupos faunísticos vuelvan a utilizar parcialmente el área del proyecto, aunque con cambios en la intensidad de uso y en la distribución espacial de sus actividades. Es importante señalar que la modificación del comportamiento no implica necesariamente una afectación permanente sobre la viabilidad de las poblaciones presentes en el área de influencia. La disponibilidad de hábitats alternativos, la permanencia de corredores ecológicos y la implementación de medidas de manejo ambiental permiten reducir la magnitud de este efecto y favorecen la adaptación progresiva de la fauna a las nuevas condiciones del entorno.
Impacto: Efecto barrera	**Descripción:** La instalación permanente del PS Altamirano introduce nuevos elementos físicos dentro del paisaje que pueden modificar parcialmente la conectividad funcional utilizada por diferentes especies de fauna durante sus desplazamientos. La presencia de módulos fotovoltaicos, cercado perimetral, caminos internos, subestación eléctrica y demás infraestructura asociada puede actuar como una barrera física o comportamental para determinados grupos faunísticos, especialmente aquellos con menor capacidad de movilidad o mayor sensibilidad a la presencia humana.

COMPONENTE: FAUNA	
	El efecto barrera no implica necesariamente la interrupción absoluta del desplazamiento de la fauna, sino la modificación de las rutas utilizadas para acceder a zonas de alimentación, refugio o reproducción. Durante la caracterización ambiental se identificó que la conectividad del paisaje depende principalmente de los corredores de vegetación asociados a escurrimientos superficiales y de los árboles aislados distribuidos dentro del área de influencia. La conservación de estos elementos resulta fundamental para mantener la funcionalidad ecológica del territorio. La magnitud del efecto varía considerablemente entre grupos biológicos. Las aves presentan una mayor capacidad para superar obstáculos físicos mediante el vuelo, mientras que reptiles, anfibios y pequeños mamíferos pueden experimentar mayores restricciones cuando existen cercados continuos o una ocupación intensiva del terreno. Por esta razón, el análisis del impacto considera las diferencias ecológicas entre los distintos grupos de fauna presentes en el área del proyecto. La valoración responde a una modificación localizada de la conectividad funcional del paisaje ocasionada por la incorporación de infraestructura permanente. La permanencia de corredores ecológicos en el entorno y la capacidad de desplazamiento de la mayoría de las especies registradas permiten reducir la magnitud del impacto respecto a escenarios con mayor grado de fragmentación.
Factor: Mortalidad **Etapa (s):** Construcción y Operación	
Impacto: Mortalidad por atropellamiento	**Descripción:** Durante las etapas de construcción y operación, el tránsito de maquinaria pesada, vehículos de transporte y unidades de supervisión incrementa el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre, principalmente sobre aquellas especies con baja capacidad de desplazamiento como reptiles, anfibios y pequeños mamíferos. Este riesgo es mayor en los caminos internos del proyecto y en las zonas

COMPONENTE: FAUNA	
	donde la fauna utiliza los escurrimientos superficiales y corredores de vegetación para movilizarse entre diferentes áreas del paisaje. La probabilidad de ocurrencia dependerá de la intensidad del tránsito vehicular, la velocidad de circulación y la frecuencia con la que las especies crucen las vías internas. Durante la construcción el riesgo será mayor debido al incremento de vehículos y maquinaria; mientras que en la operación disminuirá considerablemente al limitarse las actividades al mantenimiento periódico del parque. Considerando que el proyecto contará con velocidades controladas de circulación y medidas orientadas a reducir la interacción entre vehículos y fauna, el impacto se evalúa como Moderado.
Impacto: Mortalidad por colisión	**Descripción:** La infraestructura permanente del proyecto, particularmente la línea de transmisión, los apoyos eléctricos y, en menor medida, algunos elementos del PS Altamirano representan un riesgo potencial de colisión para determinadas especies de aves que utilizan el área como zona de desplazamiento, alimentación o descanso. La probabilidad de ocurrencia depende de las rutas de vuelo utilizadas por la avifauna, de la visibilidad de la infraestructura y de las características propias de cada especie. Durante la caracterización ambiental se identificó que los corredores de vegetación y los árboles aislados presentes en el área funcionan como sitios de perchado y referencia para diversas especies de aves. La incorporación de nuevos elementos verticales dentro del paisaje puede modificar estas rutas de vuelo e incrementar el riesgo de colisión, principalmente durante los desplazamientos entre áreas de alimentación y refugio. Aunque la afectación esperada es localizada y de baja frecuencia, corresponde a un impacto permanente mientras la infraestructura permanezca en operación. La valoración considera un impacto permanente con baja probabilidad de ocurrencia, cuya magnitud depende principalmente de la interacción de las aves con la infraestructura instalada

COMPONENTE: FAUNA	
Impacto: Mortalidad por electrocución	**Descripción:** La infraestructura eléctrica asociada al proyecto, principalmente la línea de transmisión, estructuras de soporte y subestación elevadora, puede representar un riesgo potencial de electrocución para algunas especies de aves que utilizan estos elementos como sitios de perchado o descanso. A diferencia de la colisión, este impacto se produce por el contacto simultáneo del ave con elementos energizados o con partes conductoras de la infraestructura eléctrica. La valoración responde a un riesgo permanente asociado exclusivamente a la infraestructura eléctrica del proyecto. La aplicación de medidas preventivas desde el diseño y el seguimiento mediante monitoreo permiten mantener la magnitud del impacto dentro de la categoría definida en la matriz.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Construcción y Operación	
Impacto: Recuperación progresiva del hábitat	**Descripción:** Al finalizar la vida útil del proyecto, el retiro de la infraestructura y la implementación de las actividades de abandono permitirán la recuperación gradual de las áreas temporalmente intervenidas, favoreciendo el restablecimiento de condiciones que faciliten nuevamente el uso del sitio por parte de la fauna silvestre. Este proceso estará asociado principalmente a la restauración de la cobertura vegetal, la estabilización del suelo y la eliminación de elementos temporales utilizados durante la construcción y operación. La recuperación del hábitat favorecerá progresivamente el retorno de especies que utilizan la vegetación como fuente de alimento, refugio o sitio de reproducción. Asimismo, permitirá mejorar la conectividad ecológica del paisaje mediante el restablecimiento de áreas con vegetación compatible con las condiciones naturales del entorno. La valoración corresponde a un impacto positivo asociado a la recuperación progresiva de las funciones ecológicas del hábitat en las áreas temporalmente intervenidas. Aunque la restauración no reproduce de manera inmediata las condiciones originales del

COMPONENTE: FAUNA	
	ecosistema, sí favorece el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal, la conectividad del paisaje y la disponibilidad de refugio y alimento para la fauna silvestre.

IV.2.4.7 Descripción de impactos del componente Socioeconómico

El área de influencia del proyecto se localiza en un entorno predominantemente rural donde convergen actividades agropecuarias, comerciales y de servicios con la presencia de comunidades indígenas y población local que mantienen una relación estrecha con el territorio y con las actividades productivas desarrolladas en la región. En este contexto, la ejecución del proyecto interactuará temporalmente con la dinámica socioeconómica existente mediante la generación de empleo, la contratación de bienes y servicios y el incremento en la demanda de infraestructura durante la etapa constructiva.

En términos generales, el proyecto generará impactos positivos asociados a la creación temporal de empleo, el fortalecimiento de la economía local y la demanda de bienes y servicios durante la construcción. Los impactos negativos corresponden principalmente al incremento temporal del tránsito vehicular y a las molestias puntuales derivadas de las actividades constructivas, los cuales presentan un carácter localizado, temporal y susceptible de manejo.

Tabla 12 Descripción de los impactos identificados para el componente Socioeconómico.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Factor: Actividades Comerciales **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Derrama económica por bienes o servicios	**Descripción:** La ejecución del proyecto incrementará temporalmente la demanda de bienes y servicios requeridos para el desarrollo de las diferentes actividades constructivas, favoreciendo la participación de establecimientos comerciales y prestadores de servicios ubicados en el área de influencia. Entre los principales sectores beneficiados se

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	encuentran los servicios de transporte, hospedaje, alimentación, suministro de combustibles, renta de maquinaria, ferreterías, talleres, materiales de construcción y demás proveedores necesarios para la ejecución del parque fotovoltaico. La mayor derrama económica se concentrará durante la etapa constructiva, cuando el volumen de contratación de servicios y adquisición de insumos alcanza su máximo nivel. Aunque durante la operación esta demanda disminuye considerablemente, continuará existiendo una contratación periódica de servicios asociados al mantenimiento y funcionamiento del proyecto. En el área de influencia del proyecto se identificó la presencia de comunidades indígenas cuya dinámica económica mantiene vínculos con actividades agropecuarias, comerciales y de prestación de servicios desarrolladas en el territorio. En este contexto, la contratación de bienes y servicios locales podrá representar un beneficio económico temporal para diferentes actores del área de influencia, procurando que estos procesos se desarrollen de manera transparente, equitativa y respetando las formas de organización comunitaria existentes. Los mecanismos específicos de relacionamiento y participación serán desarrollados como parte de las estrategias contenidas en la Manifestación de Impacto Social del Sector Eléctrico (MISSE). Sin embargo, desde el punto de vista del presente estudio su valoración es Moderada.
Factor: Generación de empleos **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Generación de empleos directos e indirectos	**Descripción:** La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. La incorporación de mano de obra local constituye una oportunidad para fortalecer la participación de la población del área de influencia, incluyendo integrantes de comunidades indígenas que

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	cumplan con los perfiles requeridos por el proyecto, favoreciendo la distribución de los beneficios económicos derivados de la etapa constructiva, siempre bajo criterios de igualdad de oportunidades y conforme a los procedimientos de contratación establecidos por el promovente. Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios.
Factor: Demanda de infraestructura y servicios **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	**Descripción:** El desarrollo del proyecto incrementará temporalmente la utilización de la infraestructura y de los servicios disponibles en el área de influencia, particularmente aquellos relacionados con el transporte, alojamiento, alimentación, abastecimiento de combustibles, suministro de materiales y demás servicios requeridos para el desarrollo de las actividades constructivas. Asimismo, el aumento en la circulación de personal y vehículos puede generar una mayor demanda sobre la infraestructura vial utilizada para acceder al proyecto. Este incremento corresponde a una condición temporal propia de la etapa constructiva y disminuirá progresivamente una vez concluyan las obras. La capacidad instalada de los servicios existentes permite atender esta demanda sin que se prevean afectaciones permanentes sobre la infraestructura local.
Factor: Riesgo Ocupacional **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Incremento de riesgos laborales	**Descripción:** Las diferentes etapas del proyecto implican la ejecución de actividades que pueden incrementar la exposición de los trabajadores a riesgos laborales asociados al movimiento de maquinaria, trabajos en altura, manipulación de equipos, actividades eléctricas, circulación de

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	vehículos y condiciones ambientales propias del sitio. La magnitud del riesgo dependerá del tipo de actividad desarrollada y del cumplimiento de las medidas de seguridad implementadas durante la ejecución del proyecto. El incremento del riesgo ocupacional es inherente al desarrollo de proyectos de infraestructura; sin embargo, puede reducirse significativamente mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, capacitación permanente del personal, uso adecuado de elementos de protección personal y supervisión continua del cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo. La valoración corresponde a un riesgo controlable mediante la implementación de medidas preventivas y procedimientos operativos de seguridad durante todas las etapas del proyecto.

IV.3 Resultados de la valoración de impactos

Después de haber identificado y descrito los impactos que de acuerdo con las características actuales del sitio y a las necesidades constructivas y de operación del proyecto se prevé ocurran durante las diferentes etapas de ejecución del mismo, es posible asignar los valores de los atributos que según en la metodología mencionada deben ser considerados para la categorización de los impactos.

La matriz de importancia generada para cada una de las etapas del proyecto se encuentra anexa de manera digital al presente estudio.

Ver Anexo IV_Matriz de impacto.

En la siguiente Tabla 13 se muestran los resultados de la valoración de los impactos, los cuales están categorizados acorde al valor asignado a cada uno de los atributos considerados.

Tabla 13 Categorización de los impactos por etapa de ejecución del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Irrelevante
		Incremento en la escorrentía	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Irrelevante
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
		Contaminación por residuos peligrosos	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
	Estructura	Compactación del suelo	Irrelevante	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	Irrelevante	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
		Perdida de suelo por erosión eólica	Irrelevante	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado
		Generación de polvos y partículas suspendidas	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	Irrelevante	Moderado	Moderado	Severo	Moderado
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	Irrelevante	Severo	Moderado	Severo	Irrelevante
	Alteración	Presencia de elementos no naturales	Irrelevante	Moderado	Severo	Severo	Moderado
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Severo
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	Irrelevante	Severo	Moderado	Moderado	Irrelevante
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante
		Efecto barrera	Irrelevante	Severo	Severo	Moderado	Irrelevante

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
		Mortalidad por colisión	Irrelevante	Moderado	Severo	Severo	Moderado
		Mortalidad por electrocución	Irrelevante	Irrelevante	Severo	Moderado	Irrelevante
	Mortalidad	Recuperación progresiva del hábitat	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
	Generación de empleo	Generación de empleos directos e indirectos	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Irrelevante
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado

En la siguiente gráfica se presenta la distribución de los impactos ambientales identificados para cada una de las etapas del proyecto, así como su categorización conforme a la metodología de valoración aplicada. A partir de los resultados obtenidos se observa que no se identifican impactos ambientales clasificados como críticos, evidenciando que las interacciones previstas entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales pueden ser gestionadas mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y manejo correspondientes.

Los impactos de mayor relevancia se concentran principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a que corresponden al periodo en el cual se desarrollarán las actividades con mayor interacción sobre el medio, tales como el acondicionamiento del terreno, remoción de vegetación, movimiento de maquinaria, instalación de infraestructura temporal y permanente, así como el incremento en la presencia de personal y equipos. Estas actividades generan principalmente modificaciones sobre los componentes suelo, flora, fauna y paisaje; sin embargo, sus efectos se encuentran asociados principalmente al área de intervención directa del proyecto y fueron considerados dentro de la valoración ambiental realizada.

Durante la etapa de operación, los impactos identificados se relacionan principalmente con la presencia y funcionamiento de la infraestructura fotovoltaica, actividades de mantenimiento y posibles interacciones con la fauna y el paisaje. Finalmente, durante la etapa de abandono se identifican impactos positivos asociados a la recuperación progresiva de las condiciones ambientales mediante el retiro de infraestructura y las actividades de restauración previstas.

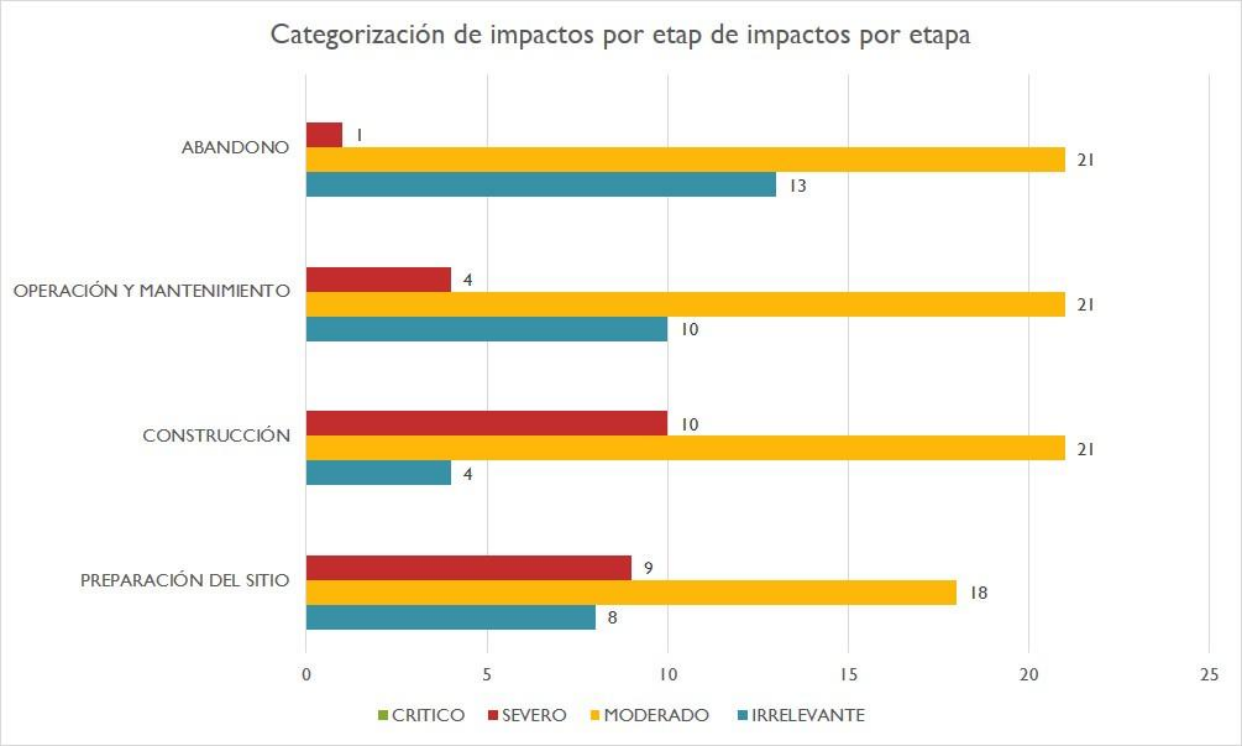


Figura 10 Categorización de los impactos por etapas del proyecto.

En lo que respecta a la categorización de los impactos identificados para el componente agua, los resultados obtenidos evidencian que las principales interacciones se presentan durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al desarrollo de actividades asociadas con el acondicionamiento del terreno, adecuación de áreas de trabajo, tránsito de maquinaria y establecimiento de infraestructura temporal y permanente del proyecto. Dichas actividades pueden generar modificaciones sobre los procesos hidrológicos locales, principalmente relacionadas con cambios en la capacidad de infiltración, incremento de la escorrentía superficial, modificación de patrones naturales de escurrimiento y posibles alteraciones en la calidad del recurso hídrico.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, los impactos asociados al componente agua disminuyen debido a la reducción significativa de actividades constructivas, limitándose

principalmente a las actividades de mantenimiento de la infraestructura fotovoltaica y al manejo adecuado de residuos y sustancias utilizadas durante la operación.

Finalmente, durante la etapa de abandono, los impactos previstos se relacionan principalmente con las actividades de retiro de infraestructura y restauración de las áreas intervenidas, las cuales permitirán reducir progresivamente las modificaciones generadas sobre las condiciones hidrológicas del sitio. De acuerdo con la metodología de valoración aplicada, los impactos identificados mantienen categorías manejables mediante la implementación de las medidas ambientales propuestas, sin identificarse impactos críticos para este componente.

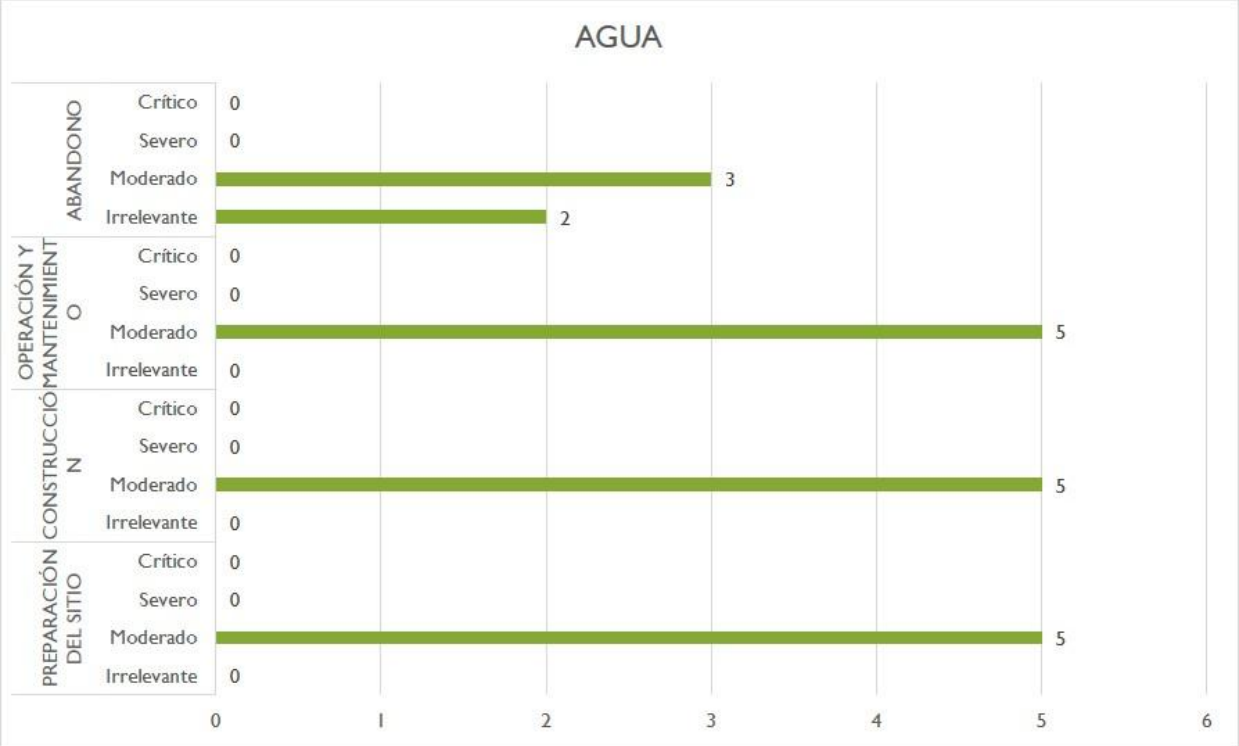


Figura 11 Categorización de los impactos para el componente agua por etapa de proyecto.

En lo que respecta al componente suelo, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración evidencian que los impactos identificados se clasifican principalmente dentro

de la categoría moderada, sin registrarse impactos severos o críticos durante ninguna de las etapas del proyecto, tal como se observa en la siguiente gráfica.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se presenta el mayor número de impactos moderados, asociados principalmente al desarrollo de actividades que implican intervención directa sobre el terreno, tales como desmonte, despalme, acondicionamiento de áreas de trabajo, tránsito de maquinaria, movimiento de materiales e instalación de la infraestructura requerida para el parque fotovoltaico. Estas actividades pueden generar procesos de compactación del suelo, pérdida por erosión hídrica y eólica, cambios en sus propiedades físico-químicas y posibles afectaciones asociadas al manejo de residuos y sustancias utilizadas durante la construcción.

En la etapa de operación y mantenimiento se observa una disminución en la significancia de los impactos, predominando aquellos categorizados como irrelevantes, debido a que las actividades estarán enfocadas principalmente en labores de inspección, mantenimiento preventivo y operación de la infraestructura instalada, reduciendo considerablemente la intervención directa sobre el recurso suelo.

Finalmente, durante la etapa de abandono se identifican impactos clasificados como moderados, asociados tanto al retiro de infraestructura y movimiento temporal de equipos como a los procesos de recuperación de las áreas intervenidas. Estos resultados reflejan que las modificaciones previstas sobre el componente suelo son manejables mediante la implementación de medidas orientadas al control de erosión, manejo adecuado de residuos, prevención de contaminación y recuperación progresiva del área afectada.

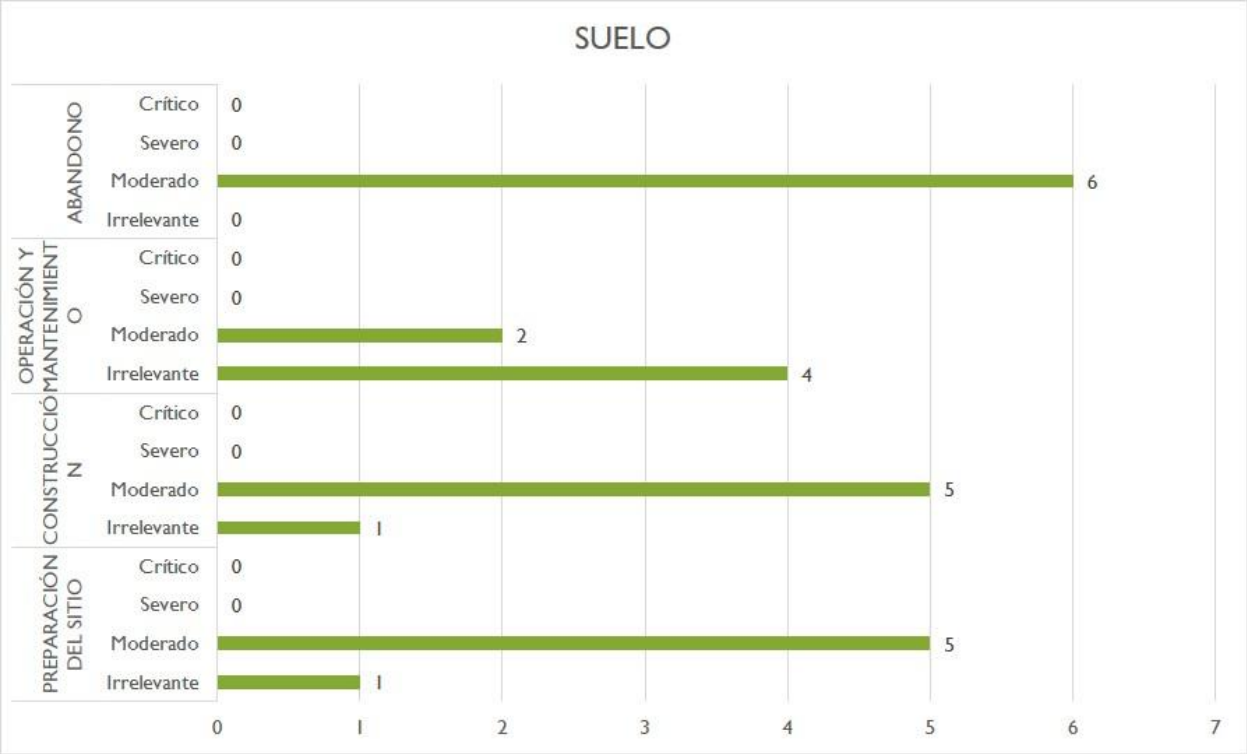


Figura 12 Categorización de los impactos para el componente suelo por etapa de proyecto

En el caso del componente aire, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración muestran que los impactos identificados se clasifican principalmente como moderados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono, mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento estos se categorizan como irrelevantes, tal como se presenta en la siguiente gráfica. No se identificaron impactos severos o críticos asociados a este componente ambiental.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los impactos moderados se encuentran relacionados principalmente con las actividades de desmonte, despalme, adecuación del terreno, movimiento de maquinaria, transporte de materiales y circulación vehicular, las cuales pueden generar temporalmente emisiones de material particulado, gases provenientes de equipos de combustión interna e incremento en los niveles de ruido ambiental.

Para la etapa de operación y mantenimiento se observa una reducción significativa en la relevancia de los impactos, debido a que el funcionamiento del parque fotovoltaico no implica procesos de combustión ni emisiones atmosféricas continuas, limitándose las posibles afectaciones a actividades puntuales de mantenimiento, inspección y tránsito ocasional dentro de las instalaciones.

Finalmente, durante la etapa de abandono los impactos vuelven a clasificarse como moderados debido a las actividades requeridas para el retiro de infraestructura, desmontaje de equipos y movimiento temporal de maquinaria; sin embargo, estas afectaciones tendrán un carácter temporal y podrán ser controladas mediante la aplicación de medidas de manejo orientadas al control de emisiones, mantenimiento de equipos, reducción de material particulado y manejo adecuado de las actividades de desmantelamiento.

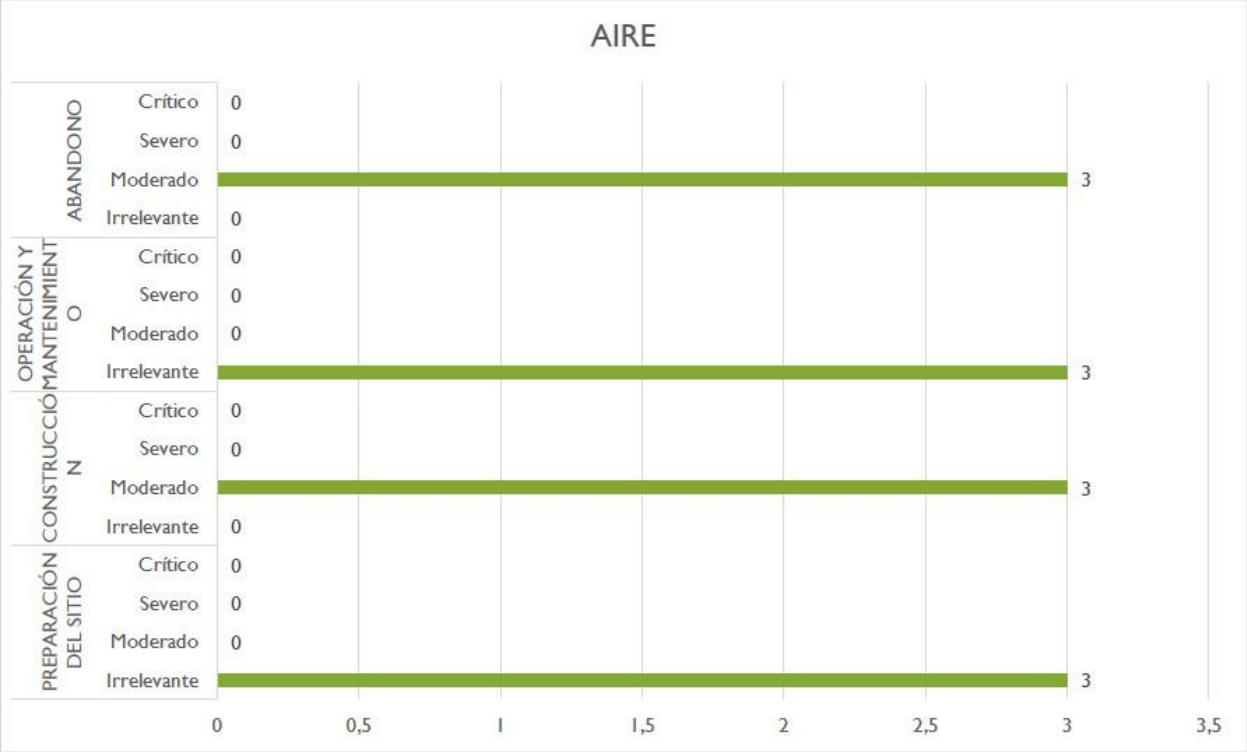


Figura 13 Categorización de los impactos del componente aire por etapa del proyecto.

Para el componente paisaje, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración evidencian que los impactos identificados presentan variaciones entre las categorías

irrelevante, moderada y severa durante las diferentes etapas del proyecto, sin registrarse impactos críticos, tal como se observa en la siguiente gráfica. Esta variación responde principalmente al grado de modificación visual generado por la incorporación progresiva de nuevos elementos dentro del entorno paisajístico.

Durante la etapa de preparación del sitio, los impactos se clasifican principalmente como moderados, asociados a las primeras modificaciones del entorno derivadas del acondicionamiento de áreas, presencia de maquinaria, retiro de elementos naturales y preparación del terreno para la instalación de la infraestructura del proyecto. Estas actividades generan cambios iniciales en la composición visual y en los elementos que conforman el paisaje actual.

En las etapas de construcción y operación se presentan los impactos de mayor significancia para este componente, asociados principalmente a la instalación y permanencia de elementos no naturales dentro del paisaje, como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, infraestructura eléctrica y obras complementarias. Estos elementos modifican los patrones de visibilidad, la calidad visual y la percepción del paisaje debido a su permanencia durante la vida útil del proyecto.

Finalmente, durante la etapa de abandono se mantiene la presencia de impactos asociados al retiro temporal de infraestructura y actividades de desmantelamiento; sin embargo, también se considera el inicio de procesos de recuperación progresiva de la calidad visual del área mediante la restauración de superficies intervenidas y la reducción de elementos artificiales dentro del paisaje.

La clasificación obtenida refleja que el componente paisaje constituye uno de los elementos con mayor sensibilidad frente al desarrollo del proyecto, debido al cambio permanente en la configuración visual del área; no obstante, estos efectos pueden ser gestionados mediante medidas orientadas al ordenamiento de áreas intervenidas, conservación de elementos naturales compatibles con el proyecto y recuperación paisajística durante las etapas correspondientes.

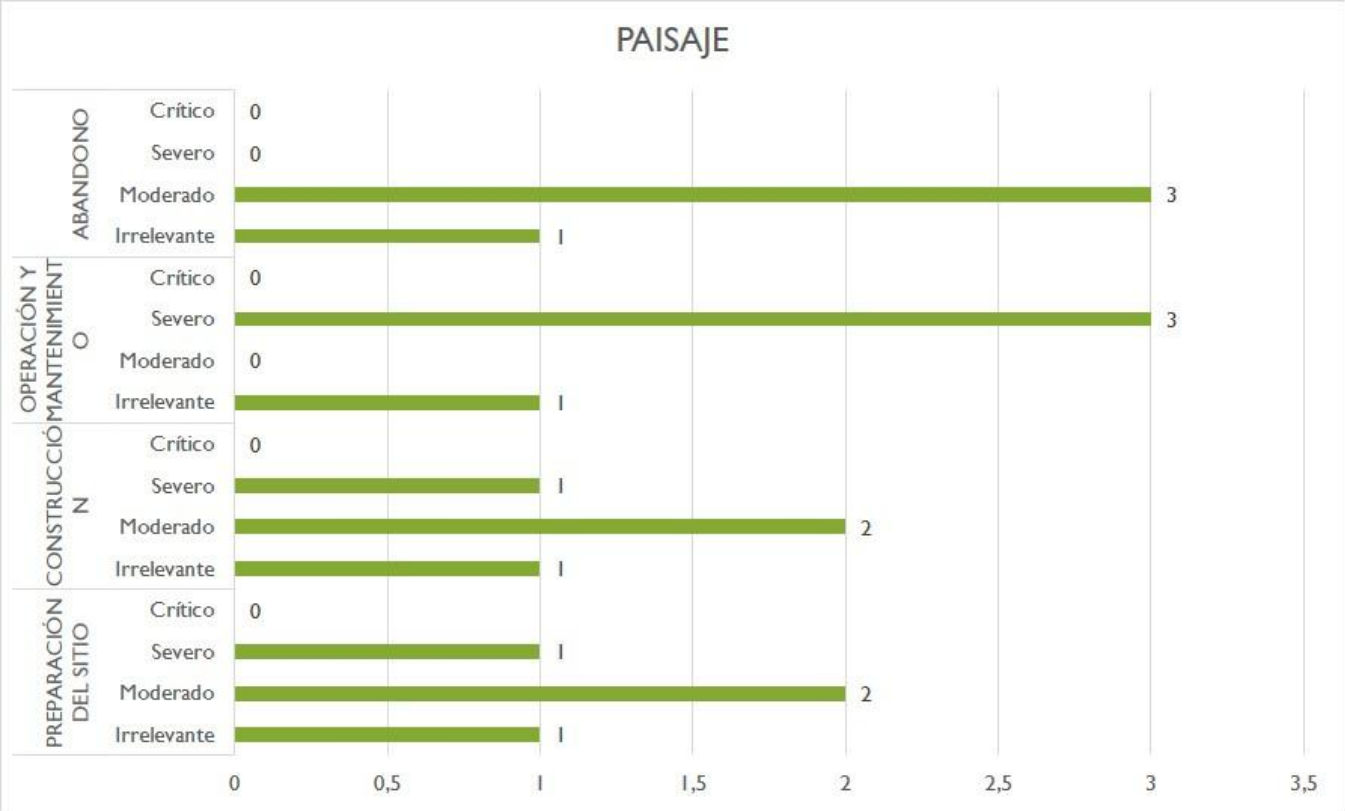


Figura 14 Categorización de los impactos identificados para el componente paisaje por etapa de proyecto.

Para el componente flora, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración evidencian que los impactos identificados presentan categorías variables entre irrelevante, moderada y severa durante las diferentes etapas del proyecto, sin registrarse impactos críticos, tal como se observa en la siguiente gráfica. La significancia obtenida se encuentra relacionada principalmente con la intervención directa sobre la vegetación existente dentro del área del proyecto y los cambios generados sobre la estructura y dinámica de la comunidad vegetal.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se presentan los impactos de mayor relevancia, asociados principalmente con las actividades de desmonte, despalme y acondicionamiento del terreno requeridas para la instalación del PS Altamirano. Estas actividades pueden ocasionar disminución de la riqueza específica, reducción en la abundancia

de organismos vegetales y afectación sobre el banco de semillas presente en el suelo, debido a la remoción de la cobertura vegetal existente.

La valoración obtenida considera las condiciones identificadas durante los trabajos de campo, donde se verificó la presencia de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSSBC), corredores de vegetación y elementos arbóreos aislados que aportan diversidad y funcionalidad ecológica al sitio. Asimismo, la presencia de especies de interés ecológico incrementa la sensibilidad del componente frente a las actividades iniciales del proyecto.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, la interacción sobre la flora disminuye debido a que no se prevén nuevas actividades de remoción de vegetación, concentrándose principalmente en labores de mantenimiento de la infraestructura instalada y manejo de las áreas intervenidas.

Finalmente, durante la etapa de abandono se identifican impactos asociados tanto al retiro de infraestructura como al proceso de recuperación progresiva de la cobertura vegetal. Si bien los procesos de regeneración requieren periodos prolongados para restablecer completamente las condiciones ecológicas del sitio, las actividades de restauración permitirán favorecer la recuperación gradual de la vegetación y de sus funciones ambientales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los impactos identificados sobre la flora pueden ser gestionados mediante la implementación de medidas enfocadas en el rescate de especies de interés ecológico, conservación de vegetación no intervenida, manejo adecuado del desmonte y acciones de restauración conforme a las condiciones del área.

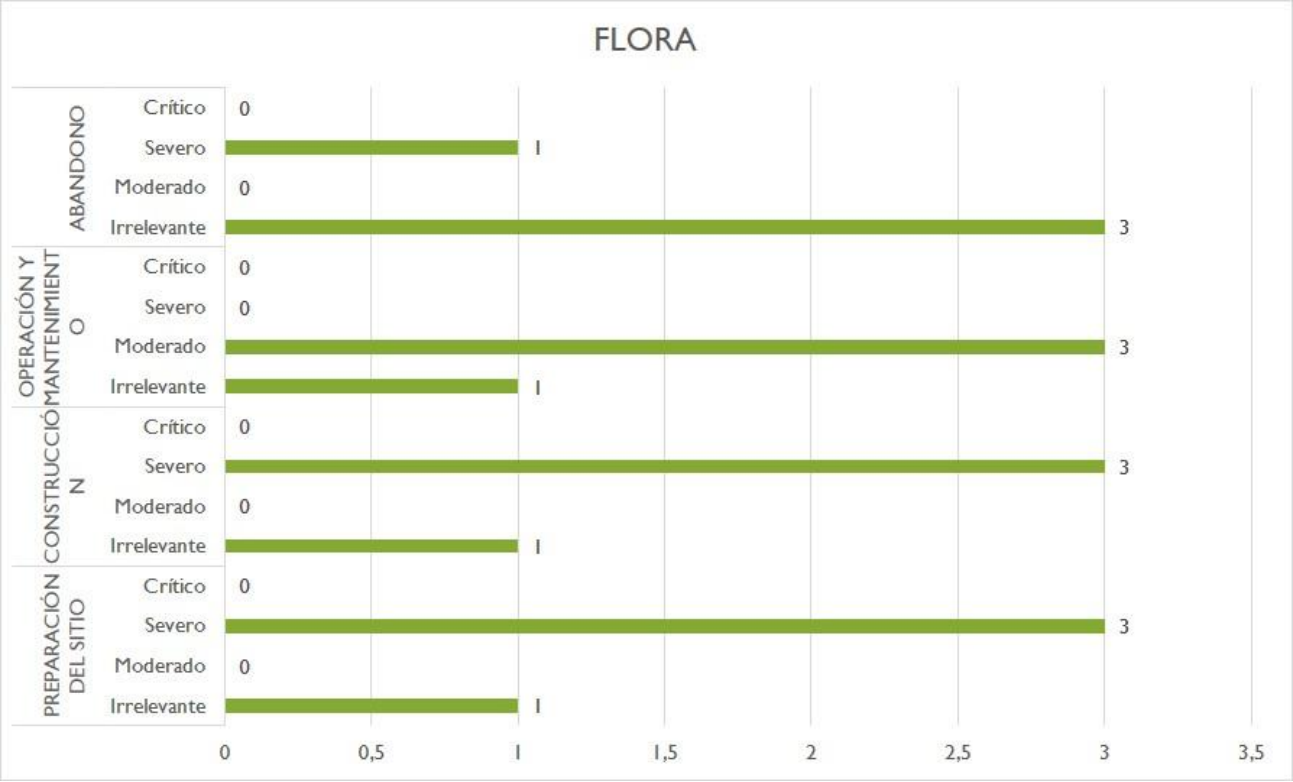


Figura 15. Categorización de los impactos identificados para el componente flora por etapa de proyecto.

En el caso del componente fauna, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración muestran que los impactos identificados presentan categorías variables entre irrelevante, moderada y severa durante las diferentes etapas del proyecto, sin registrarse impactos críticos, tal como se presenta en la siguiente gráfica. La significancia obtenida responde principalmente a los cambios previstos sobre la disponibilidad y funcionalidad del hábitat, así como a las interacciones potenciales entre la fauna silvestre y la infraestructura del proyecto.

Durante la etapa de preparación del sitio, los impactos identificados se clasifican principalmente como irrelevantes y moderados, debido a que las actividades iniciales generan perturbaciones asociadas al incremento de presencia humana, ingreso de maquinaria y preparación de áreas de trabajo. Estos efectos pueden ocasionar el desplazamiento temporal

de individuos hacia zonas cercanas con condiciones ambientales similares, particularmente en especies con mayor capacidad de movilidad.

Durante la etapa de construcción se incrementa la significancia de algunos impactos debido a la intervención directa del área mediante actividades de desmonte, acondicionamiento del terreno e instalación de infraestructura. Dichas actividades pueden generar pérdida o modificación de sitios utilizados por la fauna para alimentación, refugio, descanso y reproducción, además de cambios en los patrones de comportamiento de algunas especies. Este análisis considera especialmente aquellas especies con menor capacidad de desplazamiento y las registradas dentro de alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la etapa de operación y mantenimiento se presentan impactos de mayor significancia asociados principalmente a la presencia permanente de infraestructura dentro del paisaje, lo cual puede modificar la conectividad ecológica y generar interacciones específicas con la fauna, tales como efecto barrera y riesgos de mortalidad por atropellamiento, colisión o electrocución. Estos impactos fueron evaluados de manera independiente considerando los diferentes mecanismos de afectación y las características particulares de la infraestructura asociada al proyecto.

Finalmente, durante la etapa de abandono los impactos identificados se relacionan tanto con las actividades necesarias para el retiro de infraestructura como con el proceso gradual de recuperación del hábitat. Si bien el desmantelamiento puede generar perturbaciones temporales similares a una etapa constructiva, la recuperación progresiva de las áreas intervenidas permitirá favorecer nuevamente la disponibilidad de refugio, alimento y condiciones adecuadas para el establecimiento de especies de fauna silvestre.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las afectaciones previstas sobre el componente fauna pueden ser gestionadas mediante la implementación de medidas orientadas al rescate y reubicación de individuos, conservación de elementos de conectividad ecológica, monitoreo de fauna, prevención de eventos de mortalidad y recuperación progresiva del hábitat, conforme a las condiciones identificadas dentro del área del proyecto.

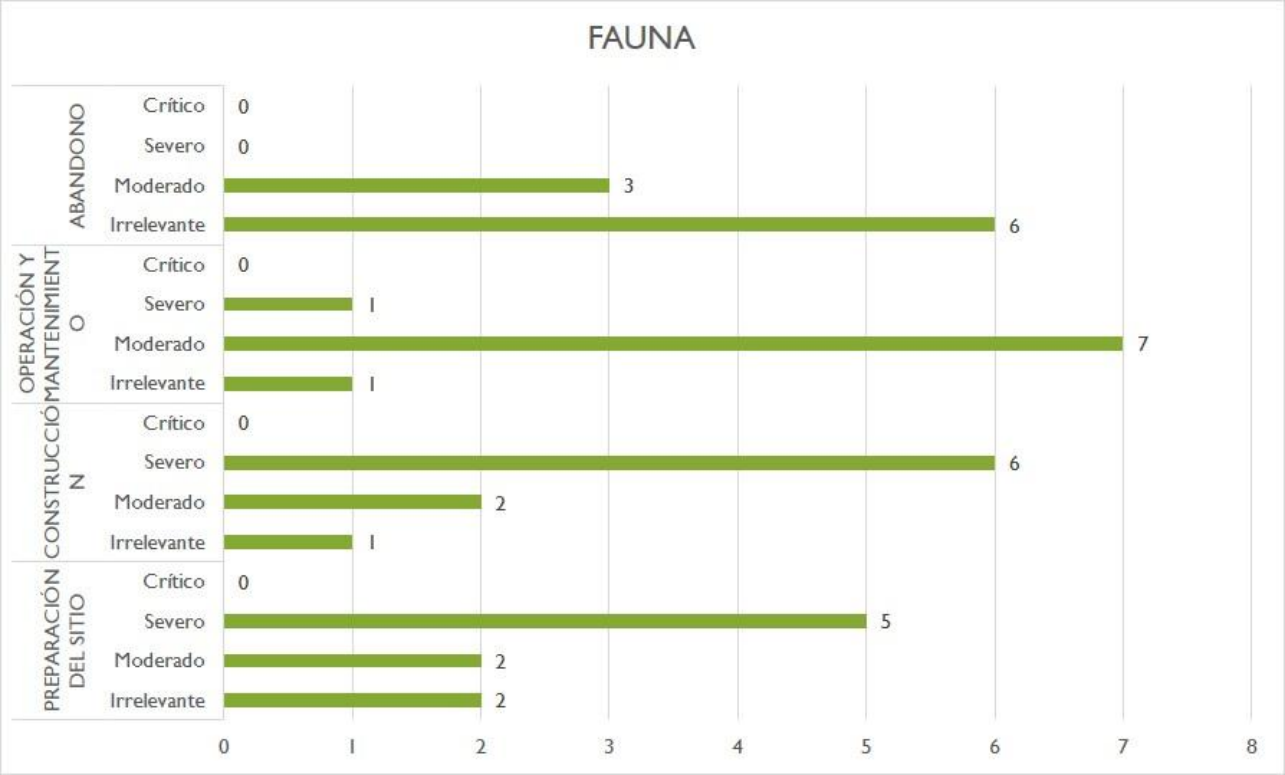


Figura 16. Categorización de los impactos identificados para el componente fauna por etapa del proyecto.

Para el componente socioeconómico, los resultados obtenidos mediante la metodología de valoración evidencian que los impactos identificados se clasifican principalmente como moderados durante las diferentes etapas del proyecto, sin registrarse impactos severos o críticos, tal como se presenta en la siguiente gráfica. Estos resultados responden a las interacciones generadas entre las actividades del proyecto y la dinámica socioeconómica existente en el área de influencia.

Los impactos positivos identificados se encuentran relacionados principalmente con la generación de empleos directos e indirectos y la derrama económica derivada de la contratación de bienes y servicios requeridos durante las diferentes etapas del proyecto. Estos beneficios se presentan principalmente durante la construcción, etapa en la cual se incrementa la demanda de mano de obra, proveedores locales, transporte y servicios complementarios asociados al desarrollo de la infraestructura fotovoltaica.

Asimismo, se identifican interacciones relacionadas con el incremento temporal en la demanda sobre servicios e infraestructura local, especialmente durante las etapas con mayor presencia de personal, maquinaria y actividades operativas. En este contexto, se reconoce la presencia de comunidades locales e indígenas dentro del área de influencia, cuyas dinámicas territoriales y productivas deberán ser consideradas durante la planificación y ejecución del proyecto, manteniendo la articulación correspondiente con los mecanismos establecidos en la Manifestación de Impacto Social del Sector Eléctrico (MISSE).

Por otra parte, el incremento de riesgos laborales se encuentra asociado a la ejecución de actividades propias de un proyecto de infraestructura, incluyendo movimiento de maquinaria, montaje de estructuras, actividades eléctricas, operación y mantenimiento. Estos riesgos son manejables mediante la implementación de programas de seguridad y salud ocupacional, capacitación del personal y cumplimiento de los procedimientos establecidos para cada etapa.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los impactos socioeconómicos identificados presentan una significancia manejable y, en el caso de los impactos positivos, representan oportunidades de beneficio local; mientras que los impactos potencialmente negativos pueden ser prevenidos o mitigados mediante una adecuada planificación, gestión ambiental y coordinación con las estrategias de relacionamiento social establecidas para el proyecto.

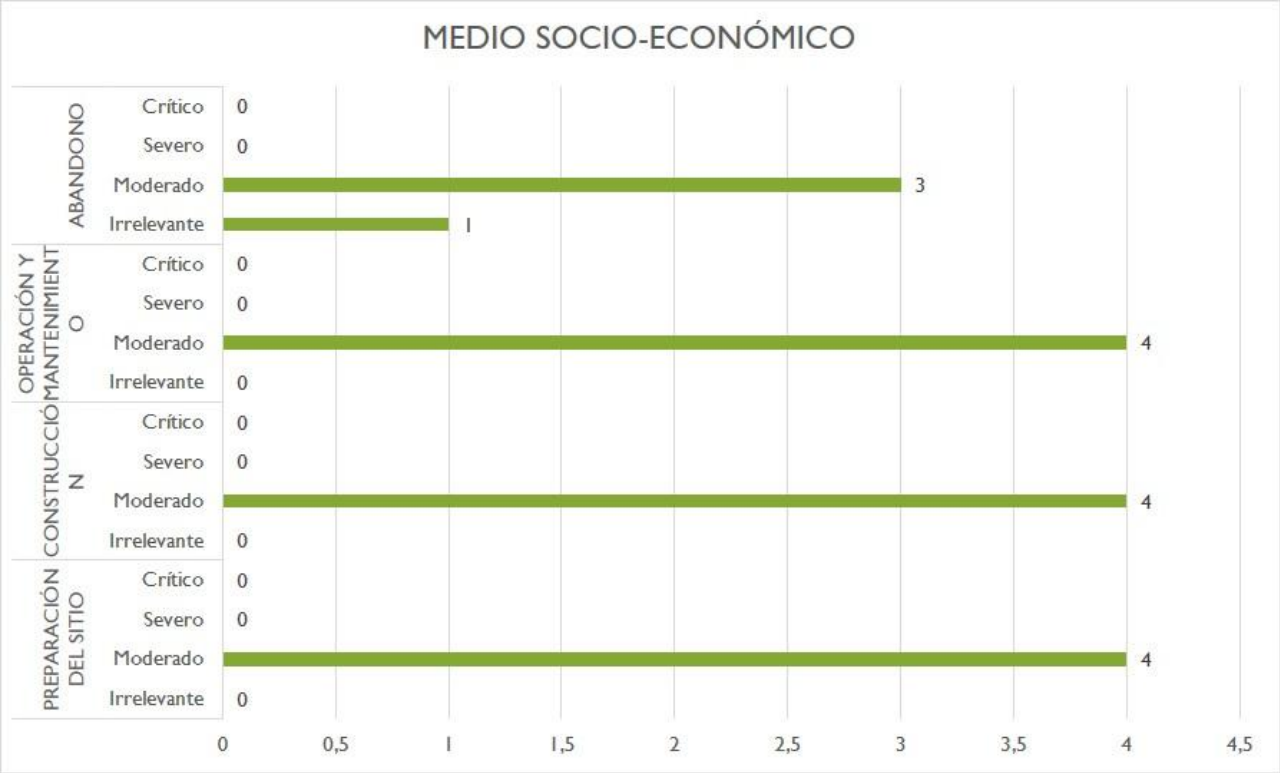


Figura 17 Categorización de los impactos identificados para el componente socioeconómico por etapa del proyecto.

Adicionalmente, la metodología aplicada para la valoración de impactos ambientales permite realizar un análisis integral de los efectos previstos por el desarrollo del proyecto, incluyendo la identificación de aquellos impactos que por sus características pueden presentar un comportamiento acumulativo, sinérgico o residual. Esta clasificación se establece a partir del análisis técnico de los atributos evaluados, considerando la interacción entre las actividades del proyecto, los componentes ambientales involucrados, la permanencia del efecto y la capacidad de recuperación del medio.

De esta manera, la evaluación no solo permite determinar la significancia de cada impacto ambiental identificado, sino también reconocer aquellos efectos que requieren especial atención durante las diferentes etapas del proyecto, con el propósito de establecer medidas de prevención, mitigación, compensación o seguimiento acordes con la naturaleza y comportamiento de cada impacto.

Sinérgico: se asocia directamente al valor resultante de la "Importancia del impacto" (I), la cual se obtiene a partir de la ecuación propuesta para asignar un valor al impacto, misma que incluye de manera conjunta a todos los atributos considerados y valorados.

Residual: esta tipología se asocia a los valores asignados a la periodicidad del impacto (PR) bajo el entendido de que mientras más recurrente sea un impacto en el tiempo más efectos ocasionará en el medio; además se considera la recuperabilidad (MC) del factor afectado tomando como referencia la temporalidad, así como las acciones para tal fin. De esta manera se obtienen los impactos que por su periodicidad y recuperabilidad son residuales o no según la asignación de valores de cada atributo.

Acumulativo: se encuentra asociado directamente al valor asignado para el atributo "Acumulación" considerado en la metodología, el cual se refiere al incremento progresivo de la manifestación.

En las siguientes tablas se muestran los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales resultantes por cada una de las etapas del proyecto.

- Preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio los impactos identificados y valorados resultan ser 24 sinérgicos, 24 residuales y 16 acumulativos, en la siguiente tabla se muestra el detalle de cada uno de los impactos señalados para esta etapa.

Tabla 14 Tipología de impactos para la etapa de preparación del sitio del PS Altamirano

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	SI	SI	SI
		Incremento en la escorrentía	SI	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	SI	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	SI	SI	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	SI	SI
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	SI	NO
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	SI	SI	NO
	Estructura	Compactación del suelo	SI	SI	NO
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	NO
		Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	NO	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	NO
		Generación de polvos y partículas suspendidas	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	SI	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	SI	SI	SI
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	SI	SI
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	SI	SI	SI
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	SI	SI	SI
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	SI	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	SI	SI
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	SI	SI
		Efecto barrera	SI	SI	SI
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	SI	SI
		Mortalidad por colisión	SI	SI	SI
		Mortalidad por electrocución	NO	NO	NO
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	SI	SI	NO
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	SI	SI	NO
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	NO	NO	NO

- Construcción

Para la etapa de construcción de los impactos evaluados resultaron 26 sinérgicos, 18 residuales y 31 acumulativos, tal como se muestra en la siguiente Tabla 15.

Tabla 15 Tipología de impactos para la etapa de construcción del PS Altamirano

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CONSTRUCCIÓN		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	SI	SI	SI
		Incremento en la escorrentía	SI	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	SI	NO	SI
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	SI	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CONSTRUCCIÓN		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	SI	NO	SI
	Estructura	Compactación del suelo	SI	NO	SI
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	SI
		Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	SI
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	NO	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	SI
		Generación de polvos y partículas suspendidas	NO	NO	SI
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	SI
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	SI	SI
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	SI	SI	SI
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	SI	SI
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	SI	SI	SI
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	SI	SI	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CONSTRUCCIÓN		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	SI	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	NO	SI
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	SI	SI
		Efecto barrera	SI	SI	SI
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	SI	SI
		Mortalidad por colisión	SI	SI	SI
		Mortalidad por electrocución	SI	SI	SI
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	SI	SI	SI
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	SI	NO	SI
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	SI	NO	SI

- Operación

Durante la etapa de operación los impactos evaluados resultaron ser 13 sinérgicos, 0 residuales y 0 acumulativos, en la siguiente tabla se muestra el detalle.

Tabla 16 Tipología de impactos para la etapa de operación del PS Altamirano

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	NO	NO	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	NO	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Estructura	Compactación del suelo	NO	NO	NO
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	NO
		Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	NO	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	NO
		Generación de polvos y partículas suspendidas	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	NO	NO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	SI	NO	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	SI	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	SI	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	NO	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	NO	NO
		Efecto barrera	SI	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	NO	NO	NO
		Mortalidad por colisión	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocución	SI	NO	NO
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	NO	NO
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	SI	NO	NO
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	NO	NO	NO
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	NO	NO	NO
TOTAL			13	0	0

- Abandono de sitio.

Finalmente, para la etapa de abandono de sitio resultaron un total de 6 impactos sinérgicos, 2 impactos residuales y 22 acumulativos, tal como se muestra en la siguiente Tabla 17.

Tabla 17 Tipología de impactos para la etapa de abandono del PS Altamirano

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	SI
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	NO	NO	SI
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	NO	NO	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Estructura	Compactación del suelo	NO	NO	SI
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	SI
		Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	SI
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	SI	SI	SI
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	SI
		Generación de polvos y partículas suspendidas	NO	NO	SI
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	SI
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	NO	NO	SI
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	NO	NO	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	NO	NO	SI
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	SI	NO	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	NO	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	NO	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	SI	SI	SI
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	NO	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	NO	NO	NO
		Efecto barrera	NO	NO	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	NO	NO	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
		Mortalidad por colisión	NO	NO	SI
		Mortalidad por electrocución	NO	NO	NO
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	SI	NO	SI
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	NO	SI
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	SI	NO	SI
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	NO	NO	NO
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	NO	NO	SI

Como resultado del análisis de tipología de impactos ambientales, se identificó que los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales presentan una mayor concentración durante las etapas de preparación del sitio y construcción, lo cual se relaciona directamente con la naturaleza de las actividades desarrolladas durante estas fases del proyecto. En estas etapas se llevan a cabo las principales intervenciones sobre el medio, incluyendo acondicionamiento del terreno, remoción de vegetación, movimiento de maquinaria, instalación de infraestructura y modificación temporal de las condiciones existentes del sitio.

Durante la etapa de construcción se presenta el mayor número de impactos acumulativos y sinérgicos, debido a que diferentes actividades se desarrollan de manera simultánea y pueden interactuar sobre los mismos componentes ambientales. En este sentido, los cambios asociados al suelo, flora, fauna y paisaje pueden relacionarse entre sí, generando efectos combinados sobre procesos como la modificación del hábitat, cambios en la cobertura vegetal, alteración visual del entorno y desplazamiento temporal de fauna silvestre.

Respecto a los impactos residuales, estos se presentan principalmente en las etapas de construcción y abandono, asociados a aquellos efectos que pueden permanecer aun después de aplicar las medidas de prevención y mitigación correspondientes. Dichos impactos se encuentran relacionados principalmente con modificaciones de mayor permanencia, tales como cambios en la configuración del paisaje, transformación de la cobertura vegetal y recuperación gradual de las condiciones ecológicas del área intervenida.

Para la etapa de operación y mantenimiento se observa una disminución significativa de los impactos acumulativos y residuales, debido a que no se prevén nuevas actividades de intervención directa sobre el terreno. Los impactos identificados corresponden principalmente a efectos sinérgicos derivados de la interacción entre la presencia permanente de infraestructura fotovoltaica y componentes como paisaje y fauna, los cuales requieren seguimiento durante la vida útil del proyecto.

Finalmente, durante la etapa de abandono se evidencia un incremento en impactos sinérgicos y residuales, asociado tanto a las actividades necesarias para el retiro de infraestructura como a los procesos de recuperación ambiental del sitio. Aunque algunas condiciones requieren periodos prolongados para su restablecimiento, la implementación de medidas de restauración permitirá favorecer la recuperación progresiva de las funciones ambientales del área intervenida.

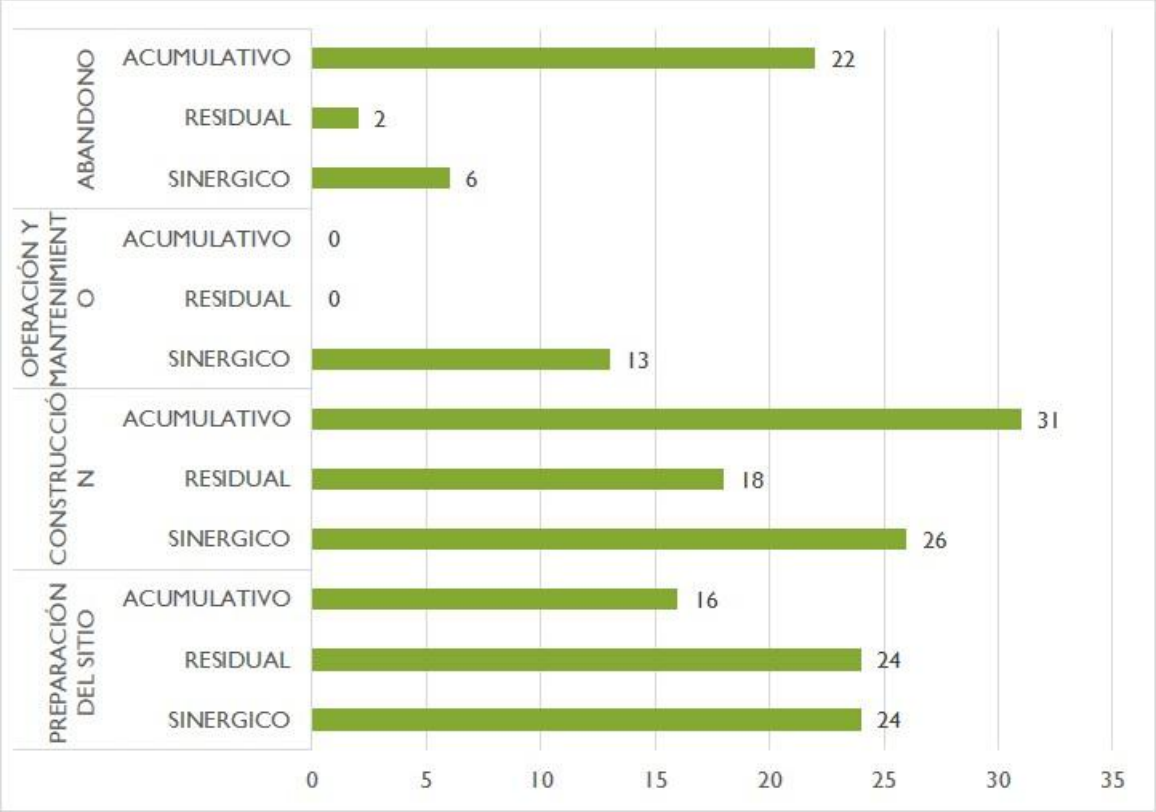


Figura 18 Tipología de los impactos por etapa del proyecto.

IV.4 Impactos residuales

Los impactos ambientales residuales se definen en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del siguiente modo: "*Los impactos ambientales residuales son aquellos que persisten después de haber aplicado las medidas de mitigación*".

La identificación y valorización de los impactos residuales es fundamental, ya que representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.

Dos de los atributos empleados para determinar la importancia de los impactos ambientales es la Recuperabilidad y Periodicidad. En la tabla de valoración de impactos en la que se utilizó

la metodología de Fernández Vítora (2010), se muestran aquellos impactos ambientales significativos que presentaron una recuperabilidad baja y una periodicidad continua, es decir aquellos que tuvieron una valoración de recuperabilidad mayor a 3 y una valoración de periodicidad mayor a 1. En la siguiente tabla se muestran los impactos residuales en concordancia con la evaluación realizada.

Tabla 18 Identificación de impactos residuales.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	NO	SI	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	NO	SI	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	SI	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	SI	SI	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	NO	SI	SI	NO	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	SI	SI	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
		Contaminación por residuos peligrosos o derrames	NO	SI	SI	NO	NO
	Estructura	Compactación del suelo	NO	SI	SI	NO	NO
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	SI	NO	NO
		Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	SI	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	NO	NO	NO	NO	SI
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	SI	NO	NO
		Generación de polvos y partículas suspendidas	NO	NO	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	NO	SI	NO	NO	NO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos del paisaje	NO	SI	NO	NO	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	NO	SI	NO	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual	NO	NO	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	SI	SI	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	NO	SI	SI	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	NO	SI	SI	NO	NO
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	NO	NO	NO	NO	SI
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	NO	SI	SI	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	SI	SI	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	NO	SI	NO	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	NO	SI	SI	NO	NO
		Efecto barrera	NO	SI	SI	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVIO A CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	NO	SI	SI	NO	NO
		Mortalidad por colisión	NO	SI	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocución	NO	NO	SI	NO	NO
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	NO	NO	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI	NO	NO
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	SI	SI	SI	NO	NO
	Demanda de infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	SI	SI	NO	NO	NO
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	SI	NO	NO	NO	NO

Una vez definidos los impactos residuales mediante la metodología aplicada, es necesario reconocer la significancia de estos.

Para determinar la significancia de los impactos residuales, se consideró la magnitud del efecto del impacto y la sensibilidad/importancia del factor ambiental, los cuales se explican en los párrafos posteriores.

Magnitud

La magnitud describe el grado de cambio que el impacto podría ocasionarle al factor ambiental. Las designaciones de magnitud son:

- Baja
- Media
- Alta

Sensibilidad/Importancia del factor ambiental

La determinación de la sensibilidad de los factores se basó en la información obtenida en el Capítulo IV de la presente MIA.

Después de caracterizar la magnitud del impacto, el siguiente paso necesario para asignar significancia a un impacto es definir la sensibilidad/importancia del factor impactado. Cuando el factor es físico, se consideran su calidad, sensibilidad al cambio e importancia. Cuando el factor es biológico se consideran su importancia y su sensibilidad al tipo específico de impacto. Las designaciones de sensibilidad/importancia son:

- Baja
- Media
- Alta

Una vez que se ha caracterizado la magnitud del impacto y la sensibilidad/importancia de un factor, se puede asignar significancia a cada impacto. La significancia del impacto se designa con los elementos incluidos en la matriz que se muestra en la siguiente Tabla 19

Tabla 19 Significancia de los impactos residuales.

		Sensibilidad/Importancia del factor ambiental		
		Baja	Media	Alta
Magnitud del impacto	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Pequeña	Insignificante	Menor	Moderada

		Sensibilidad/Importancia del factor ambiental		
		Baja	Media	Alta
	Mediana	Menor	Moderada	Significativo
	Grande	Moderada	Significativo	Significativo

A continuación, se describen los términos utilizados para la significancia del impacto incluidas en la tabla anterior:

• **Impacto Insignificante** es aquel donde el factor no se verá afectado en ninguna forma por una actividad en particular o donde el efecto predicho es considerado como "imperceptible" de las variaciones naturales de base.

• **Impacto Menor (No Significativo**) es aquel donde un factor experimentará un efecto notable pero cuya magnitud de impacto es lo suficientemente pequeña (con o sin mitigación) y/o el factor es de baja sensibilidad/importancia.

• **Impacto Moderado (Poco Significativo)** tiene una magnitud de impacto que se encuentra dentro de los estándares aplicables, pero cae en algún punto en el rango desde el umbral en que el impacto es menor, hasta el nivel en que podría estar a poco de infringir un límite regulatorio.

• **Impacto Significativo** es aquel donde se puede exceder un límite o estándar aceptado o en el que los impactos de gran magnitud se presentan en factores altamente sensibles.

Una vez aplicada la metodología descrita, se presenta en la siguiente tabla la significancia de los impactos residuales resultantes:

Tabla 20 Significancia de los impactos residuales identificados.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
AGUA	Cantidad	Disminución en la capacidad de Infiltración	El impacto residual corresponde a la modificación permanente de las condiciones de infiltración del agua en las áreas intervenidas por el proyecto, principalmente como resultado de actividades de compactación, adecuación de caminos internos, cimentaciones e instalación de infraestructura. Aunque se implementarán medidas orientadas a conservar superficies permeables y favorecer el manejo adecuado del escurrimiento superficial, permanecerán cambios localizados en las características físicas del terreno que pueden disminuir parcialmente la capacidad natural de infiltración durante la vida útil del proyecto	Media	Media	Moderada
		Incremento en la escorrentía	El impacto residual está relacionado con la modificación de las condiciones de escurrimiento superficial derivada de los cambios físicos generados por la presencia de infraestructura, caminos internos y áreas con modificación en la permeabilidad del terreno. A pesar de la aplicación de medidas de manejo	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			hidráulico y conservación de patrones naturales de drenaje, podrán mantenerse variaciones puntuales en la velocidad o distribución del flujo superficial durante eventos de precipitación.			
	Calidad	Contaminación por residuos peligrosos	El impacto residual corresponde al riesgo remanente de afectación sobre la calidad del agua asociado a posibles eventos accidentales durante el manejo de combustibles, lubricantes, aceites u otras sustancias empleadas en maquinaria, equipos o actividades de mantenimiento. Si bien la aplicación de medidas preventivas, almacenamiento adecuado y procedimientos de atención ante contingencias reducen la probabilidad de ocurrencia, permanece un riesgo potencial durante las actividades que involucren este tipo de sustancias.	Baja	Media	Menor
	Escorrentía	Modificación a los patrones de escurrimiento	El impacto residual se asocia con los cambios en la distribución y comportamiento del drenaje superficial ocasionados por la adecuación del terreno y presencia de infraestructura del proyecto. Aunque se implementarán medidas para mantener la funcionalidad hidráulica del	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			sitio y evitar alteraciones significativas en los flujos naturales, podrán permanecer modificaciones localizadas en los patrones originales de escurrimiento durante la operación del proyecto.			
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos peligrosos	El impacto residual corresponde al riesgo potencial de modificación de las características del suelo asociado a derrames accidentales de sustancias peligrosas durante las diferentes etapas del proyecto. Aunque la implementación de medidas de prevención, manejo adecuado de sustancias y atención inmediata de contingencias reduce significativamente la posibilidad de afectación, permanece un riesgo residual asociado al uso de maquinaria, vehículos y equipos.	Baja	Media	Menor
	Estructura	Compactación del suelo	El impacto residual corresponde a las modificaciones físicas del suelo generadas por la presión ejercida durante la circulación de maquinaria, adecuación de áreas operativas e instalación de infraestructura permanente. A pesar de aplicar medidas de manejo y limitar la intervención a áreas autorizadas, algunos	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			sectores podrán conservar cambios en la estructura, porosidad y densidad aparente durante la vida útil del proyecto.			
	Recuperación	Recuperación de condiciones físicas del suelo	El impacto residual corresponde al proceso gradual de recuperación de las condiciones físicas del suelo posterior al retiro de infraestructura y aplicación de actividades de restauración. Aunque las medidas implementadas permitirán favorecer la recuperación del área intervenida, algunos atributos como estructura, compactación y funcionalidad del suelo requerirán un periodo adicional para alcanzar condiciones estables similares a las existentes previo al proyecto.	Media	Media	Moderada
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	El impacto residual corresponde al aporte remanente de emisiones atmosféricas generado durante la etapa de construcción, asociado principalmente al uso de maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna requeridos para las actividades constructivas. Aunque las medidas de mantenimiento preventivo, control operativo y verificación de condiciones mecánicas permiten reducir la	Baja	Media	Menor

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			generación de emisiones, permanece un efecto residual temporal mientras se ejecutan dichas actividades. Una vez finalizada la construcción y retiradas las fuentes móviles principales, no se prevé permanencia del impacto residual			
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	El impacto residual corresponde a la modificación permanente de las condiciones visuales del área debido a la incorporación de infraestructura fotovoltaica y elementos asociados al proyecto. Aun cuando se implementen medidas orientadas al ordenamiento del sitio, manejo de áreas intervenidas y conservación de condiciones paisajísticas, la presencia de módulos solares, estructuras soporte e infraestructura complementaria modificará los patrones de visibilidad durante la vida útil del proyecto.	Alta	Media	Significativa
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	El impacto residual está relacionado con la modificación de la composición visual del paisaje como consecuencia de la reducción o sustitución parcial de elementos naturales por infraestructura del proyecto. Aunque las acciones de manejo ambiental	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			y recuperación progresiva favorecerán la integración del área intervenida, permanecerá un cambio en la configuración paisajística durante la operación del parque fotovoltaico.			
	Alteración/ Fragilidad	Presencia de elementos no naturales	El impacto residual corresponde a la incorporación de elementos artificiales dentro del paisaje existente debido a la instalación y permanencia de infraestructura fotovoltaica, caminos internos, equipos eléctricos y obras asociadas. Este cambio permanecerá durante la etapa operativa del proyecto, aun con la implementación de medidas de integración y manejo paisajístico.	Alta	Media	Significativa
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	El impacto residual corresponde a la modificación de la composición florística en las áreas directamente intervenidas por el proyecto. Aunque se implementen acciones de manejo, rescate y conservación de vegetación, la recuperación de la riqueza específica depende de procesos ecológicos graduales relacionados con establecimiento, adaptación y sucesión natural de especies.	Media	Alta	Significativa

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	El impacto residual corresponde a la reducción permanente o prolongada en el número de individuos vegetales presentes dentro de las áreas intervenidas. Las medidas ambientales permitirán reducir la afectación y favorecer procesos de recuperación; sin embargo, el restablecimiento de condiciones similares a las iniciales requiere periodos prolongados asociados al desarrollo natural de la vegetación.	Media	Alta	Significativa
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	El impacto residual está asociado a la alteración del potencial natural de regeneración vegetal debido a la modificación de la capa superficial del suelo y retiro de cobertura vegetal. Aun aplicando medidas de manejo y recuperación, la disponibilidad del banco de semillas y los procesos naturales de regeneración pueden requerir tiempos prolongados para su restablecimiento..	Media	Alta	Significativa
	Recuperación	Recuperación de cobertura vegetal	El impacto residual corresponde al proceso gradual de recuperación de la cobertura vegetal posterior al retiro de infraestructura y ejecución de acciones de restauración del sitio. Aunque las medidas	Media	Alta	Significativa

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			permitirán favorecer la revegetación y recuperación ecológica del área, el establecimiento de una cobertura vegetal funcional dependerá del tiempo requerido para el crecimiento y consolidación de las especies.			
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010	El impacto residual corresponde a la posible afectación sobre especies de fauna con algún grado de protección o importancia ecológica que puedan encontrarse dentro del área de influencia del proyecto. Aunque se implementen medidas como rescate, reubicación, ahuyentamiento y seguimiento de fauna previo y durante las actividades, puede permanecer un efecto residual asociado a cambios en las condiciones del hábitat y disponibilidad de áreas utilizadas por dichas especies.	Media	Alta	Significativa
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	El impacto residual está relacionado con cambios en la composición de especies de fauna presentes en el área debido a modificaciones del hábitat ocasionadas por la implementación del proyecto. Las medidas de manejo permitirán reducir la afectación directa sobre individuos; sin	Media	Alta	Significativa

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			embargo, algunos grupos faunísticos pueden presentar cambios en sus patrones de presencia, distribución y uso del área durante la vida útil del proyecto.			
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	El impacto residual corresponde a la modificación permanente de áreas utilizadas por la fauna para actividades ecológicas como alimentación, refugio, descanso o reproducción debido a la ocupación del terreno por infraestructura del proyecto. Aunque se apliquen medidas de manejo de fauna y conservación de áreas disponibles, permanecerán cambios en la disponibilidad y distribución de microhábitats dentro del sitio.	Alta	Alta	Significativa
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	El impacto residual se asocia con posibles cambios en los patrones de desplazamiento, uso del espacio y comportamiento de especies de fauna derivados de la presencia de infraestructura, actividades humanas y cambios en las condiciones originales del sitio. Aunque las medidas ambientales reducirán las perturbaciones, algunas especies podrán modificar sus patrones de	Media	Alta	Significativa

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			actividad durante la operación del proyecto.			
		Efecto barrera	El impacto residual corresponde a la modificación parcial de la conectividad y movilidad de la fauna como resultado de la presencia de infraestructura y elementos físicos asociados al proyecto. A pesar de la implementación de medidas que favorezcan el desplazamiento de especies, podrán permanecer cambios en las rutas de movimiento o uso del espacio por parte de determinados grupos faunísticos.	Media	Alta	Significativa
	Mortalidad	Mortalidad por colisión	El impacto residual corresponde al riesgo permanente de colisión de fauna, principalmente aves, asociado a la presencia de infraestructura del proyecto como línea de transmisión u otros elementos elevados. Aunque se implementen medidas preventivas y de señalización, el riesgo no desaparece completamente durante la operación de la infraestructura	Media	Alta	Significativa
		Mortalidad por electrocución	El impacto residual corresponde al riesgo remanente de afectación sobre fauna, principalmente avifauna, asociado al contacto con componentes eléctricos del	Media	Alta	Significativa

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			proyecto. Aunque el diseño, aislamiento y medidas preventivas disminuyen considerablemente la probabilidad de ocurrencia, el riesgo residual permanece durante la operación de la infraestructura eléctrica.			
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat	El impacto residual corresponde al proceso gradual de recuperación de las condiciones del hábitat posterior al retiro de infraestructura y aplicación de medidas de restauración. Aunque estas acciones favorecerán la recuperación del sitio, el restablecimiento de las funciones ecológicas dependerá de procesos naturales que requieren periodos prolongados de tiempo.	Media	Alta	Significativa
SOCIOECONÓMICO	**Actividades comerciales**	Derrama económica por bienes o servicios	El impacto residual corresponde a los beneficios económicos que pueden mantenerse en el área de influencia derivados de la contratación de bienes y servicios requeridos por el proyecto. La participación de proveedores locales puede generar efectos positivos asociados al fortalecimiento temporal de la economía durante las diferentes etapas.	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
		Generación de empleos	El impacto residual corresponde al efecto positivo generado por la contratación de mano de obra directa e indirecta asociada al desarrollo del proyecto. Aunque la demanda laboral varía según la etapa, pueden mantenerse beneficios relacionados con experiencia laboral, capacidades adquiridas y oportunidades económicas locales.	Media	Media	Moderada

IV.5 Impactos Acumulativos

Los impactos ambientales acumulativos se definen en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental de la siguiente manera: *"Los impactos acumulativos son aquellos efectos en el ambiente que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo dentro del presente".*

Considerando dicha definición, en el presente apartado se realiza el análisis de los impactos derivados del desarrollo del PS Altamirano que podrían presentar un comportamiento acumulativo dentro de la Región Ecológica (RE) donde se ubica el proyecto, considerando la interacción entre las condiciones ambientales actuales, los procesos históricos de transformación del territorio, las actividades antropogénicas existentes y los proyectos autorizados o en evaluación identificados dentro del área de análisis.

Para la identificación de posibles efectos acumulativos se consideró la caracterización ambiental de la Región Ecológica, el análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como la consulta de proyectos registrados ante la autoridad ambiental a través del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, herramienta que permite visualizar proyectos sometidos al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental.

Como resultado de la revisión realizada, dentro del entorno de análisis del PS Altamirano se identificaron proyectos asociados al sector Energía–Electricidad, destacándose infraestructura eléctrica existente y proyectos de generación mediante aprovechamiento del recurso solar. Entre ellos se identificó el proyecto "SE Kantenah BCO. 1 SF6 y Obras Asociadas", promovido por CFE Transmisión EPS, el cual cuenta con resolución administrativa autorizada, así como el proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Venus Solar", promovido por Venus Solar, S.A. de C.V., localizado en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, el cual corresponde a infraestructura fotovoltaica registrada ante la autoridad ambiental, (El cual se encuentra aún en trámite).

La presencia de estos proyectos fue incorporada dentro del análisis de impactos acumulativos, considerando que el desarrollo de infraestructura energética dentro de una misma Región Ecológica puede generar efectos concurrentes sobre determinados componentes ambientales, especialmente aquellos asociados a la transformación del uso del suelo, modificación de la estructura del paisaje, reducción o cambio de cobertura vegetal, fragmentación del hábitat y alteraciones en los patrones de movilidad de fauna.

Es importante precisar que la identificación de proyectos cercanos no implica por sí misma la generación de impactos acumulativos significativos, debido a que estos dependen de la interacción espacial y temporal de las actividades, las características particulares de cada proyecto, la superficie de intervención, las condiciones ambientales existentes y las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas durante su desarrollo.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada, la Región Ecológica donde se inserta el PS Altamirano presenta una matriz territorial con diferentes grados de intervención asociados principalmente a actividades agropecuarias, infraestructura existente y procesos históricos de transformación de la cobertura natural. Sin embargo, también conserva elementos ambientales relevantes que mantienen funciones ecológicas dentro del territorio.

Tabla 21 Impactos acumulativos

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración
		Incremento en la escorrentía
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos peligrosos
		Compactación del suelo
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad
	Calidad	Disminución de elementos bióticos
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
		Efecto barrero
	Mortalidad	Mortalidad por colisión
		Mortalidad por electrocución
SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, los impactos acumulativos identificados para el PS Altamirano se encuentran relacionados principalmente con aquellos componentes ambientales que pueden presentar cambios progresivos derivados de la interacción entre las actividades propias del proyecto y las condiciones actuales de la Región Ecológica. No obstante, dichos impactos se consideran manejables, considerando que su manifestación estará limitada por las características particulares del proyecto y por la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental establecidas, permitiendo reducir su contribución sobre los procesos de acumulación identificados.

IV.6 Delimitación del Área de Influencia del proyecto

La delimitación del área de influencia del proyecto se realizó con base en el análisis integral de diferentes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos; identificados en el entorno inmediato del área del proyecto, mismos que están en función del alcance de los posibles impactos socioambientales ocasionados por el proyecto durante sus fases de preparación del

sitio, construcción y operación; el propósito es crear un polígono que sirva de referencia geoespacial que refleje las principales interacciones entre el proyecto y el medio ambiente.

Así pues, los aspectos principales a considerar y que son generados por el emplazamiento del proyecto y las diversas actividades llevadas a cabo en el predio son: ruido, dispersión de emisiones e impacto visual, los cuales, influyen de manera directa tanto en el medio natural como en el artificial inmediato.

Dispersión de emisiones. Durante las fases de preparación y construcción del proyecto, habrá movimiento de tierras y uso de vehículos automotores, por lo que se generarán emisiones a la atmosfera, tanto de polvos como de gases, la mayor concentración de polvos se da en el sitio y en los primeros 250 metros entorno al predio, conforme aumenta la distancia las partículas se van dispersando. Dicho parámetro se establece conforme a los criterios establecidos por el IAQM (Institute of Air Quality Management., 2014), que establece que los efectos del polvo son significativos principalmente en los primeros 100m desde la fuente; sin embargo, bajo condiciones adversas, las partículas de menor tamaño pueden desplazarse a distancias mayores. Es importante mencionar que, la vegetación presente en el entorno inmediato a los componentes del proyecto funciona como barrera natural, disminuyendo el alcance de la dispersión.

Ruido. Este se producirá principalmente durante las fases de preparación del sitio y construcción, ocasionado por el uso ordinario de maquinaria pesada, flujos de vehículo y de las actividades propias de la construcción, de acuerdo con la **NOM-081-SEMARNAT-1994** "la contaminación acústica es un problema ambiental importante con cada vez mayor presencia en la sociedad moderna, debido al desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios que constituyen fuentes tanto fijas como móviles que generan diferentes tipos de ruido que, de acuerdo a su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no sólo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana." (SEMARNAT, 2013). Dicha Norma establece como límite máximo permisible para fuentes fijas 68 decibeles en horario diurno y 65 en nocturno. Con base en lo anterior, es probable que los 65 dB se concentren dentro de los primeros

500m y más allá de los 500m el ruido se disperse y se mezcle con el ruido ambiental de fondo, cabe mencionar que, durante la fase de operación, el ruido será casi nulo.

Visual. Los rangos de alcance visual se pueden dividir en tres, que de acuerdo a la claridad y nitidez de la percepción visual directa del ojo humano con respecto a las estructuras del Parque Fotovoltaico, es como se definen, es decir: rango cercano, se determina dentro de los primeros 500 metros, es donde se perciben los detalles de los componentes del proyecto; medio; entro los 500 y 1,000 metros, donde se pierden los detalles pero se percibe el proyecto en su conjunto y finalmente, el lejano, donde el proyecto forma parte del fondo escénico mezclándose con el entorno. Cabe resaltar que la visibilidad depende también de la morfología del terreno y la textura superficial.

A partir de los criterios expuestos, se decidió crear los radios de influencia de referencia para identificar las interacciones directas con los factores bióticos y abióticos presentes en el entorno inmediato, como se ilustra a continuación.

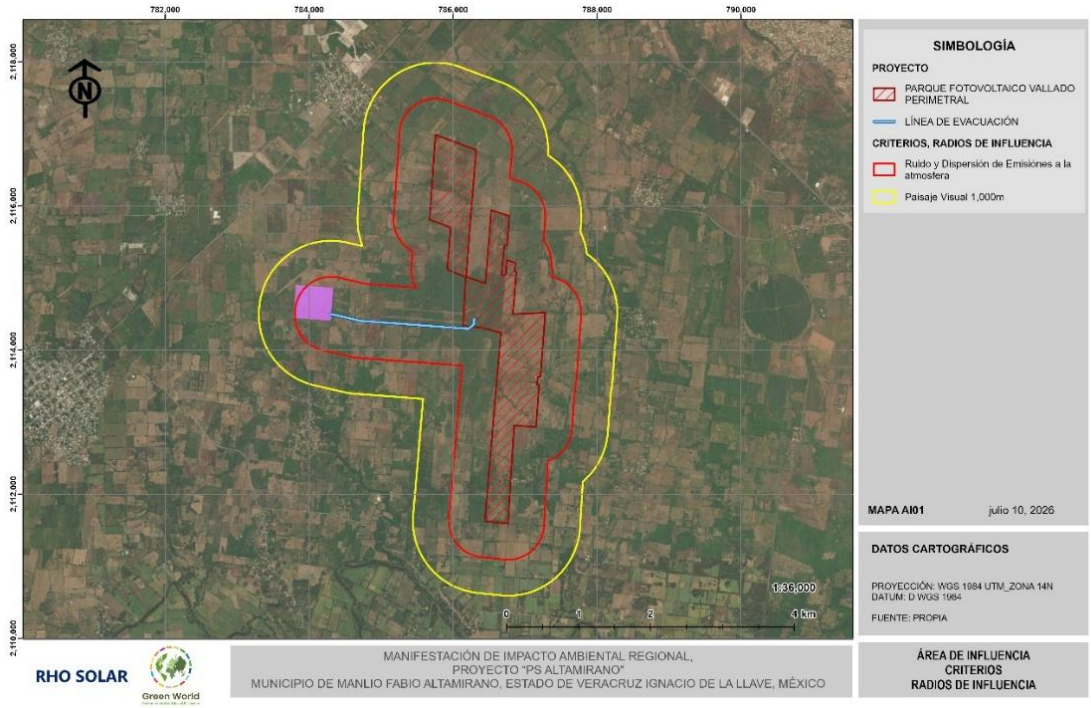


Figura 19. Radios de referencia

Una vez definidos los radios anteriores se identificaron las interacciones con los componentes bióticos y abióticos, destacando principalmente el aspecto hidrológico, uso actual del suelo y cobertura vegetal.

Hidrología. Debido a que el proyecto se encuentra en el parteaguas de dos subcuencas y que por el predio, así como por el perímetro de referencia de 500m cruzan cinco escurrimientos; se decidió integrar los escurrimientos y su continuidad hasta su intersección con otra vertiente que contribuya su afectación, ya que cualquier impacto directo que se produzca en el cause repercute aguas abajo de la cuenca y se van sumando como impactos acumulativos e indirectos.

Por lo anterior, se decidió conocer la dinámica hidrológica a escala de nanocuencas e identificar aquellas que directamente se intervienen con el emplazamiento del proyecto. Para lo cual, con el apoyo de un programa de cómputo y un modelo digital de elevación (DEM), se estimó la distribución hidrológica y las nanocuencas que integrarían el área de influencia, como se ilustra en la siguiente figura.

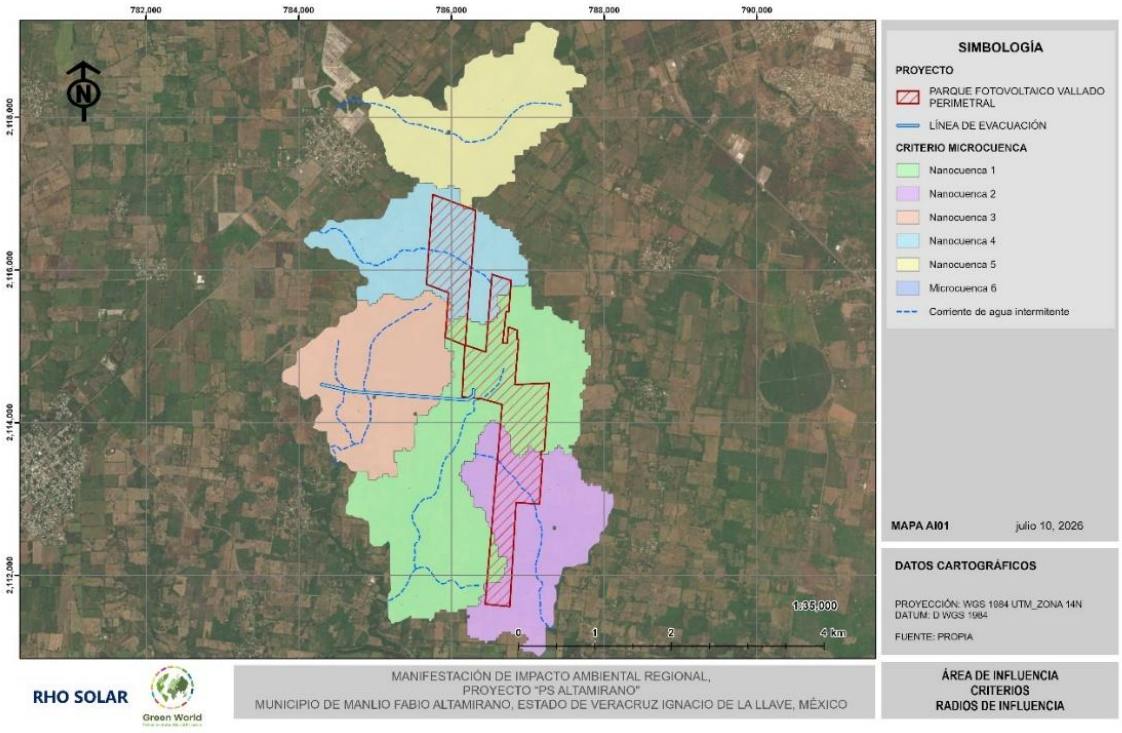


Figura 20. Criterio microcuenca-nanocuecas

Uso Actual del Suelo y Vegetación. Actualmente la mayor parte de la zona está perturbada por el uso agrícola, uso pecuario, en donde predominan amplias llanuras de pastizal inducido para el pastoreo, centros de población urbanos y rurales, entremezclados con remanentes de vegetación secundaria de selva baja, en sus diferentes estratos y estados de conservación, así como de regeneración. Los usos y coberturas mencionados, en su conjunto conforman una zona homogénea característica de la zona, que se extiende ampliamente por la región.

Cabe mencionar que por tratarse de una zona que recibe los vientos dominantes del Este, la mayoría de las parcelas en sus linderos tienen cortinas rompevientos, que funcionan como barrera natural, mismas que mitigan la dispersión de polvos, ruidos y bloquean el impacto visual directo a media distancia.

En la siguiente figura se puede apreciar la cobertura actual del suelo, entremezclada con los usos mencionados, lo cual no permitió definir un punto de acotamiento claro para definir el área de influencia.

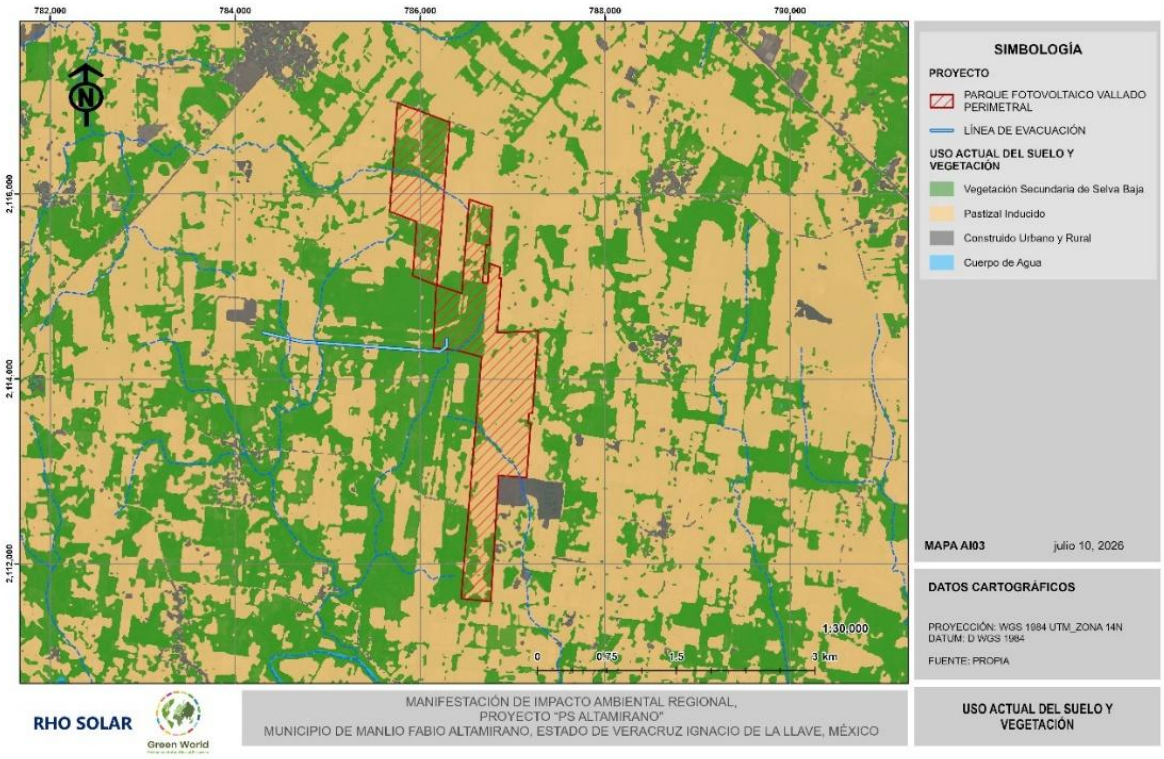


Figura 21. Uso Actual del Suelo

Aspectos Socioeconómicos

En otro rubro, se consideraron los factores socioeconómicos, ya que condicionan el uso del suelo, la distribución de los recursos, la movilidad de bienes y personas, así como la intensidad de las actividades humanas en el territorio.

Cabe mencionar que, la red de carreteras, caminos rurales y la vía férrea actúan como elementos de fragmentación antrópica del territorio, mismas que experimentarán un incremento temporal del tránsito vehicular durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente hacia la zona urbana de la localidad de Manlio Fabio Altamirano y desde donde se percibirá el cambio de uso del suelo. Por lo tanto, el circuito vía y localidades que se encuentran cerca del perímetro de 1KM a la redonda del proyecto, se emplearon como umbrales de acotamiento para definir el área de influencia.

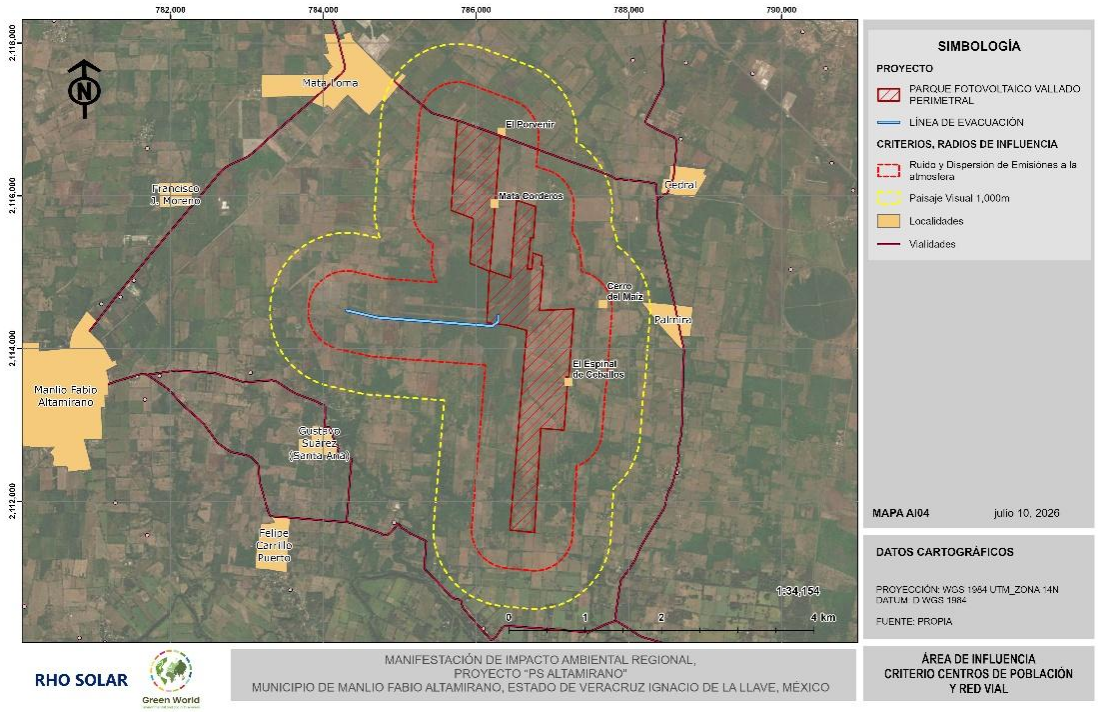


Figura 22. Criterios red vial y centros de población

Integración de los criterios que delimitan el Área de Influencia del PS Altamirano

Finalmente, se define una poligonal envolvente que integra los criterios empleados para delimitar el área de influencia, sobre la cual, se percibirán las afectaciones directas durante las diferentes fases del proyecto, es decir, el cambio de uso del suelo determinará la dinámica tanto ambiental como social, en relación con las afecciones mencionadas. De manera ilustrativa, en la siguiente figura se integran los criterios que definieron el área de influencia del PS Altamirano.

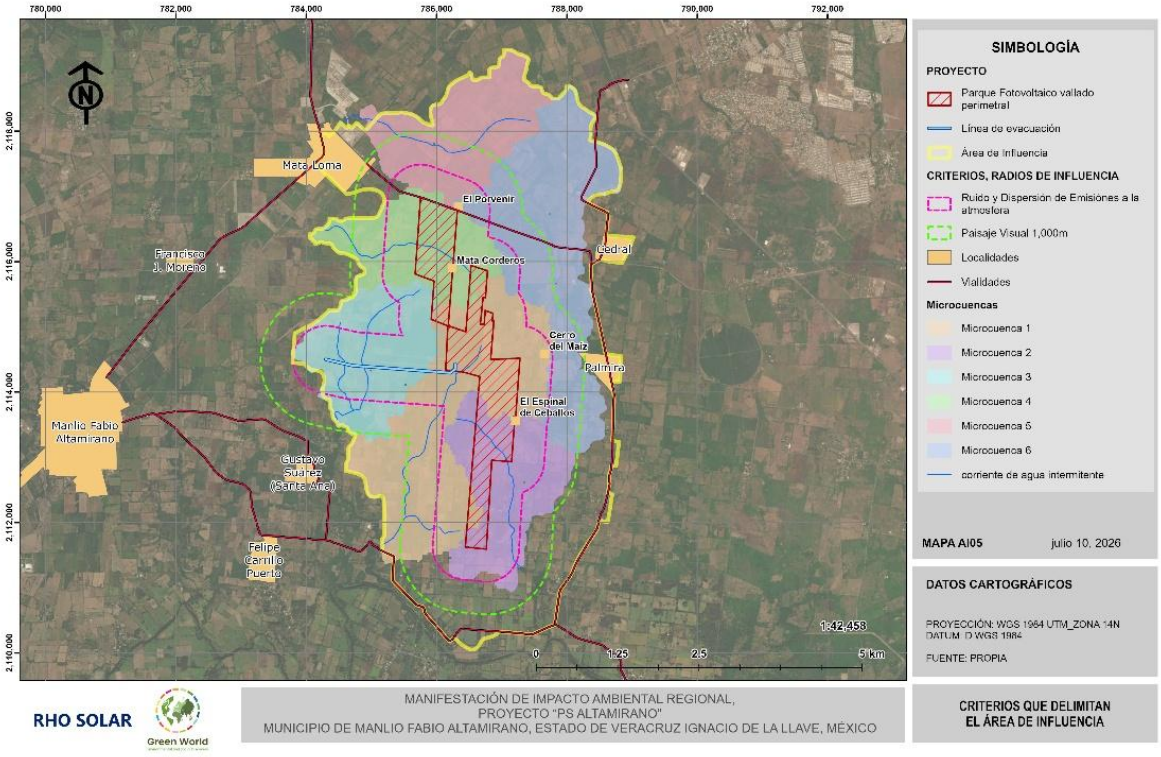


Figura 23. Criterios que delimitan el área de influencia

Por último, en la siguiente figura se muestra la poligonal envolvente que representa el Área de Influencia del proyecto "PS Altamirano", cuya superficie aproximada es de 3,136ha.

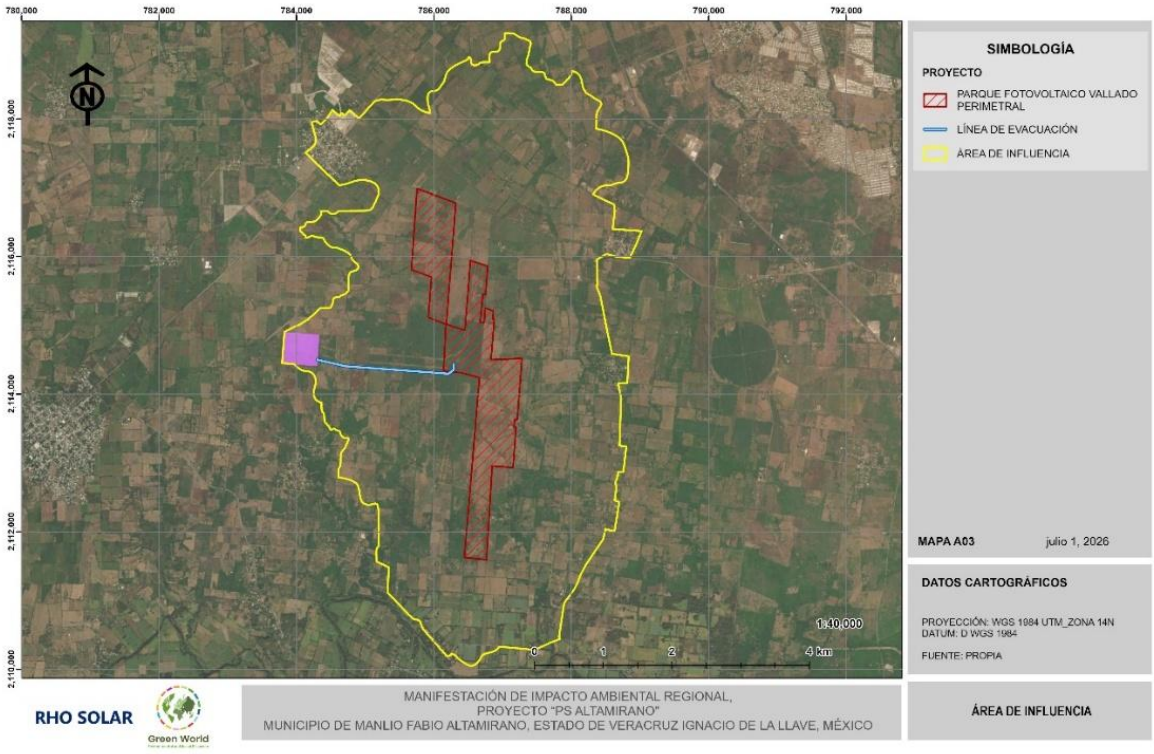


Figura 24. Área de Influencia

Se anexan los archivos en formato KMZ de los criterios utilizados para la delimitación del AI, así como el polígono resultante.

VER Anexos/Capítulo IV/Delimitación AI

IV.7 Medidas de compensación y/o restauración ambiental

El desarrollo del proyecto **PS Altamirano** comprende actividades asociadas con la preparación del sitio, previo a construcción, construcción, operación, mantenimiento y abandono de infraestructura destinada al aprovechamiento del recurso solar para la generación de energía eléctrica. Dichas actividades pueden generar modificaciones sobre las condiciones actuales del entorno, ocasionando cambios positivos y negativos sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos presentes dentro de la Región Ecológica donde se inserta el proyecto.

El conocimiento y evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados del desarrollo del proyecto permite identificar su naturaleza, magnitud, duración, extensión y comportamiento, incluyendo aquellos impactos que pudieran presentar características acumulativas o residuales. A partir de dicha evaluación es posible establecer estrategias orientadas a prevenir, reducir, controlar o compensar los efectos ambientales generados por las obras y actividades previstas, favoreciendo la compatibilidad del proyecto con las condiciones ambientales del entorno.

Con el objetivo de mantener la integridad funcional de la Región Ecológica y reducir la contribución del proyecto sobre los impactos ambientales identificados, se contempla la implementación de una estrategia de manejo ambiental basada en buenas prácticas, prevención de afectaciones y seguimiento continuo de las medidas propuestas, considerando los siguientes criterios:

1. Identificar las actividades del PS Altamirano que puedan constituir fuentes de cambio sobre los componentes ambientales de la Región Ecológica.
2. Reconocer los factores ambientales susceptibles de presentar modificaciones como resultado de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono.
3. Establecer acciones encaminadas a prevenir, minimizar, corregir, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos identificados durante la evaluación ambiental del proyecto.
4. Implementar mecanismos de seguimiento y verificación que permitan evaluar el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como aquellas condicionantes que, en su caso, sean establecidas por la autoridad ambiental competente.
5. Contar con personal capacitado para la aplicación, supervisión y seguimiento de las medidas ambientales establecidas, así como para la implementación de acciones correctivas en caso de identificar desviaciones o áreas de oportunidad durante la ejecución del proyecto.

Conforme a la legislación ambiental aplicable, las medidas de prevención, mitigación y compensación corresponden al conjunto de acciones orientadas a evitar, reducir, controlar o atender los impactos ambientales derivados del desarrollo de una obra o actividad. Estas medidas buscan disminuir la intensidad de los efectos adversos identificados y favorecer la conservación de los componentes ambientales presentes en la Región Ecológica.

En la siguiente tabla se describen de manera general los tipos de medidas consideradas para el PS Altamirano, las cuales fueron establecidas tomando como base los impactos ambientales identificados, incluyendo aquellos clasificados como acumulativos y residuales.

Tabla 22 Tipos de medidas de mitigación.

Tipo de medida	Objetivo	Tiempo de Implementación
Preventiva/Control	Implementar acciones enfocadas en evitar o reducir la probabilidad de ocurrencia de impactos ambientales negativos derivados de las actividades del Proyecto Solar Altamirano, mediante la aplicación de controles operativos, delimitación de áreas autorizadas de trabajo, buenas prácticas ambientales, capacitación del personal y seguimiento de las actividades desarrolladas.	Se aplicarán previo y durante la ejecución de las actividades con potencial de generar impactos ambientales, conforme a las necesidades identificadas para las etapas de **preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono**.
Mitigación	Aplicar acciones destinadas a disminuir la intensidad, duración o alcance de aquellos impactos ambientales que no puedan evitarse completamente durante la ejecución del proyecto, procurando reducir los efectos generados sobre los componentes ambientales evaluados.	Se implementarán durante la ejecución de las actividades generadoras del impacto y durante el periodo necesario para verificar la efectividad de las acciones aplicadas, principalmente en las etapas de **construcción, operación y mantenimiento**.
Restauración	Desarrollar acciones dirigidas a favorecer la recuperación de áreas que hayan sido utilizadas de manera	Se aplicarán posterior al uso de áreas temporales o durante la etapa de **abandono**, conforme al

Tipo de medida	Objetivo	Tiempo de Implementación
	temporal por el proyecto, procurando mejorar sus condiciones físicas o ambientales una vez finalizado su uso.	alcance de las actividades realizadas y las condiciones del sitio.
Compensación	Implementar acciones que permitan atender impactos ambientales que no puedan ser completamente prevenidos o mitigados, conforme a los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental competente y la normatividad aplicable.	Se desarrollarán únicamente cuando sean requeridas como resultado de la evaluación ambiental, autorizaciones aplicables o condicionantes establecidas para el proyecto.

En el presente capítulo se integra la aplicación del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** del PS Altamirano, el cual se encuentra estructurado mediante estrategias y medidas ambientales orientadas a prevenir, controlar, mitigar y, cuando corresponda, atender los impactos ambientales identificados durante la evaluación realizada en el IV.2.1 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Las medidas propuestas fueron establecidas considerando los componentes ambientales evaluados, los factores susceptibles de modificación y los impactos identificados durante las etapas previa a construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del proyecto, incluyendo aquellos impactos clasificados como acumulativos y residuales. Su implementación tiene como finalidad reducir la magnitud de los efectos adversos, favorecer el adecuado manejo ambiental de las actividades y establecer mecanismos de seguimiento durante el desarrollo del proyecto.

Para cada componente ambiental se establecen medidas de manejo acordes con la naturaleza del impacto identificado, las cuales se clasifican conforme a su objetivo en medidas de prevención/control, mitigación, restauración y compensación, según corresponda. Estas medidas consideran acciones específicas, momentos de aplicación y mecanismos de verificación que permitan evaluar su cumplimiento y efectividad.

Es importante mencionar que algunas medidas ambientales pueden contribuir al manejo de más de un impacto o componente ambiental. Por ejemplo, el mantenimiento preventivo de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante la etapa de construcción permite reducir la generación de emisiones atmosféricas, disminuir la probabilidad de fugas o derrames de combustibles y lubricantes, así como controlar posibles afectaciones sobre la calidad del suelo y agua. De igual manera, la delimitación de áreas de trabajo contribuye a prevenir afectaciones adicionales sobre vegetación, fauna y condiciones físicas del suelo.

Por lo anterior, las medidas propuestas para el PS Altamirano se encuentran orientadas a establecer controles ambientales aplicables durante el desarrollo de sus actividades, priorizando acciones preventivas y de manejo que permitan reducir la generación de impactos y asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales aplicables.

Considerando los resultados obtenidos en la evaluación de impactos ambientales presentada en la presente MIA, en la siguiente tabla se presenta la relación general de las medidas propuestas respecto a los impactos ambientales identificados para el proyecto.

Tabla 23 Clasificación de las medidas de mitigación

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	X	X		
		Incremento en la escorrentía	X	X		
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	X	X		
		Contaminación por residuos peligrosos	X	X		
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	X	X	X	

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	X	X		
		Contaminación por residuos peligrosos	X	X		
	Estructura	Compactación del suelo			X	X
	Erosión	Perdida de suelo por erosión hídrica			X	X
		Perdida de suelo por erosión eólica		X	X	
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	X	X		
		Generación de polvos	X	X		
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	X	X		
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	X	X	X	
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	X	X	X	X
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	X	X	X	
	Recuperación	Recuperación de la calidad visual			X	
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	X	X	X	X
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	X	X	X	X

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	X	X		X
	Recuperación	Recuperación de la cobertura vegetal			X	X
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X		
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	X	X	X	X
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	X	X		
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	X	X		
		Efecto barrera	X	X		X
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	X	X		
		Mortalidad por colisión	X	X		
		Mortalidad por electrocución	X	X		
	Recuperación	Recuperación progresiva del hábitat			X	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios				
	Generación de empleos	Generación de empleos directos e indirectos	X			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
	Demanda de la infraestructura y servicios	Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	X	X		
	Riesgo ocupacional	Incremento de riesgos laborales	X	X		

Así mismo, en la siguiente gráfica se presenta el total de medidas de acuerdo con su clasificación.

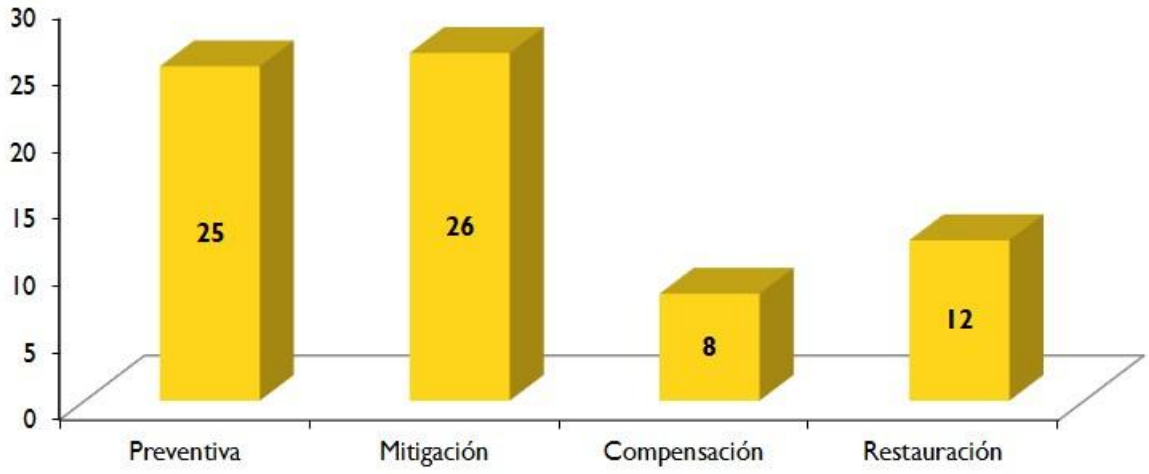


Figura 25 Clasificación de las medidas ambientales que se implementarán en el proyecto.

IV.8 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental propuesto en el presente Estudio de Impacto Ambiental, cumple con lo establecido en la legislación vigente, en el sentido de que establece un control sistemático del cumplimiento de las medidas correctoras propuestas:

> *"El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental."*

IV.8.1 Objetivo general del PVA

El objetivo general del Programa de Vigilancia Ambiental es:

- Identificar las estrategias y programar todas las medidas para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto denominado "PS Altamirano" en cada fase y etapa de su desarrollo, incluyendo el abandono, bajo el precepto de mejora continua; con la finalidad de no sólo asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas sino de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

Dentro del Plan de Vigilancia Ambiental se mencionan las principales acciones de prevención, reducción y mitigación de impactos que serán realizadas por el Promovente o por la(s) empresa(s) contratista(s) en relación con la actividad a desempeñar dentro del desarrollo del proyecto.

Es indispensable que la empresa encargada de la ejecución del proyecto en cada una de sus etapas contrate un Supervisor Ambiental, quien deberá dar seguimiento a un reglamento de protección y mejoramiento ambiental. El supervisor ambiental también será el encargado de la vigilancia ambiental.

IV.8.2 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación

En los siguientes apartados se presentan las medidas de mitigación que se considera aplicar durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto, la descripción de las medidas se realiza

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.8.2.1 Medidas ambientales para el componente Agua

IV.8.2.1.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas autorizadas para preparación del sitio, caminos internos, áreas de maniobra, zonas de almacenamiento temporal y frentes de trabajo del Proyecto PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de despalme, nivelación, habilitación de caminos internos, conformación de áreas de trabajo y tránsito de maquinaria pueden modificar las propiedades físicas del suelo, favoreciendo procesos de compactación y reduciendo su capacidad natural de infiltración. Como consecuencia, puede incrementarse el escurrimiento superficial y alterarse localmente la dinámica hidrológica dentro del área intervenida.	
Objetivo de la medida	
Prevenir la disminución de la capacidad de infiltración mediante el control de las superficies intervenidas y la adecuada planificación de las actividades constructivas, favoreciendo el mantenimiento de las condiciones de regulación hídrica del área del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA

Previo al inicio de las actividades, se delimitarán físicamente las áreas autorizadas para la ejecución de las obras, incluyendo caminos internos, áreas de maniobra, zonas de almacenamiento temporal y frentes de trabajo, con el propósito de evitar intervenciones fuera del polígono aprobado.

Durante la ejecución de las obras, la circulación de maquinaria, equipos y vehículos se realizará exclusivamente sobre accesos y áreas previamente definidas. Las actividades de despalme, nivelación y conformación del terreno se limitarán a las superficies requeridas por el diseño del proyecto, procurando conservar las condiciones naturales del suelo en áreas no sujetas a intervención.

Al finalizar las actividades temporales, las áreas utilizadas serán liberadas para permitir su recuperación natural o la aplicación de las medidas de restauración que correspondan conforme al Programa de Vigilancia Ambiental.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Superficie intervenida respecto a la superficie autorizada.	100 % de las actividades dentro del polígono autorizado.	Planos de obra, registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica.
Intervenciones identificadas fuera del polígono autorizado.	0 eventos.	Bitácoras ambientales y registros fotográficos.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. La supervisión del cumplimiento estará a cargo del Supervisor Ambiental (SA) asignado, quien deberá corroborar la ubicación y dimensión de las infraestructuras que requieran el sellamiento total del suelo.
2. El SA realizará recorridos de verificación donde se corrobore la ubicación y dimensión de los caminos y áreas que sea necesario compactar.
3. La evidencia de cumplimiento como bitácoras y fotografías se deberán presentar de manera periódica durante los informes del PVA que serán presentados a la autoridad.

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.8.2.1.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del proyecto, caminos internos, zonas con modificación de cobertura vegetal y superficies asociadas a infraestructura.	
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	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la modificación de la cobertura superficial del terreno, las actividades de nivelación, adecuación de caminos internos y presencia de infraestructura pueden modificar las condiciones naturales de infiltración y favorecer un incremento del volumen y velocidad del escurrimiento superficial. Estos cambios podrían generar modificaciones locales en la dinámica hidrológica del área del proyecto.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar el incremento de la escorrentía superficial mediante la conservación de los patrones naturales de drenaje, el control de las áreas intervenidas y la implementación de prácticas constructivas orientadas a mantener la dinámica hídrica del sitio.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de actividades Se identificarán las zonas de escurrimiento superficial existentes dentro del área del proyecto con el propósito de considerarlas durante la planificación y ejecución de las actividades constructivas. Las áreas autorizadas de intervención serán delimitadas para evitar modificaciones innecesarias sobre zonas no contempladas dentro del diseño del proyecto. **Durante la construcción** Se conservará, en la medida de lo técnicamente posible, la continuidad de los escurrimientos naturales existentes, evitando la obstrucción por:	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA

- acumulación de material;
- residuos;
- almacenamiento temporal de equipos;
- movimientos innecesarios de suelo.

Los caminos internos y áreas intervenidas deberán mantener condiciones que permitan el flujo adecuado del agua superficial, evitando generar barreras artificiales o concentraciones de escorrentía que puedan favorecer procesos erosivos.

Cuando se requiera, se implementarán acciones de manejo como adecuación de pendientes, limpieza de zonas de flujo o estructuras contempladas dentro del diseño hidráulico del proyecto.

Durante operación y mantenimiento

Se verificará la funcionalidad de las áreas destinadas al manejo del agua pluvial, manteniendo libres de obstrucciones los escurrimientos y elementos asociados al control hidráulico.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Escurrimientos o elementos de manejo pluvial conservados y funcionales dentro del área del proyecto.	Mantener la continuidad del flujo superficial en las áreas intervenidas.	Recorridos de supervisión ambiental, registros fotográficos y reportes de mantenimiento cuando aplique.
Eventos de obstrucción de escurrimientos naturales asociados a las actividades del proyecto.	0 eventos atribuibles al desarrollo de las actividades.	Bitácoras ambientales y evidencia fotográfica.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Durante las etapas de construcción y operación, el Responsable Ambiental verificará que las actividades del proyecto no generen obstrucciones sobre los patrones de escurrimiento superficial identificados y que las medidas implementadas para el manejo del agua pluvial mantengan su funcionalidad.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
2. La supervisión incluirá la revisión visual de las áreas intervenidas, caminos internos y zonas donde se concentren flujos superficiales, verificando la ausencia de acumulaciones anómalas de agua, erosión localizada o bloqueo de escurrimientos.
Informes de cumplimiento
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.8.2.1.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, áreas temporales de almacenamiento, zonas de mantenimiento y áreas operativas.	
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 etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial derivados de las actividades del personal, embalajes de materiales, instalación de equipos y actividades propias del proyecto. Un manejo inadecuado de estos residuos podría ocasionar su dispersión, acumulación en áreas no autorizadas o arrastre por escorrentía superficial, generando afectaciones potenciales sobre la calidad del agua superficial y las condiciones ambientales del área.	
Objetivo de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Prevenir y minimizar la contaminación del agua y del suelo ocasionada por la generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, mediante la implementación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual establecerá las acciones para la separación, identificación, almacenamiento temporal, manejo, recolección, transporte y disposición final de los residuos generados durante todas las etapas del PS Altamirano.
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 las áreas destinadas para el almacenamiento temporal de residuos. • Capacitar al personal sobre la correcta segregación y manejo de residuos. **Durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento** • Implementar la separación de residuos en la fuente conforme a su clasificación. • Mantener identificadas y señalizadas las áreas de almacenamiento temporal. • Garantizar el almacenamiento seguro de los residuos conforme a sus características. • Gestionar la recolección, transporte y disposición final mediante prestadores de servicios autorizados. • Mantener los registros de generación, manejo y disposición final de residuos. • Verificar periódicamente el cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos. 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".

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO



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).

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

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO			
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. Durante las diferentes etapas del proyecto, el Responsable Ambiental verificará las condiciones de manejo de los residuos generados, incluyendo la correcta separación, almacenamiento temporal, limpieza de las áreas de trabajo y retiro oportuno de los residuos.
2. La verificación se realizará mediante recorridos en las áreas operativas, revisión de los sitios destinados al almacenamiento temporal y seguimiento documental de la gestión realizada, con el fin de comprobar que los residuos no representen una fuente potencial de contaminación del recurso hídrico.

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.

PVA que se presentará de manera anual.

IV.8.2.1.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, áreas temporales de almacenamiento, zonas de mantenimiento y áreas operativas.	
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	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se podrán generar residuos peligrosos derivados principalmente del uso de maquinaria, equipos, actividades de mantenimiento, manejo de sustancias químicas, envases contaminados, aceites, lubricantes u otros materiales con características de peligrosidad. Un manejo inadecuado de estos residuos podría ocasionar derrames accidentales o liberación de contaminantes, afectando la calidad del agua por arrastre superficial o infiltración hacia el subsuelo.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar el riesgo de afectación a la calidad del agua mediante el manejo adecuado, almacenamiento temporal, control y disposición autorizada de los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de las actividades, se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, considerando condiciones que permitan su identificación, separación y manejo seguro conforme a la normatividad ambiental aplicable. **Durante la ejecución del proyecto**, los residuos peligrosos generados deberán almacenarse en recipientes adecuados, identificados y compatibles con sus características, evitando su disposición directa sobre el terreno o su mezcla con otros tipos de residuos. Los residuos peligrosos serán manejados de manera separada y entregados a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento o disposición final conforme a los requisitos establecidos por la legislación aplicable. Las actividades que involucren sustancias o materiales con potencial contaminante deberán realizarse bajo condiciones controladas, manteniendo disponibles elementos para la atención inicial de posibles derrames accidentales.	
Indicadores de realización y seguimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO		
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

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.8.2.2 Medidas ambientales para el componente suelo

IV.8.2.2.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y cierre de actividades temporales	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de maniobra, zonas temporales de trabajo, almacenamiento y superficies sujetas al tránsito de maquinaria dentro del área del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Compactación del suelo
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, el tránsito de maquinaria pesada, vehículos, almacenamiento temporal de materiales y actividades asociadas al montaje de infraestructura pueden modificar las características físicas del suelo, generando aumento de la compactación, reducción de espacios porosos y cambios en su estructura natural. La compactación puede limitar la infiltración de agua, intercambio gaseoso y recuperación natural de las áreas intervenidas, principalmente en aquellas superficies utilizadas temporalmente durante la ejecución del proyecto.	
Objetivo de la medida	
Prevenir, minimizar y favorecer la recuperación de áreas afectadas por compactación mediante el control del tránsito de maquinaria, delimitación de superficies de trabajo y aplicación de acciones de recuperación física del suelo en zonas temporales cuando sea necesario.	
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.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

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.

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.

Al finalizar actividades temporales

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

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

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
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 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.8.2.2.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de maniobra, zonas temporales de trabajo, almacenamiento y superficies sujetas al tránsito de maquinaria dentro del área del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
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	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades asociadas a limpieza del terreno, movimiento de tierras, apertura y adecuación de caminos internos, excavación de zanjas y adecuación de áreas temporales, pueden generar exposición temporal del suelo a agentes erosivos. La eliminación parcial de la cobertura superficial y la alteración de la estructura natural del terreno pueden incrementar la susceptibilidad del suelo frente a procesos de erosión hídrica ocasionados por la escorrentía superficial durante eventos de lluvia, así como erosión eólica derivada del arrastre de partículas finas por acción del viento. No obstante, considerando que las actividades tendrán una duración temporal, estarán restringidas a las áreas autorizadas del proyecto y serán implementadas medidas preventivas de manejo, el impacto se considera controlable mediante acciones de prevención, estabilización y recuperación de superficies intervenidas.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la pérdida de suelo ocasionada por procesos erosivos hídricos y eólicos mediante el manejo adecuado de superficies expuestas, control de áreas intervenidas y recuperación progresiva de zonas temporales utilizadas durante el desarrollo del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

Se implementará un **Programa de manejo y restauración de suelos** con las siguientes acciones:

1. **Conservación de la capa superficial del suelo:** La primera acción que se ejecutará será que, en áreas de movimiento de suelo y nivelación, se realizará el rescate del suelo más superficial, mediante el uso de maquinaria pesada. La profundidad recomendada será de hasta 10 centímetros. El suelo obtenido de las capas más superficiales será colocado en cúmulos, distribuidos de manera regular en el área de emplazamiento del Proyecto, junto a los cúmulos del material vegetal removido. Se recomiendan dimensiones de amontonamiento que permitan su manipulación mediante maquinaria, dado que éste suelo será manipulado eventualmente en etapas posteriores
2. **Enriquecimiento del suelo:** Con el fin de aprovechar todos los recursos disponibles, en la presente etapa se realizarán acciones orientadas a enriquecer el suelo rescatado como a continuación se indica:

   El material vegetal removido será aquellas ramas provenientes de la remoción de vegetación. Este material será incorporado al suelo rescatado para mejorar su porcentaje de materia orgánica, el cual incidirá en aumentar su capacidad de retención de humedad, enriquecimiento del banco de germoplasma, y mejoramiento de su contenido orgánico. El material será incorporado preferiblemente triturado o picado, hasta obtener una mezcla homogénea.

   Es importante señalar, que, con la implementación de la presente medida, se aseguraría la conservación de los nutrientes de la capa más superficial, así como del banco de germoplasma que contiene de forma natural.



Figura. Cúmulos de vegetación triturada

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO



Figura. Mezcla de suelo con vegetación triturada

3. **Reincorporación del suelo:** Una vez que se hayan realizado las actividades de enriquecimiento del suelo, los cúmulos de suelo serán incorporados al área de emplazamiento del proyecto, mediante actividades de nivelación, con lo cual el área del proyecto recuperará parcialmente las condiciones originales. En las áreas que no requieran de movimientos de suelo, lo preferible será no retirar la capa superficial.
4. **Reubicación de especies rescatadas de flora.** Los individuos de las especies de flora que serán rescatados deberán de reubicarse en áreas con signos de degradación dentro del área del proyecto, según la disponibilidad del sitio.

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

Forma de supervisión y cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
El Responsable Ambiental verificará las condiciones de estabilidad del suelo en las áreas intervenidas, revisando principalmente superficies expuestas, caminos internos, zonas con concentración de escurrimientos y áreas sujetas a acción del viento. Durante los recorridos se identificarán evidencias de pérdida de suelo, formación de surcos, arrastre de material, dispersión de partículas o cualquier condición que favorezca procesos erosivos, promoviendo la aplicación de acciones de manejo cuando sea necesario. La supervisión será documentada mediante registros fotográficos, bitácoras ambientales y reportes de seguimiento.
Informes de cumplimiento
Los resultados serán incorporados en los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Estado de las superficies intervenidas; • Presencia o ausencia de procesos erosivos; • Acciones implementadas; • Resultados de indicadores; • Evidencia documental y fotográfica. . PVA que se presentará de manera anual.

IV.8.2.3 Medidas ambientales para el componente aire

IV.8.2.3.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, caminos internos, áreas de circulación vehicular y zonas donde opere maquinaria y equipos asociados.	
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 actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del proyecto, la operación de maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna puede generar emisiones atmosféricas asociadas principalmente a gases producto de la combustión de combustibles fósiles. Estas emisiones pueden generar cambios temporales y localizados en la calidad del aire dentro del área de influencia del proyecto, dependiendo del número de equipos en operación, tiempo de funcionamiento y condiciones de mantenimiento.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la generación de emisiones atmosféricas provenientes de maquinaria, vehículos y equipos mediante la implementación de controles operacionales orientados al adecuado funcionamiento y mantenimiento de las fuentes móviles utilizadas durante el 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.**	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

- 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

- Mantener los vehículos y equipos asociados a actividades de mantenimiento del parque solar bajo condiciones adecuadas de 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
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 Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones generales de operación de maquinaria, vehículos y equipos, identificando posibles emisiones visibles anormales asociadas a fallas mecánicas o condiciones inadecuadas de funcionamiento.

La supervisión incluirá recorridos en frentes de trabajo, revisión visual de equipos en operación y verificación de la disponibilidad de soportes de mantenimiento cuando corresponda.

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

Informes de cumplimiento

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

- Condiciones generales de operación de maquinaria y vehículos;
- Resultados de indicadores establecidos;

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
• Registros disponibles; • Evidencia documental o fotográfica generada durante la supervisión. . PVA que se presentará de manera anual.

IV.8.2.3.1 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de movimiento de suelo, frentes de trabajo, zonas de circulación vehicular y superficies expuestas.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, actividades como el despalme, nivelación del terreno, movimiento de materiales, tránsito de maquinaria y circulación de vehículos sobre superficies descubiertas pueden ocasionar la suspensión de partículas y generación temporal de polvo. La dispersión de partículas dependerá de las condiciones climáticas, humedad del terreno, velocidad del viento y frecuencia de tránsito dentro del área del proyecto, pudiendo modificar temporalmente la calidad del aire en zonas cercanas a las actividades.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la generación y dispersión de partículas suspendidas mediante la implementación de controles operativos durante las actividades con potencial generación de polvo, favoreciendo el mantenimiento de condiciones adecuadas de calidad del aire.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de actividades	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

- 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.
- 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

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
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: • 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.8.2.3.2 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de movimiento de suelo, frentes de trabajo, zonas de circulación vehicular y superficies expuestas.	
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 actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del proyecto, la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos puede ocasionar un incremento temporal en los niveles de presión sonora dentro del área de influencia directa del proyecto.	

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO
La generación de ruido estará asociada principalmente al funcionamiento de motores, desplazamiento de vehículos, operación de equipos y actividades constructivas, siendo un efecto localizado y asociado al periodo de ejecución de dichas actividades.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar el incremento de los niveles de ruido ambiental mediante el adecuado manejo operativo de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante las diferentes etapas del proyecto.
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	Mantener equipos operativos con sistemas funcionales	Inspecciones ambientales, registros de mantenimiento disponibles
Eventos asociados a generación de ruido anormal	Atención de eventos identificados	Bitácora ambiental y registro de seguimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO		
identificados durante supervisión		
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.8.2.4 Medidas ambientales para el componente paisaje

IV.8.2.4.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, ALTERACIÓN, RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas donde se instalará infraestructura del proyecto, módulos fotovoltaicos, caminos internos, instalaciones auxiliares, frentes de obra y zonas con visibilidad hacia los elementos del PS Altamirano.	
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 etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la incorporación de infraestructura asociada al PS Altamirano generará modificaciones en las características visuales existentes del paisaje debido a la presencia de elementos antrópicos como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos internos, equipos auxiliares y áreas temporales de construcción. La presencia de estos nuevos elementos puede modificar los patrones actuales de visibilidad y percepción del entorno. Algunas modificaciones serán permanentes durante la vida útil del proyecto debido a la infraestructura instalada, mientras que otras serán temporales y estarán asociadas únicamente a las actividades constructivas.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la alteración de la calidad visual del paisaje mediante el manejo ordenado de las áreas de trabajo, control de elementos temporales de obra y aplicación de acciones orientadas a favorecer la integración visual del proyecto con su entorno.	
Descripción técnica de la medida	
Para proteger la flora y fauna del sitio, como los elementos naturales, se considera la ejecución de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**. El rescate y reubicación de especies vegetales permitirá que se conserve parte	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
de los elementos naturales de la zona, que además permitirá que la zona de reubicación sirva como hábitat para la fauna. Los ejemplares rescatados de flora podrán colocarse en las áreas de afectación temporal del proyecto. **Previo al inicio de actividades** • Definir y delimitar las áreas autorizadas para la instalación de infraestructura, almacenamiento temporal de materiales, equipos y maquinaria. • Establecer zonas específicas para la ubicación temporal de elementos asociados a la construcción, evitando una dispersión visual innecesaria dentro del área del proyecto. **Durante 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. • Realizar actividades de mantenimiento necesarias para conservar las condiciones visuales de la infraestructura. • Mantener las áreas operativas libres de acumulación de residuos o materiales ajenos a la operación. **Al finalizar actividades constructivas** • 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. • Aplicar acciones de recuperación de áreas temporales intervenidas, cuando corresponda.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE		
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

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto las condiciones visuales generales de las áreas intervenidas, revisando principalmente el orden de los frentes de trabajo, ubicación de maquinaria, almacenamiento de materiales y manejo adecuado de elementos temporales.

Durante la finalización de actividades constructivas se verificará el retiro de elementos provisionales y la liberación de áreas que no formen parte de la infraestructura permanente del proyecto.

La supervisión será documentada mediante recorridos de campo, registros fotográficos y reportes ambientales.

Informes de cumplimiento

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

- Condiciones generales de las áreas intervenidas;
- Manejo de elementos temporales;
- Retiro de materiales e infraestructura provisional;
- Cumplimiento de indicadores establecidos;
- Evidencia documental y fotográfica.

PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.4.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas donde se instalará infraestructura del proyecto, módulos fotovoltaicos, caminos internos, instalaciones auxiliares, frentes de obra y zonas con visibilidad hacia los elementos del PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de elementos bióticos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

D Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades asociadas al acondicionamiento del terreno y establecimiento de la infraestructura del PS Altamirano pueden ocasionar la reducción de elementos naturales presentes dentro del paisaje, principalmente aquellos asociados a la cobertura vegetal existente en las áreas autorizadas para intervención.

La disminución de estos elementos puede modificar la composición del paisaje al reducir componentes bióticos que aportan estructura, naturalidad y continuidad visual al entorno. No obstante, el impacto puede ser manejado mediante acciones orientadas al control de áreas intervenidas y recuperación progresiva de elementos naturales.

Objetivo de la medida

Prevenir y minimizar la pérdida innecesaria de elementos bióticos que conforman el paisaje mediante el control de las áreas autorizadas de intervención y favorecer la recuperación de componentes naturales a través de las acciones ambientales establecidas para el proyecto.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Delimitar físicamente las áreas autorizadas para intervención, evitando afectaciones sobre elementos naturales ubicados fuera de las superficies requeridas por el proyecto.
- Identificar las zonas donde permanecerán elementos naturales sin intervención, promoviendo su conservación durante el desarrollo de las actividades.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Informar al personal involucrado sobre la importancia de evitar afectaciones adicionales sobre elementos bióticos fuera de las áreas autorizadas.

Durante preparación del sitio y construcción

- Realizar las actividades de retiro de vegetación únicamente dentro de las superficies autorizadas.
- Evitar daños o eliminación de elementos naturales que no interfieran con el desarrollo del proyecto.
- Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación de la cobertura existente.
- Evitar la generación de nuevas áreas de afectación que incrementen la pérdida de elementos naturales del paisaje.

Durante operación y mantenimiento

- Conservar las áreas naturales remanentes que no forman parte de la infraestructura del proyecto.
- Mantener seguimiento de las áreas sujetas a recuperación ambiental.

Recuperación de elementos naturales

- Implementar las actividades contempladas dentro del Programa de Reforestación del PS Altamirano, orientadas a favorecer la recuperación de cobertura vegetal y reincorporación de elementos naturales dentro del paisaje.
- Dar seguimiento al establecimiento de la vegetación conforme a los criterios establecidos dentro del programa aplicable.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Superficie intervenida respecto a las áreas autorizadas	100 % de intervención dentro de superficies aprobadas	Supervisión ambiental, cartografía y evidencia fotográfica
Eventos de afectación sobre elementos naturales fuera de áreas autorizadas	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental y registro fotográfico
Implementación de acciones de recuperación de cobertura vegetal	Cumplimiento conforme al Programa de Reforestación aplicable	Informes de seguimiento y evidencia documental

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Forma de supervisión y cumplimiento
El Responsable Ambiental verificará que las actividades de intervención se desarrollen exclusivamente dentro de las superficies autorizadas, revisando la conservación de elementos naturales ubicados fuera de los frentes de trabajo y evitando modificaciones adicionales sobre la composición del paisaje. Asimismo, se realizará seguimiento a las acciones de recuperación de elementos naturales implementadas dentro del proyecto, verificando su avance conforme a los programas ambientales aplicables. La supervisión será documentada mediante recorridos de campo, registros fotográficos y reportes ambientales.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Cumplimiento de límites de intervención; • Conservación de elementos naturales no intervenidos; • Avance de acciones de recuperación; • Resultados de indicadores establecidos; • Evidencia documental y fotográfica disponible. PVA que se presentará de manera anual

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos, infraestructura asociada, áreas temporales de construcción y zonas donde se presenten modificaciones en los elementos naturales y visuales del paisaje del PS Altamirano.	
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 etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la incorporación de elementos asociados al proyecto solar, tales como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos internos, equipos auxiliares y presencia temporal de maquinaria puede generar modificaciones en las condiciones visuales existentes del paisaje.

Estos cambios pueden alterar la percepción visual del área debido a la incorporación de elementos antrópicos y modificaciones en la cobertura existente. Sin embargo, parte de estas alteraciones corresponden a elementos propios de la operación del proyecto y otras estarán asociadas únicamente a actividades temporales de construcción.

Objetivo de la medida

Prevenir y minimizar la alteración de la calidad visual del paisaje mediante el manejo ordenado de las áreas intervenidas, control de elementos temporales de obra y recuperación progresiva de superficies utilizadas temporalmente durante el desarrollo del proyecto.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Delimitar las áreas autorizadas de intervención para evitar modificaciones innecesarias sobre áreas adicionales del paisaje.
- Definir áreas específicas para almacenamiento temporal de materiales, maquinaria y equipos durante la construcción.

Durante construcción

- Mantener condiciones adecuadas de orden y limpieza en los frentes de trabajo.
- Concentrar materiales, maquinaria y equipos dentro de las áreas establecidas para evitar una dispersión visual innecesaria.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Retirar periódicamente residuos, materiales sobrantes y elementos que no sean requeridos para la continuidad de las actividades.
- Evitar afectaciones adicionales a la cobertura vegetal fuera de las áreas autorizadas.

Al finalizar actividades constructivas

- Retirar infraestructura temporal, residuos y materiales utilizados durante la construcción.
- Liberar áreas temporales que no formen parte de la infraestructura permanente.
- Implementar acciones de recuperación de áreas intervenidas temporalmente cuando corresponda.
- Integrar las actividades de recuperación vegetal previstas dentro del Programa de Reforestación del proyecto, favoreciendo la integración paisajística del área.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Áreas temporales liberadas al finalizar actividades constructivas	Retiro de elementos temporales no requeridos para operación	Registro fotográfico y supervisión ambiental
Condiciones de orden y limpieza en frentes de trabajo	Mantener áreas organizadas durante las etapas aplicable	Inspecciones ambientales y bitácora
Implementación de acciones de recuperación vegetal asociadas al proyecto	Cumplimiento conforme al Programa de Reforestación	Reportes de seguimiento del programa

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto las condiciones visuales de las áreas intervenidas, revisando principalmente el orden de frentes de trabajo, ubicación de materiales, manejo de residuos y permanencia únicamente de elementos requeridos para las actividades del proyecto.

Durante la finalización de actividades temporales se verificará el retiro de elementos provisionales y la recuperación de superficies que no formen parte de la infraestructura permanente.

La supervisión será documentada mediante registros fotográficos y reportes de seguimiento ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Estado de las áreas intervenidas; • Retiro de elementos temporales; • Acciones de recuperación implementadas; • Avance de medidas asociadas de revegetación cuando corresponda; • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.5 Medidas ambientales para el componente flora

IV.8.2.5.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas con presencia de cobertura vegetal, superficies autorizadas para intervención y zonas destinadas a acciones de manejo y recuperación vegetal dentro del PS Altamirano.	
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 etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades asociadas a la adecuación del terreno y establecimiento de infraestructura del PS Altamirano pueden generar modificaciones sobre la vegetación existente, ocasionando una reducción localizada en el número de especies presentes (riqueza específica), así como disminución en la cantidad de individuos vegetales que conforman las comunidades florísticas del área intervenida.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
La reducción de la riqueza y abundancia vegetal puede modificar temporalmente la estructura de la comunidad vegetal, especialmente en las superficies donde se requiera retiro de cobertura para el desarrollo de las obras. No obstante, estos impactos pueden ser manejados mediante acciones de control de intervención, conservación de áreas no afectadas y recuperación vegetal conforme a los programas establecidos para el proyecto.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la pérdida de diversidad florística mediante el control de las áreas de intervención, protección de vegetación no afectada y aplicación de acciones orientadas a favorecer la conservación y recuperación de componentes vegetales presentes en el área del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo a las actividades de preparación del sitio, desmonte y despalme, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, mediante el cual se identificarán, marcarán, rescatarán y reubicarán los individuos vegetales que, de acuerdo con el inventario florístico del Área del Proyecto y el criterio del especialista en flora, sean técnicamente viables para su manejo. Aunque durante la caracterización ambiental no se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Programa contemplará el rescate de aquellas especies que, por su importancia ecológica, vulnerabilidad, forma de crecimiento o viabilidad técnica, requieran medidas específicas de conservación. **El Programa de Rescate y Reubicación de Flora deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:** • Criterios para la selección de especies e individuos a rescatar. • Número estimado de individuos por rescatar. • Metodología para el marcaje, extracción y transporte. • Criterios para la selección de sitios de reubicación. • Estrategias para favorecer el establecimiento y supervivencia de los individuos reubicados. • Registro georreferenciado de los ejemplares manejados. • Formatos de campo y memoria fotográfica. • Indicadores de seguimiento y supervivencia.

Tabla 24. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	NOM-059	IUCN	CITES
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Guacoyul	Nativa	-	LC	-
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	Nativa	-	LC	II

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA						
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	Nativa	-	-	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativa	-	LC	-
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal lengua de vaca	Nativa	-	-	II
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	Nativa	-	LC	II
Cordiaceae	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Vachellia macracantha*	Algarrobo	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Diphysa americana*	Amarillo	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	Nativa	-	LC	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Nativa	-	LC	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Altea	Nativa	-	LC	-
NOM-059: NOM-059-SEMARNAT2010. I**UCN:** Lista roja de la IUCN, **LC:** Preocupación menor. **CITES:** Apéndice II.						

Nota: ***La selección definitiva de las especies e individuos susceptibles de rescate será realizada por el especialista en flora con base en el inventario florístico del Área del Proyecto, la viabilidad técnica de rescate y los criterios establecidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.***

Previo al inicio de actividades

- Delimitar claramente las superficies autorizadas para intervención, evitando afectaciones adicionales sobre comunidades vegetales fuera del área requerida por el proyecto.
- Identificar y señalizar áreas con vegetación que deberán mantenerse sin intervención.
- Realizar actividades de sensibilización al personal respecto a la importancia de conservar la vegetación presente fuera de las áreas autorizadas.
- Verificar las condiciones de la vegetación existente previo al inicio de actividades de retiro o modificación de cobertura.

Durante preparación del sitio y construcción

- Ejecutar las actividades de retiro de vegetación únicamente dentro de las áreas autorizadas.
- Evitar daños mecánicos sobre individuos vegetales ubicados fuera de los límites establecidos para obra.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

- Prohibir actividades no autorizadas relacionadas con:
  - Extracción de ejemplares vegetales;
  - Colecta de especies;
  - Aprovechamiento de recursos forestales;
  - Quemas de vegetación.
- Mantener supervisión ambiental durante las actividades que involucren intervención de cobertura vegetal.

Recuperación y seguimiento

- Implementar las acciones establecidas dentro del **Programa de Reforestación** del PS Altamirano, orientadas a compensar y favorecer la recuperación de la cobertura vegetal.
- Priorizar el uso de especies adecuadas conforme a las condiciones ecológicas del área y lo establecido en el programa correspondiente.
- Realizar seguimiento al establecimiento y desarrollo de las acciones de recuperación vegetal implementadas.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Conservación de áreas no autorizadas para intervención	(Área intervenida autorizada / área intervenida total) x100	100 % dentro de áreas autorizadas	Cartografía, supervisión ambiental, registro fotográfico
Afectación de vegetación fuera del área autorizada	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental
Cumplimiento de acciones de recuperación vegetal	(Acciones ejecutadas / acciones programadas) x100	Conforme Programa de Reforestación	Informes de seguimiento

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará que las actividades asociadas a intervención de vegetación se realicen únicamente dentro de las superficies autorizadas, manteniendo seguimiento sobre los límites de obra y conservación de comunidades vegetales externas al área requerida.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
Durante las actividades constructivas se realizarán recorridos de supervisión para identificar posibles afectaciones adicionales y verificar el cumplimiento de las medidas establecidas. El seguimiento posterior estará asociado al avance y cumplimiento de las acciones contempladas dentro del **Programa de Reforestación** del proyecto.
Informes de cumplimiento
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.8.2.5.1 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas intervenidas por el proyecto y zonas definidas para actividades de recuperación vegetal conforme al Programa de Reforestación.	
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	Mitigación, restauración y compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
El banco de semillas constituye una reserva natural de propágulos presentes principalmente en los primeros horizontes del suelo, permitiendo la regeneración y mantenimiento de las comunidades vegetales después de procesos de perturbación. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las acciones relacionadas con retiro de cobertura vegetal, movimientos de suelo, nivelación del terreno y adecuación de infraestructura pueden generar alteraciones sobre esta reserva natural, ocasionando una disminución en la disponibilidad de semillas viables y reduciendo temporalmente la capacidad de regeneración natural de la vegetación. Asimismo, la disminución de cobertura vegetal puede modificar las condiciones ecológicas del sitio, afectando funciones asociadas como protección del suelo, regulación microclimática y disponibilidad de hábitat para otros organismos. Como medida de manejo, el proyecto contempla la implementación del Programa de Reforestación, orientado al establecimiento de vegetación y recuperación progresiva de áreas definidas, contribuyendo al restablecimiento de componentes vegetales y fortalecimiento de la capacidad de regeneración del ecosistema.
Objetivo de la medida
Implementar acciones orientadas a favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y fortalecer la capacidad de regeneración del ecosistema mediante actividades de establecimiento, mantenimiento y seguimiento de vegetación conforme al Programa de Reforestación del PS Altamirano.
Descripción técnica de la medida
Planeación de actividades de recuperación vegetal <u>Previo al desarrollo de las actividades:</u> • Identificar las áreas destinadas para la implementación de acciones de recuperación vegetal conforme al Programa de Reforestación. • Definir las especies vegetales a utilizar considerando las características ecológicas del área y los criterios establecidos dentro del programa aprobado. • Establecer las actividades necesarias para favorecer el establecimiento adecuado de los individuos vegetales. **Manejo previo de áreas intervenidas**

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

Durante la preparación del sitio:

- Limitar la intervención únicamente a las superficies autorizadas para evitar pérdida adicional de cobertura vegetal y banco de semillas.
- Evitar afectaciones sobre áreas naturales que no formen parte del proyecto.
- Cuando las condiciones del sitio lo permitan, favorecer el aprovechamiento del suelo superficial o material vegetal que pueda contribuir a procesos posteriores de recuperación.
- Mantener condiciones adecuadas de manejo del suelo para favorecer las actividades posteriores de restauración.

Implementación del Programa de Reforestación

Se desarrollarán las actividades establecidas dentro del Programa de Reforestación, considerando:

- Preparación de las áreas destinadas para establecimiento vegetal;
- Selección y manejo adecuado de individuos vegetales;
- Establecimiento de especies conforme a los criterios definidos;
- Aplicación de actividades de mantenimiento necesarias para favorecer la supervivencia.

Las especies utilizadas deberán ser acordes con las condiciones ambientales del sitio y los objetivos definidos dentro del programa.

Seguimiento y mantenimiento

Durante la etapa de seguimiento:

- Verificar el estado de establecimiento y desarrollo de la vegetación implementada.
- Identificar necesidades de mantenimiento o reposición de individuos cuando corresponda.
- Registrar cambios asociados a la recuperación progresiva de cobertura vegetal.
- Documentar los avances mediante evidencia fotográfica y reportes de seguimiento.

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

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA			
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 realizará seguimiento a la implementación del Programa de Reforestación, verificando el establecimiento de individuos vegetales, condiciones de las áreas intervenidas y avance de las acciones orientadas a la recuperación de cobertura.

La supervisión incluirá recorridos de campo para evaluar:

- Estado fitosanitario de los individuos establecidos;
- Supervivencia;
- Necesidades de mantenimiento;
- Condiciones generales de las áreas sujetas a recuperación.

Los resultados serán registrados mediante formatos de seguimiento, evidencia fotográfica y reportes ambientales.

Informes de cumplimiento

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

- Avance de implementación del Programa de Reforestación;
- Número de individuos establecidos;
- Resultados de supervivencia;
- Actividades de mantenimiento realizadas;
- Recuperación progresiva de cobertura vegetal;

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
• Cumplimiento de indicadores; • Registros fotográficos y documentales. 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.8.2.6 Medidas ambientales para el componente fauna

IV.8.2.6.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
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 de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, principalmente aquellas relacionadas con adecuación del terreno, tránsito de maquinaria, movimiento de materiales	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
y presencia de personal, podrían generarse afectaciones sobre individuos de fauna silvestre presentes en el área del proyecto. Las especies con menor capacidad de desplazamiento, hábitos fosoriales o movilidad reducida pueden presentar mayor vulnerabilidad ante las actividades constructivas, especialmente aquellas que se encuentren catalogadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las posibles afectaciones pueden incluir desplazamiento temporal, perturbación de individuos, alteración de refugios o riesgo de daño directo si no se implementan medidas de manejo adecuadas.
Fundamentación Técnica del Impacto
Las especies de fauna silvestre presentan diferentes capacidades de respuesta frente a modificaciones del ambiente. Mientras algunas especies pueden desplazarse naturalmente ante la presencia de actividades humanas, otras, como reptiles, anfibios, pequeños mamíferos o individuos juveniles, pueden requerir acciones específicas de manejo. La aplicación de medidas preventivas antes y durante la ejecución de actividades permite reducir la probabilidad de afectación directa sobre especies de importancia ecológica, priorizando la conservación de individuos y evitando impactos sobre especies incluidas dentro de categorías de protección.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la afectación sobre especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante acciones de identificación, protección, manejo y seguimiento durante las actividades del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo y durante las actividades de desmonte se realizarán actividades de ahuyentamiento de fauna, así como acciones de rescate y reubicación de esta. • 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. Previo a la ejecución del desmonte y el despalme (CUSTF) dentro de la etapa de preparación de sitio se realizarán recorridos de prospección faunística con énfasis en la identificación de madrigueras,

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

refugios, nidos y sitios de descanso de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se realizará el rescate de las especies vulnerables presentes en el sitio cuya importancia biológica sea determinante para la zona, en este caso en particular acorde a los muestreos realizados en el área del proyecto se propone el rescate de las siguientes especies

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Bolitglossa platydactyla	Salamandra lengua de hongo	Pr
Ctenosaura acanthura	Iguana negra de cola espinos	Pr
Iguana iguana	Iguana verde	Pr
Micrastur semitorquatus	Halcón selvático de collar	Pr
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr

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.

- Capacitar al personal del proyecto sobre:
  - Importancia de fauna silvestre;
  - Especies sensibles identificadas;
  - Prohibición de captura, caza o daño a individuos.
- Informar los procedimientos de actuación ante encuentros con fauna.

Durante preparación del sitio y construcción

- Favorecer el desplazamiento natural de fauna previo al avance de actividades.
- Realizar actividades de ahuyentamiento controlado cuando sea necesario.
- En caso de identificar individuos con baja capacidad de movilidad, realizar manejo por personal capacitado conforme a los procedimientos establecidos.
- Evitar manipulación directa de fauna por personal no autorizado.
- Prohibir:
  - captura;
  - aprovechamiento;
  - extracción;

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- comercialización;
- daño intencional a fauna silvestre.

- Mantener supervisión ambiental durante actividades con mayor potencial de interacción con fauna.

Manejo de individuos encontrados

Cuando durante las actividades sean detectados individuos de fauna silvestre:

- Se suspenderán temporalmente actividades puntuales cuando exista riesgo directo.
- Se permitirá el desplazamiento voluntario hacia áreas seguras.
- Cuando aplique, se realizará manejo y reubicación por personal capacitado.
- Se llevará registro de los eventos atendidos.

Operación y mantenimiento

- Mantener prácticas de protección hacia fauna durante recorridos y mantenimiento del parque solar.
- Registrar eventos relevantes asociados a especies de importancia ecológica.

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|	(Número de individuos vivos / Número de individuos establecidos) x 100	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	Monitoreos de supervivencia, registros de campo

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
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

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:

- registros de fauna observada;
- especies NOM-059 identificadas;
- acciones de manejo realizadas;
- registros de reubicación cuando aplique;
- capacitaciones realizadas;
- evidencia fotográfica;
- resultados de indicadores.

PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.6.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas con presencia potencial de fauna silvestre dentro del área de influencia del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la riqueza específica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades relacionadas con movimiento de maquinaria, adecuación de áreas, presencia de personal, generación de ruido y modificación temporal de las condiciones del hábitat pueden ocasionar cambios en la distribución y presencia de fauna silvestre dentro del área de intervención.

Estos cambios pueden reflejarse en una disminución temporal de la riqueza específica, entendida como la reducción del número de especies presentes en un área determinada, así como en cambios en la abundancia de organismos asociados principalmente al desplazamiento de individuos hacia áreas cercanas con condiciones adecuadas de refugio, alimentación y reproducción.

La intensidad del impacto dependerá de factores como la movilidad de las especies, sensibilidad a perturbaciones, disponibilidad de hábitats alternativos y duración de las actividades constructivas.

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 silvestre ocasionada por las actividades de preparación del sitio y construcción, mediante la implementación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, orientado a reducir la afectación sobre los individuos presentes en el área de intervención mediante acciones de identificación, ahuyentamiento, rescate, reubicación y seguimiento.
Descripción técnica de la medida

Actividades previas a la intervención
• Realizar recorridos de reconocimiento en las áreas donde se ejecutarán actividades del proyecto para identificar presencia de fauna silvestre.
• Identificar zonas con presencia potencial de refugios, madrigueras o sitios utilizados por fauna.
• Implementar actividades de ahuyentamiento previo al inicio de actividades de mayor intervención, favoreciendo el desplazamiento natural de individuos hacia áreas cercanas.
• Capacitar al personal vinculado al proyecto sobre:
  ○ importancia de conservación de fauna silvestre;
  ○ prohibición de captura o daño a individuos;
  ○ procedimiento ante encuentros con fauna.
Durante preparación del sitio y construcción
• Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación del terreno.
• Permitir el desplazamiento natural de individuos detectados dentro de los frentes de trabajo.
• En caso de encontrar organismos con movilidad reducida, realizar manejo por personal capacitado conforme a los procedimientos establecidos.
• Evitar afectaciones sobre áreas adicionales no contempladas para intervención.
• Prohibir al personal:
  ○ caza;
  ○ captura;
  ○ extracción;
  ○ alimentación;
  ○ manipulación no autorizada de fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Mantener prácticas adecuadas de manejo ambiental para reducir perturbaciones innecesarias.

Durante operación y mantenimiento

- Continuar con prácticas de protección de fauna durante actividades de mantenimiento.
- Registrar eventos relevantes relacionados con presencia o interacción con fauna silvestre.
- Mantener las áreas no intervenidas como espacios disponibles para el desplazamiento y permanencia de especies.

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	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	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:

- revisión previa de frentes de trabajo;
- registro de especies observadas;
- seguimiento a eventos de manejo de fauna;

COMPONENTE AMBIENTAL: 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.8.2.6.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas con presencia de hábitats utilizados por fauna silvestre, zonas de intervención del PS Altamirano y áreas destinadas a recuperación ambiental.	
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
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades asociadas a la adecuación del terreno, modificación de cobertura vegetal y establecimiento de	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
infraestructura pueden ocasionar cambios en la disponibilidad de hábitats utilizados por la fauna silvestre. Estas modificaciones pueden generar la reducción temporal o permanente de áreas utilizadas por diferentes especies para actividades ecológicas como refugio, descanso, alimentación, desplazamiento y reproducción. La magnitud del impacto dependerá de las características del hábitat intervenido, capacidad de desplazamiento de las especies, disponibilidad de áreas alternativas y grado de recuperación ambiental posterior a la construcción.
Fundamentación Técnica del Impacto
El hábitat representa el conjunto de condiciones físicas y biológicas necesarias para que las especies desarrollen sus procesos ecológicos fundamentales. La modificación o pérdida de elementos del hábitat puede ocasionar cambios en: • Disponibilidad de refugios; • Disponibilidad de alimento; • Sitios potenciales de reproducción; • Patrones de movimiento de fauna; • Distribución espacial de las especies. Sin embargo, la conservación de áreas no intervenidas, el control de afectaciones y la recuperación progresiva de la vegetación contribuyen a mantener elementos funcionales del hábitat y favorecer la permanencia o recolonización de especies.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la pérdida de hábitats utilizados por fauna silvestre mediante el control de áreas intervenidas, protección de zonas no afectadas y recuperación progresiva de condiciones ambientales que favorezcan la disponibilidad de recursos para las especies.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • 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.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- 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.

Recuperación progresiva del hábitat

- Implementar las acciones de recuperación vegetal establecidas dentro del Programa de Reforestación del PS Altamirano, favoreciendo la restitución de elementos estructurales del hábitat.
- Promover el establecimiento de vegetación que contribuya a generar sitios potenciales de refugio y alimentación.
- Realizar seguimiento a las áreas sujetas a recuperación ambiental.

Operación y mantenimiento

- Mantener las áreas recuperadas y zonas no intervenidas como espacios disponibles para fauna.
- Registrar observaciones relevantes sobre uso del área por especies de fauna durante actividades de seguimiento.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Conservación de áreas no autorizadas para intervención	(Área conservada sin afectación / área definida sin intervención)x100	100 %	Supervisión ambiental, cartografía, evidencia fotográfica

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Recuperación progresiva de hábitat	Superficie con acciones de recuperación vegetal (ha o m²)	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.
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.8.2.6.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, caminos internos, frentes de trabajo y zonas donde se presenten actividades que puedan generar perturbación temporal sobre fauna silvestre.	
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	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, el incremento temporal de actividades humanas, presencia de maquinaria, tránsito vehicular, generación de ruido y modificaciones en las condiciones habituales del entorno 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 en rutas de movimiento, cambios en horarios de actividad o reducción temporal en el uso de determinados espacios. La respuesta dependerá de la sensibilidad ecológica de cada especie, su capacidad de adaptación, movilidad y disponibilidad de áreas cercanas con condiciones adecuadas.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
Las especies de fauna silvestre presentan diferentes niveles de tolerancia frente a perturbaciones antrópicas. La presencia continua de actividades humanas puede modificar temporalmente los patrones naturales de conducta, especialmente en especies con mayor sensibilidad al ruido, movimiento o presencia de infraestructura. Entre las principales respuestas ecológicas documentadas se encuentran: • **Respuesta de evitación:** desplazamiento hacia zonas con menor perturbación.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• **Cambio en patrones de actividad:** modificación temporal de horarios de alimentación, desplazamiento o refugio. • **Habituación:** algunas especies pueden adaptarse progresivamente a estímulos constantes que no representan amenaza directa. En proyectos solares, estas modificaciones suelen estar asociadas principalmente a la etapa constructiva, disminuyendo durante operación debido a la reducción considerable de presencia humana y maquinaria.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar las alteraciones en los patrones de comportamiento de fauna silvestre mediante el control de factores de perturbación asociados al proyecto y la implementación de prácticas que favorezcan el desplazamiento y permanencia segura de las especies presentes en el área.
Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades
• Realizar inducciones ambientales al personal involucrado en el proyecto, incluyendo buenas prácticas para reducir perturbaciones sobre fauna silvestre.
• 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

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- 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.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
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)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.

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

IV.8.2.6.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Diseño, preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Infraestructura del Proyecto Solar Altamirano, caminos internos, áreas de módulos solares, límites del proyecto y zonas utilizadas por fauna para desplazamiento.	
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	
Durante la construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, la incorporación de infraestructura permanente puede modificar las condiciones de movilidad de algunas especies de fauna silvestre presentes en el área. La presencia de módulos solares, caminos internos y elementos asociados al proyecto puede generar cambios en las rutas habituales de desplazamiento, especialmente en especies terrestres con menor capacidad de movilidad. El efecto barrero puede reducir la conectividad entre áreas utilizadas por fauna; sin embargo, su magnitud depende de las características del proyecto, permeabilidad del entorno, capacidad de desplazamiento de las especies y disponibilidad de áreas alternativas.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La conectividad ecológica permite el movimiento de organismos entre diferentes áreas del paisaje, favoreciendo procesos como: • intercambio genético; • dispersión de individuos; • acceso a recursos;	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• mantenimiento de poblaciones. Las especies presentan diferentes niveles de sensibilidad: • **Aves:** generalmente presentan baja afectación por barreras terrestres debido a su capacidad de vuelo. • **Mamíferos medianos y pequeños:** pueden modificar rutas de desplazamiento. • **Reptiles y anfibios:** pueden presentar mayor sensibilidad debido a movilidad reducida. El mantenimiento de condiciones de permeabilidad dentro del paisaje permite disminuir los efectos asociados a fragmentación y aislamiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la generación de barreras para el desplazamiento de fauna silvestre mediante acciones orientadas a conservar la conectividad ecológica y favorecer la movilidad segura de especies dentro del área de influencia del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Identificar durante recorridos ambientales zonas con posible uso para desplazamiento de fauna. • Considerar la presencia de fauna terrestre durante la planificación de áreas operativas. • Informar al personal sobre la importancia de mantener la movilidad natural de especies. **Durante construcción** • Limitar las actividades únicamente a las superficies autorizadas. • Evitar la generación de obstáculos innecesarios fuera de las áreas requeridas. • Mantener libres de materiales, residuos o elementos temporales las áreas no destinadas para construcción. • Evitar bloqueos innecesarios de zonas naturales cercanas al proyecto. • Permitir el desplazamiento natural de fauna encontrada durante actividades. • Retirar infraestructura temporal que ya no sea necesaria. **Durante operación y mantenimiento** Con el fin de atender los impactos antes listados, se implementarán las siguientes medidas.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
a) Se garantizará la permeabilidad del cercado perimetral mediante pasos de fauna que permitan el tránsito de fauna terrestre, evitando el aislamiento del área. Es recomendable establecer 12 pasos de fauna, tres por periferia, con dimensiones de 30 cm de ancho por 40 cm de alto. Se favorecerá la presencia de vegetación nativa baja en los accesos al paso, evitando iluminación artificial directa.
b) El mantenimiento de los pasos de fauna consistirá en mantener la parte central de estos libres de vegetación, sin embargo, en sus bordes se realizarán podas selectivas manteniendo suficiente cobertura vegetal para que los ejemplares tengan espacios de resguardo. Así mismo, se repararán periódicamente los desperfectos observados (especialmente alambres fuera de lugar o con puntas filosas que pudieran dañar a algún ejemplar al cruzar). Y se supervisará que los pasos de fauna no sean utilizados con otros fines y evitar la instalación de otras estructuras que afecten o modifiquen su funcionamiento.
c) Se implementará malla tipo cinegética, dejando un claro inferior continuo de 15 a 20 cm para permitir el paso de reptiles, anfibios y mamíferos pequeños, con postes separados a distancias que eviten colapsos o huecos. Se colocará un vallado perimetral como un elemento conductor del movimiento de fauna permitiendo la permeabilidad para especies de talla pequeña y guiando a mamíferos medianos hacia pasos de fauna, con el fin de reducir la fragmentación del hábitat y la mortalidad por atropellamiento. El vallado será convergente hacia los pasos de fauna, evitando ángulos cerrados que generen estrés o acumulación de individuos, en la medida de lo posible, se aprovecharán las obras de escurrimiento pluvial como pasos de fauna multifuncionales.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Identificación y atención de puntos potenciales de restricción de movilidad	(Puntos atendidos / puntos identificados)x100	100 %	Registros de supervisión ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Conservación de áreas no intervenidas	Área conservada sin afectación / área definida x100	100 %	Cartografía, inspecciones, evidencia fotográfica
Seguimiento de eventos asociados a movilidad de fauna	Número de registros documentados	Registro de eventos identificados	Bitácoras ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto que las actividades e infraestructura asociada no generen obstáculos adicionales innecesarios para el desplazamiento de fauna.

La supervisión incluirá:

- revisión de áreas de circulación;
- identificación de posibles restricciones de movilidad;
- registro de observaciones de fauna;
- verificación del retiro de elementos temporales.

Cuando se identifiquen puntos que puedan limitar la movilidad de especies, se evaluarán acciones de manejo aplicables.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Registros de supervisión de conectividad;
- Observaciones de fauna;
- Puntos identificados y medidas implementadas;
- Evidencia fotográfica;
- Resultados de indicadores.

PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.6.6 Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, accesos, frentes de trabajo y zonas de circulación vehicular asociadas al PS Altamirano.	
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

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, el tránsito de vehículos, maquinaria pesada y equipos de mantenimiento puede representar un riesgo de atropellamiento para individuos de fauna silvestre que se desplacen dentro o cerca de las áreas del proyecto.

Este impacto puede afectar principalmente especies terrestres con menor capacidad de desplazamiento o respuesta lenta ante la presencia vehicular, ocasionando pérdida directa de individuos.

El riesgo dependerá de factores como frecuencia vehicular, velocidad de circulación, horarios de actividad de las especies y presencia de fauna en caminos o áreas operativas.

Fundamentación Técnica del Impacto

El atropellamiento de fauna constituye una presión directa sobre los organismos debido a la interacción entre infraestructura vial y desplazamientos naturales de las especies.

Los caminos pueden coincidir con rutas utilizadas por fauna para:

- búsqueda de alimento;
- refugio;
- reproducción;
- dispersión.

La vulnerabilidad varía según el grupo faunístico:

- **Reptiles:** pueden permanecer sobre caminos debido a procesos de termorregulación.
- **Anfibios:** pueden desplazarse lentamente durante periodos húmedos.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• **Mamíferos pequeños y medianos:** pueden cruzar caminos durante sus desplazamientos diarios. La reducción de velocidad y sensibilización del personal disminuyen significativamente la probabilidad de eventos de atropellamiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar eventos de mortalidad de fauna silvestre asociados al tránsito vehicular mediante controles operacionales, sensibilización del personal y seguimiento de eventos durante las actividades del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Capacitar al personal y operadores de vehículos sobre medidas de protección de fauna silvestre. • Informar sobre procedimientos de actuación ante presencia de fauna en caminos internos. • Establecer lineamientos de circulación segura dentro del área del proyecto. **Durante construcción** • Mantener velocidades controladas dentro de caminos internos y áreas de trabajo. • Respetar las rutas establecidas para circulación vehicular. • Evitar circulación innecesaria fuera de caminos autorizados. • Realizar revisión visual durante desplazamientos para identificar presencia de fauna. • Detener temporalmente el tránsito cuando se identifique fauna cruzando caminos, permitiendo su desplazamiento natural. • Evitar la manipulación de fauna por personal no autorizado. • Registrar eventos de atropellamiento o encuentros relevantes con fauna. **Durante operación y mantenimiento** • Mantener medidas de circulación segura durante recorridos operativos. • Continuar aplicando restricciones de velocidad dentro del proyecto. • Reportar cualquier evento de interacción vehículo-fauna identificado durante operación.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Cumplimiento de capacitación a operadores y personal	(Personal capacitado / personal programado)x100	100 %	Registros de capacitación
Eventos de atropellamiento registrados	Número de eventos reportados	Tendencia a 0 eventos	Bitácoras ambientales
Atención de eventos fauna-vía identificados	(Eventos atendidos / eventos reportados)x100	100 %	Reportes ambientales
Cumplimiento de controles de circulación interna	Inspecciones ejecutadas/programadas x100	100 %	Formatos de inspección

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 supervisión incluirá:

- verificación de condiciones de circulación;
- cumplimiento de rutas establecidas;
- revisión de reportes de fauna en caminos;
- cumplimiento de medidas de sensibilización al personal.

En caso de presentarse eventos de atropellamiento, deberán documentarse indicando ubicación, especie cuando sea posible, fecha, condiciones del evento y acciones tomadas.

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.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.6.7 Medida 7

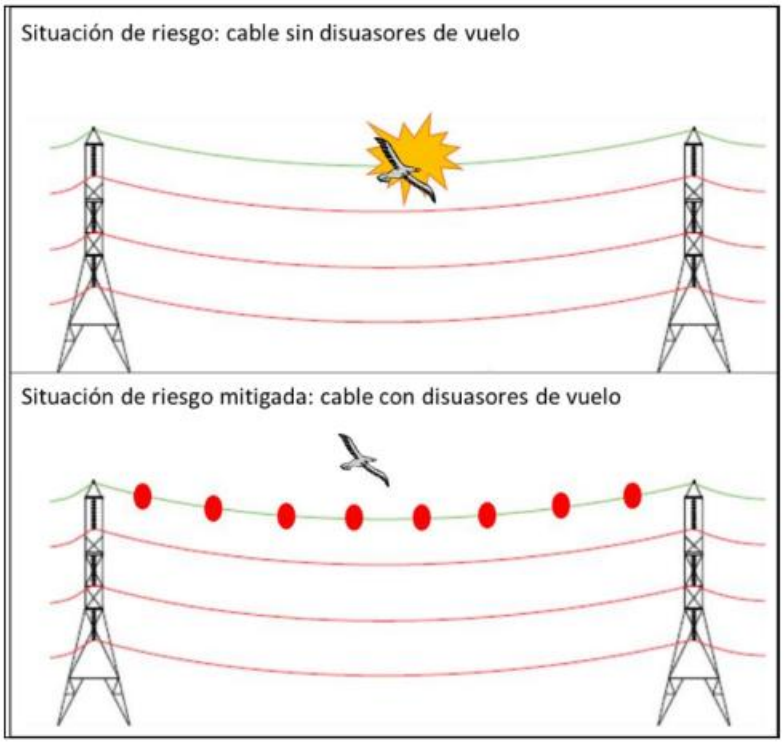
COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, frentes de trabajo, áreas de módulos fotovoltaicos, subestación elevadora, línea de interconexión, BESS e infraestructura eléctrica asociada al Proyecto Solar Altamirano	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por colisión Mortalidad por electrocución
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las diferentes etapas del Proyecto Solar Altamirano, la presencia de vehículos, maquinaria, módulos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica, subestación elevadora y línea de interconexión puede generar riesgos de mortalidad directa sobre individuos de fauna silvestre. Estos riesgos pueden presentarse mediante tres mecanismos principales: • Atropellamiento por vehículos y maquinaria; • Colisión contra elementos de la infraestructura; • Electrocución por interacción con componentes eléctricos. La magnitud del impacto dependerá de la sensibilidad de las especies presentes, sus patrones de movilidad, la intensidad de las actividades del proyecto y la aplicación oportuna de medidas preventivas y de seguimiento	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La mortalidad directa representa uno de los impactos de mayor importancia sobre la fauna silvestre debido a que produce pérdida inmediata de individuos y puede afectar especies de interés para la conservación. En proyectos fotovoltaicos, este tipo de impacto puede presentarse por diferentes mecanismos:	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• interacción entre fauna y tránsito vehicular; • interacción con infraestructura del parque; • interacción con infraestructura eléctrica. Cada mecanismo requiere medidas específicas de manejo; sin embargo, todos persiguen un mismo objetivo ambiental: **reducir la probabilidad de mortalidad de fauna durante la construcción y operación del proyecto**.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la mortalidad de fauna silvestre derivada de la interacción con vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto Solar Altamirano, mediante la implementación de medidas operativas, controles de infraestructura y seguimiento ambiental.
Descripción técnica de la medida
Prevención de atropellamiento **Durante construcción y operación** • Establecer límites de velocidad dentro del proyecto. • Instalar señalización preventiva en accesos y caminos internos. • Capacitar a operadores sobre conducción responsable dentro del proyecto. • Mantener circulación únicamente por las vías autorizadas. • Reducir la velocidad cuando se observe fauna sobre caminos. • Permitir el desplazamiento natural de los individuos antes de continuar la circulación. • Registrar todos los eventos de atropellamiento. **Prevención de colisión** **Durante la operación del parque:** • Realizar inspecciones periódicas alrededor de los módulos fotovoltaicos e infraestructura LT, para identificar posibles eventos de colisión • Registrar los individuos encontrados lesionados o muertos, indicando especie (cuando sea posible) ubicación, fecha y condición del ejemplar • Analizar la recurrencia espacial de los eventos para identificar zonas de mayor incidencia • Cuando el monitoreo evidencie una frecuencia significativa de colisiones, evaluar e implementar medidas adicionales para reducir este riesgo, de acuerdo con las características del sitio y las recomendaciones de la autoridad ambiental. **Prevención de electrocución**

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

Durante operación y mantenimiento:

Con el fin de minimizar la probabilidad de ocurrencia de colisión de aves con el tendido correspondiente a la línea de transmisión, instalarán dispositivos que aumenten la visibilidad del cableado de la línea. Se sugiere el uso de colores altamente contrastantes (rojo, amarillo, blanco) o el uso de dispositivos de dos colores (ej. blanco y negro). El amarillo. Para el caso de colisiones nocturnas, esto podrá ser atendido con la misma medida, implementando componentes que sean visibles durante la noche, ya sea por iluminación, fosforescencia, radiación ultravioleta u otros medios. El siguiente esquema muestra la implementación de disuasores de vuelo en la línea.



Colocación de disuasores de vuelo

- Implementar dispositivos de señalización o marcadores avifaunísticos (disuasores) sobre los conductores de la línea de transmisión, priorizando los tramos identificados con mayor probabilidad de interacción con aves.
- Verificar periódicamente el estado y funcionalidad de los dispositivos instalados.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Registrar los eventos de colisión identificados durante las inspecciones ambientales.
- Evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales cuando se detecte una incidencia significativa de eventos.

Registro y seguimiento

Durante todas las etapas:

- Llevar una base de datos de eventos.
- Georreferenciar los sitios donde ocurran incidentes.
- Identificar especies involucradas.
- Analizar tendencias temporales.
- Implementar acciones de mejora cuando se detecten incrementos en la frecuencia de eventos.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de las medidas de prevención de mortalidad	(Medidas implementadas / Medidas programadas) × 100	100 %	Bitácoras de mantenimiento, listas de verificación e informes ambientales
Estado de los dispositivos de prevención de colisión (disuasores avifaunísticos)	(Dispositivos en buen estado / Dispositivos instalados) × 100	100 % de los dispositivos operativos	Registros de inspección y mantenimiento, evidencia fotográfica
Atención de incidencias asociadas a fauna e infraestructura	(Incidencias atendidas / Incidencias registradas) × 100	100 %	Reportes ambientales, registros de mantenimiento
Eventos de mortalidad registrados durante la operación	Número de eventos registrados durante el periodo de evaluación	Tendencia a minimizar la ocurrencia de eventos	Bitácoras ambientales, registros de inspección y reportes de incidentes

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Forma de supervisión y cumplimiento
El Responsable Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de las medidas establecidas para prevenir la mortalidad de fauna mediante inspecciones en caminos internos, áreas operativas e infraestructura eléctrica del proyecto. Las supervisiones incluirán la revisión de registros de velocidad, recorridos de inspección, monitoreo de fauna, condiciones de la infraestructura y atención de incidentes. Cuando se identifiquen eventos de mortalidad o zonas con recurrencia, se evaluarán las causas y se implementarán acciones correctivas para reducir la probabilidad de nuevos eventos.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • número y ubicación de eventos de mortalidad registrados; • especies involucradas, cuando sea posible su identificación; • resultados de las inspecciones a caminos e infraestructura eléctrica; • acciones preventivas y correctivas implementadas; • evaluación de tendencias de los eventos; • cumplimiento de indicadores; • registro fotográfico y cartográfico.

IV.8.2.7 Medidas ambientales para el componente socioeconómico

IV.8.2.7.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
FACTOR AMBIENTAL: ECONOMÍA LOCAL Y EMPLEO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de empleos directos e indirectos
Prioridad de la acción	Media

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

Descripción del Impacto

La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. Esta demanda generará empleos directos e indirectos que favorecerán temporalmente la economía de la población del área de influencia, especialmente cuando exista disponibilidad de perfiles compatibles con los requerimientos técnicos del proyecto.

Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios.

Debido a que este beneficio se concentra principalmente durante la etapa constructiva, el impacto mantiene la valoración positiva.

Fundamentación Técnica del Impacto

La valoración responde a un beneficio temporal asociado a la generación de oportunidades laborales derivadas del desarrollo del proyecto.

Objetivo de la medida

Promover, cuando sea técnica y administrativamente viable, la contratación de mano de obra local, contribuyendo al fortalecimiento de la economía regional mediante procesos de selección transparentes, equitativos y acordes con las necesidades del proyecto.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Definir el procedimiento para la divulgación de vacantes y recepción de hojas de vida.
- Coordinar con el contratista los mecanismos para priorizar la contratación de personal local cuando existan perfiles disponibles.
- Informar al personal responsable de contratación sobre los lineamientos establecidos por el proyecto.

Durante la construcción

- Promover la contratación de mano de obra proveniente del área de influencia, siempre que cumpla con los perfiles requeridos.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO

- Mantener actualizados los registros de contratación del personal vinculado al proyecto.
- Verificar periódicamente el cumplimiento de los lineamientos establecidos para la contratación local.
- Documentar las actividades de seguimiento realizadas por el Supervisor Ambiental.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Unidad	Meta
Personal local contratado respecto al total de trabajadores	%	Maximizar la participación local conforme a disponibilidad de perfiles
Vacantes divulgadas|	No.	100 % de las vacantes
Registros de contratación disponibles	%	100 %

Forma de supervisión y cumplimiento

El Supervisor Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de la medida mediante la revisión de los registros de contratación y el seguimiento a la implementación del procedimiento establecido por el proyecto.

La supervisión incluirá:

- Verificación de los registros de contratación de personal.
- Revisión de la participación de trabajadores provenientes del área de influencia.
- Seguimiento al cumplimiento del procedimiento de contratación.
- Verificación documental de las actividades realizadas.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Registros de contratación de personal.
- Porcentaje de participación de mano de obra local.
- Resultados de los indicadores establecidos.
- Actividades de seguimiento realizadas.
- Hallazgos identificados y acciones implementadas.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
• Evidencia documental correspondiente PVA que se presentará de manera anual

IV.8.2.7.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
FACTOR AMBIENTAL: BIENES Y SERVICIOS LOCALES	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de empleos directos e indirectos
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. Esta demanda generará empleos directos e indirectos que favorecerán temporalmente la economía de la población del área de influencia, especialmente cuando exista disponibilidad de perfiles compatibles con los requerimientos técnicos del proyecto. Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios. Debido a que este beneficio se concentra principalmente durante la etapa constructiva, el impacto mantiene la valoración positiva.	
Fundamentación Técnica del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
La valoración responde a un beneficio temporal asociado a la generación de oportunidades laborales derivadas del desarrollo del proyecto.
Objetivo de la medida
Promover, cuando sea técnica y administrativamente viable, la contratación de mano de obra local, contribuyendo al fortalecimiento de la economía regional mediante procesos de selección transparentes, equitativos y acordes con las necesidades del proyecto.
Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Definir el procedimiento para la divulgación de vacantes y recepción de hojas de vida.
- Coordinar con el contratista los mecanismos para priorizar la contratación de personal local cuando existan perfiles disponibles.
- Informar al personal responsable de contratación sobre los lineamientos establecidos por el proyecto.

Durante la construcción

- Promover la contratación de mano de obra proveniente del área de influencia, siempre que cumpla con los perfiles requeridos.
- Mantener actualizados los registros de contratación del personal vinculado al proyecto.
- Verificar periódicamente el cumplimiento de los lineamientos establecidos para la contratación local.
- Documentar las actividades de seguimiento realizadas por el Supervisor Ambiental.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Unidad	Meta
Personal local contratado respecto al total de trabajadores	%	Maximizar la participación local conforme a disponibilidad de perfiles
Vacantes divulgadas|	No.	100 % de las vacantes
Registros de contratación disponibles	%	100 %

Forma de supervisión y cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
El Supervisor Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de la medida mediante la revisión de los registros de contratación y el seguimiento a la implementación del procedimiento establecido por el proyecto. La supervisión incluirá: • Verificación de los registros de contratación de personal. • Revisión de la participación de trabajadores provenientes del área de influencia. • Seguimiento al cumplimiento del procedimiento de contratación. • Verificación documental de las actividades realizadas.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Registros de contratación de personal. • Porcentaje de participación de mano de obra local. • Resultados de los indicadores establecidos. • Actividades de seguimiento realizadas. • Hallazgos identificados y acciones implementadas. • Evidencia documental correspondiente PVA que se presentará de manera anual

IV.8.3 Estimación económica de las medidas de mitigación

Con el propósito de garantizar la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para el PS Altamirano, se realizó una estimación económica de los recursos requeridos para su ejecución durante las diferentes etapas del proyecto. Esta valoración permite asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

La estimación económica fue desarrollada considerando las actividades específicas definidas para cada una de las medidas ambientales, incluyendo requerimientos de personal, materiales, equipos, infraestructura, suministros y actividades operativas necesarias para su implementación.

Con el fin de facilitar el análisis financiero y la planificación de la ejecución de las medidas ambientales, la valoración fue estructurada diferenciando las inversiones iniciales (**CAPEX**) de los costos de operación (**OPEX**), de acuerdo con la naturaleza de cada actividad.

- **CAPEX (Capital Expenditure):** corresponde a las inversiones requeridas para la adquisición, suministro e instalación inicial de infraestructura, equipos, materiales y demás elementos permanentes necesarios para la implementación de las medidas ambientales.

- **OPEX (Operational Expenditure):** comprende los costos asociados con la operación, mantenimiento, supervisión ambiental, capacitación, gestión de residuos, mantenimiento de infraestructura ambiental y demás actividades requeridas para garantizar la ejecución continua de las medidas de manejo durante las diferentes etapas del proyecto.

Como resultado del ejercicio de valoración económica se obtuvo el resumen presentado en la siguiente tabla, en la cual se consolida el presupuesto ambiental considerando la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, mas no los programas ambientales.

Tabla 25. Evaluación Económica

RESUMEN ECONÓMICO – PARQUE SOLAR ALTAMIRANO

Partida	Descripción	CAPEX (MXN)	OPEX (MXN)	Total (MXN)	% del total	Estado
P-01	Coordinación y supervisión ambiental	$50.000	$1.802.400	$1.852.400	38,7%	Valorado
P-02	Capacitación e inducción ambiental	-	$93.600	$93.600	2,0%	Valorado
P-03	Señalización y delimitación ambiental	$194.500	$30.000	$224.500	4,7%	Valorado
P-04	Gestión de RSU y residuos de manejo especial	$120.000	$436.800	$556.800	11,6%	Valorado
P-05	Gestión de residuos peligrosos	$199.000	$223.200	$422.200	8,8%	Valorado
P-06	Control de erosión y estabilización	$390.000	$310.000	$700.000	14,6%	Valorado
P-07	Control de emisiones y polvo	-	$280.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-08	Protección y manejo de flora	$100.000	$180.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-09	Protección y manejo de fauna	$100.000	$280.000	$380.000	7,9%	Valorado
SUBTOTAL SIN REFORESTACIÓN		**$1.153.500**	**$3.636.000**	**$4.789.500**	**100,0%**	**Completo para P-01 a P-09**

Tabla 26. Trazabilidad entre medidas del PVA

TRAZABILIDAD ENTRE MEDIDAS DEL PVA							
Medida	**Componente**	**Impacto / medida**	**Partida principal**	**Partida complementaria**	**Cobertura económica**	**Estado**	**Observación**
M01	Agua	Capacidad de infiltración	P-01	P-03 / P-06	Supervisión, delimitación y control de suelo	**Cubierta**	Sin obras permanentes duplicadas
M02	Agua	Patrones de escurrimiento	P-01	P-06	Inspección y controles temporales	**Cubierta**	Drenajes permanentes incluidos en obra
M03	Agua/Suelo	RSU y residuos de manejo especial	P-04	P-01 / P-02 / P-03	Contenedores, recolección, capacitación y señalización	**Cubierta**	Cobertura integral
M04	Agua/Suelo	Residuos peligrosos	P-05	P-01 / P-02 / P-03	Almacén, kits, gestor, capacitación y registros	**Cubierta**	Cobertura integral
M05	Suelo	Compactación	P-01	P-06	Supervisión y correcciones puntuales	**Cubierta**	Obra ordinaria no duplicada
M06	Suelo	Erosión hídrica y eólica	P-06	P-01	Barreras, geotextil, mantenimiento y reparaciones	**Cubierta**	Ficha premium respaldada
M07	Aire	Gases contaminantes	P-01	Presupuesto de obra	Verificación operativa	**Cubierta**	Mantenimiento de maquinaria incluido en obra
M08	Aire	Generación de polvo	P-07	P-01 / P-03	Pipas, supervisión y señalización	**Cubierta**	Aplicaciones paramétricas
M09	Aire	Ruido	P-01	Presupuesto de obra	Supervisión y buenas prácticas	**Cubierta**	Sin monitoreos

TRAZABILIDAD ENTRE MEDIDAS DEL PVA							
Medida	**Componente**	**Impacto / medida**	**Partida principal**	**Partida complementaria**	**Cobertura económica**	**Estado**	**Observación**
M10	Paisaje	Calidad visual	P-01	P-03	Orden, limpieza, delimitación y seguimiento	**Cubierta**	Retiro de temporales incluido en obra
M11	Paisaje	Elementos naturales	P-01	P-08 / P-10	Supervisión y protección vegetal	**Cubierta parcial**	Reforestación por integrar
M12	Flora	Riqueza y abundancia florística	P-08	P-01 / P-03	Especialista, manejo y delimitación	**Cubierta**	No incluye reforestación
M13	Flora	Banco de semillas y cobertura vegetal	P-10	P-08	Programa de Reforestación	**Anexo**	Anexo
M14	Fauna	Especies NOM-059	P-09	P-01 / P-02	Especialista, equipo y capacitación	**Cubierta**	Cobertura integral
M15	Fauna	Riqueza y abundancia faunística	P-09	P-01 / P-02	Recorridos, rescate y capacitación	**Cubierta**	Cobertura integral
M16	Fauna	Hábitat y recuperación	P-09	P-08 / P-10	Protección y recuperación asociada	**Cubierta parcial**	Reforestación por integrar
M17	Fauna	Cambios comportamentales	P-09	P-01	Seguimiento y control de perturbaciones	**Cubierta**	Controles operativos
M18	Fauna	Efecto barrera	P-09	P-01 / P-03	Seguimiento y señalización	**Cubierta**	Adecuaciones permanentes, si aplican, irían a obra
M19	Fauna	Atropellamiento, colisión y electrocución	P-09	P-01 / P-03	Inspección, equipos y	**Cubierta**	Cobertura integral

TRAZABILIDAD ENTRE MEDIDAS DEL PVA							
Medida	**Componente**	**Impacto / medida**	**Partida principal**	**Partida complementaria**	**Cobertura económica**	**Estado**	**Observación**
					atención eventual		
M20	Socioeconómico	Empleo y derrama económica	P-01	Administración del proyecto	Registro y seguimiento	**Cubierta**	Contratación incluida en administración
M21	Socioeconómico	Servicios e infraestructura local	P-01	Administración del proyecto	Coordinación y atención	**Cubierta**	Sin obras adicionales

Como anexo al presente capítulo, se incluye la estimación de los costos de la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto PS Altamirano, cabe señalar que estos costos son provisionales y que se adecuarán conforme lo establezca el Oficio Resolutivo derivado del procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental. Adicionalmente deberán considerarse los costos unitarios de la ejecución de los programas señalados dentro de las fichas técnicas.

Ver: Anexos/Capítulo IV/ Valoracion Economica PVA PS Altamirano

En el caso del Programa de Reforestación se incluyen los costos de su ejecución como parte del desarrollo del instrumento y se incluye la memoria de cálculo.

Ver: Anexos/Capítulo IV/Programa de Reforestación/Costos de las actividades de reforestación

IV.8.4 Conclusión

Las medidas ambientales propuestas para el Proyecto PS Altamirano fueron formuladas con base en los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, cuando corresponda, abandono del proyecto. Su diseño responde a la naturaleza, magnitud, extensión, duración, reversibilidad e importancia de los impactos identificados para cada uno de los componentes ambientales, priorizando la aplicación de la jerarquía de manejo ambiental mediante acciones de prevención, mitigación, restauración y compensación.

Las medidas desarrolladas integran criterios técnicos, operativos y ambientales orientados a evitar o reducir la ocurrencia de impactos adversos, conservar la funcionalidad de los ecosistemas y fortalecer la capacidad de recuperación de los componentes ambientales susceptibles de afectación. De manera complementaria, incorporan programas específicos de manejo, tales como el Programa Integral de Manejo de Residuos, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre y el Programa de Reforestación, los cuales constituyen los principales instrumentos para la implementación de las acciones de manejo propuestas durante las diferentes etapas del proyecto.

La integración de las medidas ambientales por componente permite atender de manera específica los impactos identificados sobre el recurso hídrico, el suelo, la atmósfera, la vegetación, la fauna silvestre, el paisaje y el medio socioeconómico, manteniendo un enfoque preventivo y adaptativo que favorece la reducción de los impactos residuales y promueve la conservación de los procesos ecológicos, la conectividad del paisaje y el uso responsable de los recursos naturales.

Asimismo, la incorporación de indicadores de realización y seguimiento, metas verificables, mecanismos de supervisión e informes de cumplimiento permitirá evaluar de manera objetiva la implementación y eficacia de las medidas propuestas, facilitando la identificación oportuna

de oportunidades de mejora y la adopción de acciones correctivas cuando las condiciones ambientales, operativas o los requerimientos de la autoridad competente así lo demanden.

En conjunto, las medidas propuestas conforman una estrategia integral de manejo ambiental que permitirá mantener la viabilidad ambiental del Proyecto Solar Altamirano durante todas sus etapas de desarrollo, asegurando que la ejecución de las obras y actividades se realice bajo criterios de prevención, mejora continua y cumplimiento de la legislación ambiental aplicable. La implementación efectiva de estas medidas contribuirá a minimizar la magnitud de los impactos ambientales residuales, favorecer la conservación de los componentes ambientales del área de influencia y garantizar el adecuado desempeño ambiental del proyecto mediante la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.

CAPITULO V

ANEXOS

Contenido

CONTENIDO **V-1**
V ANEXOS **V-1**
V.1 Cartografía **V-1**
V.2 Registro fotográfico **V-2**
V.3 Listado de archivos adjuntos **V-2**
V.4 Bibliografía utilizada en los capítulos del estudio **V-4**

V ANEXOS

La información presentada en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "PS Altamirano" se obtuvo a partir de la recopilación, análisis e integración de información tanto en campo como en gabinete.

En otras palabras, la información proviene de fuentes oficiales, bibliografía especializada, cartografía temática y bases de datos institucionales, así mismo mediante recorridos de campo, registro fotográfico y levantamiento de información georreferenciada en el área del proyecto.

Estos instrumentos metodológicos y técnicos permitieron caracterizar adecuadamente la información técnica-constructiva, el medio físico, biótico y socioeconómico, así como sustentar la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al desarrollo de este proyecto en cuestión.

V.1 Cartografía

Para la elaboración de este estudio se utilizó cartografía temática y de referencia, a diferentes escalas, con el fin de caracterizar el área del proyecto y analizar su contexto regional.

La cartografía fue elaborada y procesada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Entre la cartografía utilizada se incluyen mapas de localización del proyecto, región ecológica, área de influencia, uso de suelo y vegetación, clima, hidrología, geología, áreas de importancia ecológica, muestreos de flora y fauna, infraestructura existente y ordenamientos ecológicos aplicables; siempre obtenidos de fuentes oficiales como INEGI, CONABIO y dependencias estatales.

Esta información cartográfica permitió identificar unidades ambientales, áreas sensibles y la relación espacial del proyecto con otros elementos regionales.

V.2 Registro fotográfico

Como parte de los trabajos de campo se obtuvo un registro fotográfico del área del proyecto y su zona de influencia. Las fotografías fueron tomadas durante los recorridos de reconocimiento realizados del 04 al 14 de junio de 2026, utilizando dispositivos digitales con georreferenciación.

El material fotográfico documenta las condiciones actuales del medio físico, la cobertura vegetal, el uso de suelo, la infraestructura existente y los elementos relevantes del medio biótico.

Así mismo, las fotografías se utilizaron como apoyo visual para la descripción del sitio, la verificación de información cartográfica y la sustentación de los diagnósticos ambientales presentados en los distintos capítulos de este estudio y es posible encontrarlas en los anexos presentados.

Cabe mencionar que en este estudio no se incluyen videos como material de apoyo.

V.3 Listado de archivos adjuntos

En la siguiente tabla, se enlistan los archivos adjuntos que forman parte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental:

Tabla 1. Listado de archivos adjuntos por capítulo

Listado de archivos		
Capítulo	**Carpeta**	**Archivo**
Capítulo I	1. Documentación del promovente	-Acta constitutiva -Documentación del representante legal
	2. Proyecto	-Coordenadas de los componentes (CSV y Excel) -KMZ constructivo -Plano general del proyecto -Cronograma de trabajo del proyecto
	3. Documentación del responsable técnico	-Cédula profesional

Listado de archivos		
Capítulo	**Carpeta**	**Archivo**
Capítulo III	Bases de datos Flora y Fauna (Excel)	-BD_AI_ALTAMIRANO_FLORA -BD_AP_ALTAMIRANO_FLORA -BD_RE_ALTAMIRANO_FLORA -BD_PV_ALTAMIRANO_FAUNA
	Catálogos fotográficos	-Anexo_Catálogo Fográfico_Fauna -Anexo_Catálogo Fográfico_Flora
	Coordenadas sitios flora y fauna	-Tablas de coordenadas_Muestreo_PV_Altamirano
	Delimitación RE y AI (kmz)	-20260527_Región_Ecologica_PS_Altamirano -20260604_Área de Influencia PS Altamirano -20260709_Criterios Area de Influencia PS Altamirano -20260709_Criterios Región Ecológica PS Altamirano
	Memoria fotográfica puntos	-AI -AP -RE -Puntos de verificación_LT
Capítulo IV	Delimitación AI	-20260604_Área de Influencia PS Altamirano -20260709_Criterios Area de Influencia PS Altamirano
	Programa de reforestación	-Programa de reforestación PS Altamirano -Coordenadas del polígono para la reforestación -Costos de las actividades de reforestación
		-Anexo_Valoracion_Economica_PVA_PS_Altamirano
		-MATRIZ DE IMPACTOS

V.4 Bibliografía utilizada en los capítulos del estudio

Aguilar M.G., L. G. (2021). *Botánica aplicada. Fabaceae.* México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Álvarez-Castañeda, S. T.-C.-R. (2015). *"Guía para la Identificación de los Mamíferos de México en Campo y Laboratorio".* México: Pandora Impresores, S.A. de C.V. .

Aranda Sánchez, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. .* Ciudad de México: CONABIO.

Balderas-Valdivia, C. J.-H. (2026). *Inventario de la Herpetofauna de México. .* Obtenido de www.herpetologiamexicana.org/inventario-de-especies

Bates, R. &. (1980). *Glassary of Geology.* Virginia: American Geological Institute.

Berlanga, H. H.-C.-C.-G.-Á.-P. (2021). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. .* México D.F.: CONABIO,.

Bibby, C. J. (2000). *"Bird Census Techniques". 2° ed. .* London U.K.: Bird Life International-Academic Press.

Biodiversidad, C. N. (Sin Fecha). *CONABIO*. Recuperado el 1 de Julio de 2026, de AICA 150: Centro de Veracruz. AvesMX: https://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_150

Ceballos, G. & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México. .* México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica.

Centeno-García, E. (2017). *Mesozoic tectono-magmatic evolution of Mexico: An overview*. Obtenido de ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169136816306242

Chesser, R. T.-B. (2025). *Check-list of North American Birds (online).* Obtenido de American Ornithological Society.: https://checklist.americanornithology.org/taxa/

Chimal, J. M. (2026). *Análisis de la subcuenca Jamapa.* Veracruz: Universidad Veracruzana.

Civil, P. (2026). *Fenómenos hidrometeorológicos y alerta gris*. Obtenido de Gobierno del Estado de Veracruz. Secretaría de Protección Civil: https://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2022/01/Cuadernillo05.pdf

Cohen, A. (2005). Mortality impacts of urban air pollution. *Geneva, World Health Organization*, 1353–1434 pp.

Colwell, R. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.* Version 9.

Colwell, R. K. (2013.). *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).*

CONABIO. (2000). Dunas costeras del centro de Veracruz (RTP-123). *Regiones Terrestres Prioritarias*, 480-482 pp.

CONABIO. (2011). *La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado.* Veracruz.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Veracruzana.

CONABIO. (2015). *Centro de Veracruz*. Obtenido de avesmx: https://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_150

CONABIO. (2023). *Biodiversidad mexicana. Distribución de las especies*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp

CONABIO. (s.f.). *Bursera simaruba (L.) Sarg. (1890).* Obtenido de CONABIO: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf

CONABIO. (s.f.). *Commelina erecta. Ficha Informativa.* México: CONABIO.

CONABIO. (s.f.). *Guazuma ulmifolia*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf

CONAFOR. (2014). *Inventario estatal forestal y de suelos.* Hidalgo.

CONAFOR. (s.f.). *Documentos Metodológicos.* México: Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

CONAGUA. (2011). *Área Natural Protegida Tembladeras-Laguna Olmeca*. Obtenido de Tembladeras Veracruz: https://tembladerasver.weebly.com/tembladeras.html

CONAGUA. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Costera de Veracruz (3006), Estado de Veracruz.* Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Cotaxtla (3008), Estado de Veracruz.* Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA. (2026). *Temporada de ciclones tropicales 2026.* México: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua.

Darrel, F. R. (2026). *Amphibian Species of the World: an Online Reference. .* Version 6.2. (Jun-26).

Davila P., M.-S. M.-M.-A. (2018). Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. *Botanical Sciences*, 462-514 pp.

Dirzo, R. Y. (2011). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation.* Washington, D.C.: Island Press, Washington, D.C.

Dunn, C. (1974). *Landscape evaluotion techniques: an appraisal and review of the literature. Working Paper, n° 4. Centre for Urban and Regional Studies.* U. K.: University of Birmingham.

FAO-UNESCO. (2006). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Obtenido de http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf

Florescano, E. &. (2010). *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz.* Veracruz: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración.

Franco, J. D. (1989). *Manual de Ecología.* México: Trillas.

Gaceta, O. (30 de Noviembre de 2018). Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida corredo biológico muntiuncional Archipiélago de Lagunas Interdunarias de las zona conurbada de los municipios de Veracruz y La Antigua, Ver. *Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacion de la Llave.*, págs. 98-204 pp.

Gaceta, O. (24 de Marzo de 2025). Agenda Municipal de Cambio Climático 2022-2025 de Vercruz, Ver. *Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.*, págs. 44-194 pp.

Hammer, O. D. (2001). PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica.*, 4(1):9pp.

Hammer, O. H. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 1-9 pp.

IBUNAM. (s.f.). *Herbario Nacional de México. Plantas Vasculares.* México: Instituto de Biología. Departamento de Biología UNAM.

INEGI. (1995). *Síntesis geográfica del estado de Baja California Sur*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220860/702825220860_2.pdf

INEGI. (2004). *Guía para Interpretación de Información Cartográfica de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie II.* Aguascalientes , Aguascalientes.

INEGI. (2005). *Guía para la interpretación de cartografía geológica*. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231767/702825231767_1.pdf

INEGI. (2015). *Guía para la interpretación cartográfica. Edafología. Serie III.* Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2017). *Carta de Uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie VI.* México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2021). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional).* México: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

INEGI. (2023). *Aspectos geográficos de Veracruz de Ignacio de la Llave.* Veracruz: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).

INEGI. (s.f.). *Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México* . Obtenido de ParatodoMéxico: https://paratodomexico.com/geografia-de-mexico/relieve-de-mexico/provincia-llanura-costera-del-golfo-sur.html

Institute of Air Quality Management. (02 de 2014). Guidance on the assessment of dust from demolition and construction (v1.1). London, UK: Institute of Air Quality Management.

IUCN. (2026). *Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.* Obtenido de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): https://www.iucnredlist.org/es/

Jiménez Valverde, A. & Hortal, J. . (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, Vol. 8, 31-XII-2003 pp. 11.

Laurie, I. (1970). *Objectives of Landscape Evaluation.* U.K.: Landscape Research.

Lithgow, D. V. (2024). *Lagunas en las dunas de la Ciudad de Veracruz*. Obtenido de INECOL: https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/lagunas-en-las-dunas-de-la-ciudad-de-veracruz

Lorenzo-Cáceres, J. M. (2020). Acromia aculeata Historia Natural de las Palmas 3. 286 pp.

Lovejoy, D. (1973). *Land use and landscape planning.* Londres: Leonard Hill.

Magaña, V. (2004). *Los impactos de El Niño en México.* México: Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Magaña, V. O. (2003). Effects of El Niño on precipitation in Mexico. *Geofísica Internacional*, 313-330 pp.

Mariles, O. F. (2014). *Caracterización Fluvial e Hidráulica de las Inundaciones en México.* Veracruz: Comisión Nacional del Agua.

Mcroberts, R. E. (1992). Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. *Antología de conocimiento para la evaluación de los Recursos Forestales Nacionales*, 1-21 pp.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad (Vol I).* Zaragoza, España: : M&T-Manuales y Tesis SEA.

Moreno, C. E. (2001.). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Mostacedo, B. &. (2000). *Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. .* Santa Cruz, Bolivia.: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible.

Mueller-Dombois, D. &. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology.* New York: USA: John Wiley & Sons.

Murphy, P. & Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics, 17*, 67-88 pp.

Oladejí A.E., A. M.-D. (2023). *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Quealities: A Review. Forests*. Obtenido de https://doi.org/10.3390/f14030635

Ortega J., M. S.-G.-G. (2022). *Compendio de los llamados de ecolocación de los murciélagos insectívoros mexicanos.* México: AMMAC, CONABIO.

PAMIC. (2017). *Cuenca del Río Antigua.* Ciudad de México: Plan de Acción de Manejo Integral .

Pennington, T. &. (2005). *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies.* México: Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica.

Pérez, H. M. (2 de Mayo de 2017). Los solitarios arrecifes de Veracruz. *Ciencia y Luz. Diario Xalapa*, pág. 1.

Pineda-López R. & J.R. Verdú Faraco. (2013). *Cuaderno de Prácticas. Medición de la biodiversidad: diversidades alfa, beta y gamma.* Universidad Autónoma de Querétaro México y Universidad de Alicante España.

Pla, L. (2006). Biodiversidad:interferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. . *Interciencia*, 583-590 pp.

Protección Civil. (2023). *ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE VERACRUZ 2023.* Veracruz: Secretaría de Protección Civil Veracruz.

Ralph, C. G. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.* Albany, CA.: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Robles-Valdivia, M. T.-O. (2022). *Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutrimental y nutracéutico.* Obtenido de Tierra Latinoamericana: https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.943

Rodríguez, S. (2011). *Peligros geológicos más frecuentes en el estado de Veracruz.* Veracruz: Universidad Veracruzana.

Rzedowski, G. &. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México.* Pátzcuaro: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México.* México: CONABIO.

Santos y Ganges, L. S. (2002-2003). Las nociones de Paisaje y sus implicaciones en la ordenación. Valladolid, España: CIUDADES.

Sanz Tévar, G. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje. *Serie Geográfica*, 99-113.

Schmitt., W. S. (2017). *RAPTORS of Mexico and Central America.* Princeton and Oxford 2017.: Pinceton University Press, .

SEDEMA. (2025). *Área Natural Protegida Arroyo Moreno. Ficha descriptiva.* Veracruz: Secretaria de Medio Ambienta. Gobierno del Estado de Veracruz.

SEDEMA. (s.f.). *Parque Ecológico Médano del Perro. Ficha Informativa.* Veracruz: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Veracruz.

SEDESOL. (Noviembre de 2012). *Atlas de Riesgos y Peligros Naturales del Municipio de La Paz, BCS. Secretaría de Desarrollo Social*.

SEMARNAT. (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.* Mexico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNATb. (03 de Diciembre de 2013). NOM-081-SEMARNAT-1994. *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.* México: Diario Oficial de la Federación.

SMN. (2026). *Pronóstico Meteorológico General y Perspectiva Climática para México.* México: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua.

Tecnológica, D. G. (2026). *Población/Fenómenos Hidrometeorológicos*. Obtenido de Gobierno del Estado de Veracruz 2024-2030: https://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/poblacion-fenomenos-hidrometeorologicos/

Uetz, P. &. (2026). *The Reptile Database.* an Online Reference (Jun-26).

UNAM. (s.f.). *Listados florísticos y faunísticos*. Obtenido de Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México: https://www.ib.unam.mx/ib/programa-editorial/listados/

Valdez M., C. G. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 1,674-1,682 pp.

Van-Perlo, B. (2006). *Birds of Mexico and Central America. .* Princenton University Press: USA: Princenton Illustrated Checklists .

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2006). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodivseridad.* Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Wilson LD, J. J.-S. (2013). A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation 7(1)*, 97–127(e69)pp.

Yeomans, W. (1986). *Evaluación de impacto visual. Cambios en el medio natural y rural.* Nueva York.: Foundations for Visual Projects Analysis. Johan Wiley & Sons.

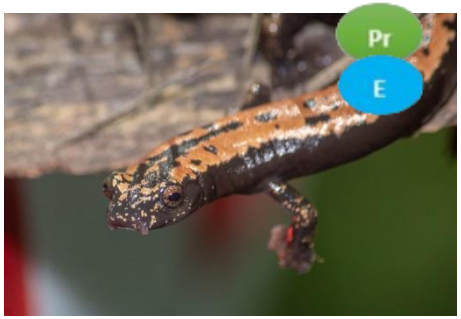
Zavala-Hidalgo, J. R.-C.-J.-L. (2011). The response of the Gulf of Mexico to wind and heat flux forcing: What has been learned in recent years? *Atmosfera*, 317-334 pp.

Anexo_ Catálogo Fotográfico de Fauna

Pr Protección Especial A Amenazada P Peligro de Extinción E Endémica

CATEGORIA NOM 059 SEMARNAT

H E R P E T O F A U N A



Salamandra lengua de hongo pies anchos (*Bolitoglossa platydactyla)*



Sapo cavador (*Scaphiopus couchii*)



Sapo de la costa (*Incilius valliceps*)

H E R P E T O F A U N A		
 Sapo de caña (*Rhinella horribilis*)	 Rana chirriadora leprosa (*Eleutherodactylus leprus*)	 Ranita Tungara (*Engystomops pustulosus*)
 Rana arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*)	 Rana lechosa (*Trachycephalus "vermiculatus"*)	 Rana ovejera (*Hypopachus ustus*)

H E R P E T O F A U N A		
 Toloque rayado (*Basiliscus vitattus*)	 Abaniquillo pardo del Caribe (*Anolis sagrei*)	 Abaniquillo sedoso (*Anolis sericeus*)
 Besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*)	 Iguana de cola espinosa (*Ctenosaura acanthura*)	 Iguana verde (*Iguana iguana*)

H E R P E T O F A U N A		
 Lagartija espinosa variable (*Sceloporus variabilis*)	 Ticuiliche mexicano (*Aspidoscelis guttatus*)	

AVES		
 Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*)	 Chachalaca Oriental (*Ortalis vetula*)	 Codorniz Cotuí (*Colinus virginianus*)
 Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*)	 Tortolita Pico Rojo (*Columbina passerina*)	 Tortolita Canela (*Columbina talpacoti*)

AVES		
 Paloma Arroyera (*Leptotila verreauxi*)	 Paloma Alas Blancas (*Zenaida asiatica*)	 Huilota Común (*Zenaida macroura*)
 Paloma Morada (Patagioenas flavirostris)	 Paloma de Collar Turca (*Streptopelia decaocto*)	 Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*)

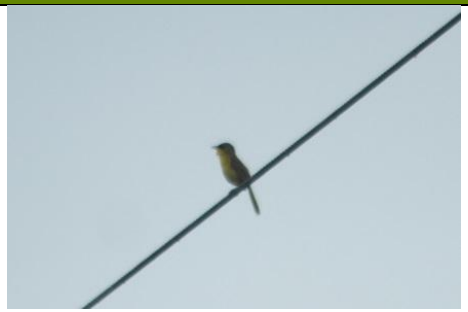
A V E S		
 Cuclillo Canelo (*Piaya cayana*)	 Chotacabras Pauraque (*Nyctidromus albicollis*)	 Colibrí Vientre Canelo (*Amazilia yucatanensis*)
 Alcaraván Americano (*Hesperoburhinus bistriatus*)	 Fragata Tijereta (*Fregata magnificens*)	 Garza Dedos Dorados (*Egretta thula*)

A V E S		
 Garcita Verde (*Butorides virescens*)	 Garza Blanca (*Ardea alba*)	 Garza Ganadera (*Ardea ibis*)
 Zopilote Común (Coragyps atratus)	 Zopilote Aura (Cathartes aura)	 Aguililla Caminera (*Rupornis magnirostris*)

A V E S		
 Tecolote Bajeño (*Glaucidium brasilianum*)	 Coa Cabeza Negra (*Trogon melanocephalus*)	 Carpintero Cheje (*Melanerpes aurifrons*)
 Carpintero Mexicano (*Dryobates scalaris*)	 Halcón Selvático de Collar (*Micrastur semitorquatus*)	 Caracara Quebrantahuesos (*Caracara plancus*)

A V E S		
 Cabezón Degollado (*Pachyramphus aglaiae*)	 Luis Bienteveo (*Pitangus sulphuratus*)	 Luis Pico Grueso (*Megarynchus pitangua*)
 Papamoscas Rayado Común (*Myiodynastes luteiventris*)	 Tirano Pirirí (*Tyrannus melancholicus*)	 Chara Pea (*Cyanocorax morio*)

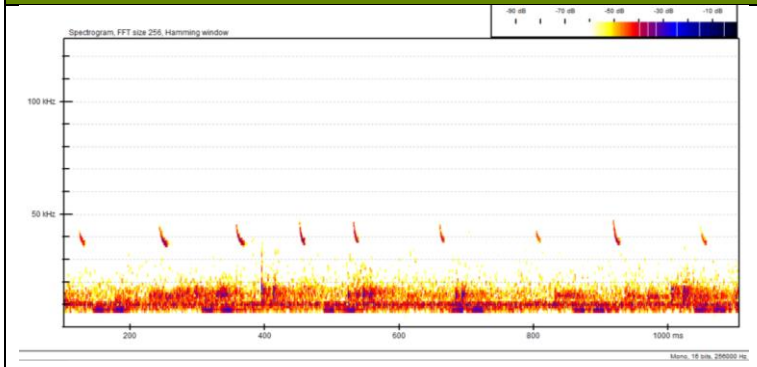
AVES		
 Matraca Tropical (*Campylorhynchus zonatus*)	 Mirlo Café (*Turdus grayi*)	 Pradero Tortillaconchile (*Sturnella magna*)
 Oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*)	 Calandria Dorso Negro Mayor (*Icterus gularis*)	 Tordo Ojos Rojos (*Molothrus aeneus*)

A V E S		
 Tordo Cantor (*Dives dives*)	 Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*)	 Mascarita Pico Grueso (*Geothlypis poliocephala*)
 Tangara Azulgris (*Thraupis episcopus*)	 Tangara Alas Amarillas (*Thraupis abbas*)	 Semillero Brincador (*Volatinia jacarina*)

A V E S		
 Semillero de Collar (*Sporophila morelleti*)	 Saltador Cabeza Negra (*Saltator atriceps*)	 Saltador Gris (*Saltator grandis*)

MAMÍFEROS TERRESTRES		
 Tlacuache Norteño (*Didelphis virginiana*)	 Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*)	 Mapache (*Procyon lotor*)
 Ardilla vientre rojo (Sciurus aureogaster)		

QUIROPTEROS		
 Murciéalgo lengüetón de Pallas (*Glossophaga mutica*)	 Murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*)	 Murciélago de charretas menor (*Sturnira parvidens*)
 Murciélago frutívoro (Artibeus jamaicensis)	 Murciélago mastín común (*Molossus molossus*)	 Murciélago amarillo ala negra (*Rhogeessa tumida*)

Q U I R O P T E R O S		
 Murcielago Cola suelta espinoso *Nyctinomops aurispinosus*		

Anexo_Catálogo Fotográfico de Flora

Pr Protección Especial A Amenazada P Peligro de Extinción E Endémica

CATEGORIA NOM 059 SEMARNAT

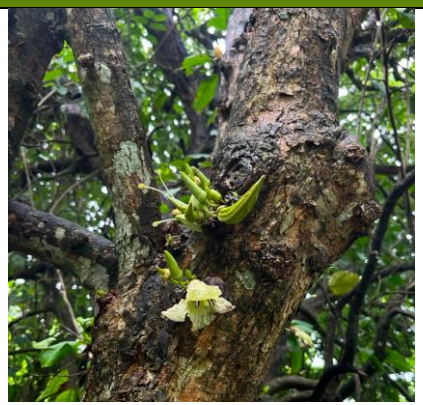
FLORA		
 Cruceta *(Acanthocereus tetragonus)* Nativa/Perenne	 Guacoyul (*Acrocomia aculeata*) Nativa/Perenne	 Cola de gallo *(Aphelandra scabra)* Nativa/Perenne

FLORA		
 Escalera de mono (*Bauhinia ungulata)* **Nativa/Anual**	 Amoñe (*Bonellia macrocarpa*) Nativa/Perenne	 Piñuela *(Bromelia pinguin)* Nativa/Perenne
 Palo mulato (*Bursera simaruba*) Nativa/Caducifolia	 Garabato *(Byttneria aculeata*) Nativa/Perenne	 Pasto tawian *(Cenchrus purpureus)* Exótica invasora/Perenne

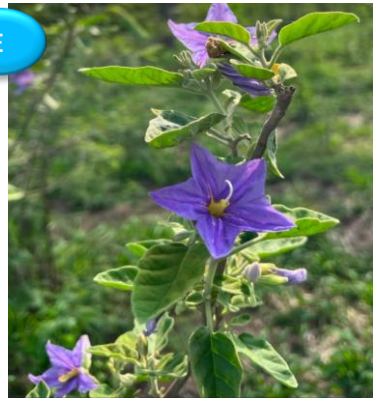
FLORA		
 Pasto con dedos (*Chloris barbata*) Exótica invasora/Anual	 Roble de la costa *(Coccoloba barbadensis*) Nativa/Perenne	 Cantillo *(Commelina erecta)* Nativa/Perenne
 Aguardientillo (*Cordia alliodora*) Nativa/Caducifolio	 Candelero *(Cordia collococca*) Nativa/Caducifolio	 Jícama de conejo (*Coursetia caribaea*) Nativa/Perenne

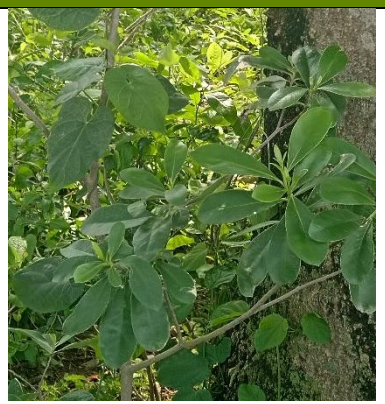
FLORA		
 Pequeña hierba asiática de hierro *(Cyanthillium cinereum)* Exótica/Anual	 Amor seco (*Desmodium incanum*) Nativa/Perenne	 Amarillo *(Diphysa americana)* Nativa/Perenne
 Mandimbo (*Ehretia tinifolia)* Nativa/Caducifolia	 Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) Nativa/Caducifolio	 Pasto elástico *(Eragrostis tenuifolia)* Exótica/Perenne

FLORA		
 Golondrina (*Euphorbia hirta*) Nativa/Perenne	 Cacahuananche *(Gliricidia sepium*) Nativa/Caducifolio	 Guásima *(Guazuma ulmifolia)* Nativa/Caducifolio
 Alacrancillo (*Heliotropium angiospermum*) Nativa/Anual	 Escobillo *(Malvastrum coromandelianum*) Nativa/Anual	 Altea *(Malvaviscus arboreus)* Nativa/Perenne

FLORA		
 Ciruelillo (*Margaritaria nobilis*) Nativa/Caducifolio	 Camalote *(Megathyrsus maximus*) Exótica invasora/Perenne	 Cuachilote (*Parmentiera aculeata*) Nativa/Caducifolio

FLORA		
 Aquiste (*Paullinia fuscescens)* Nativa/Anual	 Aguacate de pellejito (*Persea americana)* Nativa/Perenne	 Carricillo silvestre *(Petiveria alliacea)* Nativa/Perenne
 Coma de uña (*Pisonia aculeata)* Nativa/Perenne	 Conchil (*Pithecellobium lanceolatum*) Nativa/Caducifolio	 Cola de iguana *(Pseudelephantopus spicatus)* Nativa/Anual

FLORA		
 Crucesita (*Randia aculeata*) Nativa/Caducifolio	 Baja tripa *(Rivina humilis*) Nativa/Perenne	 Camarón *(Ruellia blechum)* Nativa/Perenne
 Abejón (*Senna pallida*) Nativa/Perenne	 Mala mujer *(Solanum houstonii*) Endémica/Anual	 Apamate rosa *(Tabebuia rosea)* Nativa/Caducifolio

FLORA		
 Cojón de gato (*Tabernaemontana alba*) Nativa/Perenne	 Acotope *(Thevetia ahouai*) Nativa/Perenne	 Hierba del toro (*Tridax procumbens)* Nativa/Perenne
 Mozote (*Triumfetta semitriloba)* Nativa/Perenne	 Brisanta (*Urochloa eminii)* Exótica invasora/Perenne	 Cornesuelo (*Vachellia cornígera)* Nativa/Perenne

FLORA		
 Algarrobo (*Vachellia macracantha)* Nativa/Perenne	 Xopche (*Varronia bullata)* Nativa/Caducifolio	 Tronadora (*Wissadula amplissima)* Nativa/Perenne
 Granadillo (*Xylosma flexuosa)* Nativa/Caducifolio		

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

"Parque Solar Altamirano"

Green World
Environmental and Social Discovery

Contenido

CONTENIDO **1**
I INTRODUCCIÓN **1**
II OBJETIVOS **3**
II.1 Objetivo general **3**
II.2 Objetivos particulares **3**
III METAS PARTICULARES **4**
IV RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA **4**
V METODOLOGÍA **6**
V.1 Reforestación **6**
V.1.1 Ubicación del área a reforestar 7
V.1.2 Especies seleccionadas para la reforestación 11
V.1.3 Diseño de la plantación 13
V.1.4 Densidad de la plantación 14
V.1.5 Calidad de Planta 15
V.1.6 Área de confinamiento temporal (ACT) 16
VI INDICADORES DE REALIZACIÓN **17**
VI.1 Establecimiento de la plantación **17**
VI.1.1 Técnica de plantación 18
VII INDICADORES DE EFICACIA **21**
VII.1 Seguimiento y evaluación de la reforestación **21**
VII.1.1 Estimación de la sobrevivencia 23
VII.1.2 Estimación del vigor de la plantación 24
VII.1.3 Estimación del Estado Sanitario de la plantación 24
VIII PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS **26**

VIII.1 Informe de avances y resultados 26

IX CALENDARIO DE ACTIVIDADES 27
X MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN 28

X.1 Protección del sitio de reforestación 29

X.1.1 Cerco de alambre de púas 30

X.2 Riegos de auxilio 31

X.3 Control de malezas 32

X.4 Rehabilitación de cajetes 32

X.5 Control de plagas, enfermedades y usos de fertilizantes 33

XI PROHIBICIONES 35
XII VIVEROS CERCANOS AL ÁREA DE REFORESTACIÓN 35
XIII COSTOS ESTIMADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN 36

XIII.1 Adquisición de la planta 37

XIII.2 Actividades necesarias para llevar a cabo la reforestación 38

XIII.3 Mantenimiento de la reforestación 39

XIII.4 Costo total estimado de las actividades de reforestación 40

XIV BIBLIOGRAFÍA 41

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM del sitio de reforestación 9
Tabla 2. Especies propuestas para la reforestación 12
Tabla 3. Densidad de las especies seleccionadas para la reforestación 14
Tabla 4. Densidad de plantación respecto a espaciamientos 15
Tabla 5. Características de las plantas producidas en el área de confinamiento o viveros autorizados, antes de salir de los mismos 15
Tabla 6.Indicadores de éxito de los ejemplares de la reforestación 22
Tabla 7. Cronograma de actividades 28

Tabla 8. Datos de los viveros forestales cercanos al proyecto 36
Tabla 9. Precios por adquisición del tipo de vegetación secundaria de selva baja caducifolia de las especies propuestas 37
Tabla 10. Costo por la reposición de plantas 38
Tabla 11. Mano de obra y herramienta necesaria para la reforestación 38
Tabla 12. Costos del mantenimiento de la reforestación 39
Tabla 13. Resumen del costo total estimado para realizar las actividades de reforestación 40

Índice de Figuras

Figura 1. Polígono propuesto para la reforestación 10
Figura 2. Ejemplificación del diseño de plantación de marco real. 14
Figura 3. Ejemplificación de un área de confinamiento temporal 17
Figura 4. Procedimiento de plantación (tomado de CONAFOR (2010)). 1. Planta a establecer, 2. Retiro de la bolsa, 3. Apertura de cepa, 4. Colocación de planta en cepa y rellenado, 5. Compactado y apisonado de tierra, y 6. Cuidado de planta. 19
Figura 5 . Ejemplificación de los errores más comunes el establecer una planta 21

I INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz tiene una superficie de 71,820 kilómetros cuadrados y se ubica en el sureste, en la costa del Golfo de México, cuenta con una franja costera de 720 kilómetros. Su topografía varía de muy plana con las llanuras costeras, hasta altamente montañosa, donde se encuentra el Pico de Orizaba, la montaña más alta del país con una altitud de 5,636 metros sobre el nivel del mar. Se calcula que la flora de Veracruz asciende a más de 8,000 especies de plantas silvestres. Esta diversidad florística se encuentra distribuida en la gran diversidad de ecosistemas que existen, desde el páramo de altura en el Pico de Orizaba, las zonas desérticas del altiplano veracruzano, los bosques de coníferas hacia el Cofre de Perote, el bosque caducifolio (conocido también como bosque mesófilo de montaña) hasta las dunas costeras, los manglares, las selvas bajas y medianas, así como las majestuosas selvas altas siempre verdes (Gómez-Pompa, 2010).

Por otra parte, los procesos de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas, relacionados con la agricultura, ganadería, industria, desarrollos urbanos, turísticos entre otros, ha destruido o degradado grandes superficies forestales, provocando un gran problema ecológico. Como consecuencia de estos procesos de degradación, existen grandes áreas en las que los disturbios han sido tan intensos y recurrentes que se ha eliminado de manera total cualquier posibilidad de que la vegetación recupere su estado original por medios naturales y, por lo mismo, es necesario intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades, entre las que sobresalen la reforestación y las prácticas de conservación de suelos (CONAFOR, 2010).

Las actividades humanas, por ejemplo, los proyectos de ingeniería afectan a los diferentes ecosistemas donde se desarrollan, ocasionando la fragmentación del hábitat, teniendo efectos devastadores sobre la biodiversidad, ya que una proporción del paisaje es transformado a otro tipo de uso de tierra trayendo como consecuencia la pérdida o eliminación de las especies de flora de manera local o regional (Muñoz, 2004).

La destrucción de los ecosistemas y la pérdida de servicios ambientales es el costo real del cambio de uso de suelo (CUS), a tal grado que muchas áreas han perdido totalmente su capacidad productiva, sin embargo, se han desarrollado diferentes estrategias que previenen el deterioro productivo de las actividades humanas además de revertir los daños causados por el mismo.

En cuanto a las selvas bajas caducifolias y en general a los diversos ecosistemas de la región, la perturbación actual es ocasionada en su mayoría por diversos factores de origen antropogénico, los cuales han incidido directamente en la pérdida de la cobertura vegetal, entre los cuales destacan:

- Vías de comunicación como caminos rurales, carreteras y en mayor proporción las autopistas
- Construcción de obras relacionadas con la energía
- Asentamientos humanos (urbanos y rurales)
- Zonas de extracción de material para la construcción
- Contaminación con residuos sólidos y líquidos

Bajo este sentido se presenta este programa de reforestación, como una medida de compensación y mitigación del proyecto: Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional "PS Altamirano", ubicado en el municipio de Manlio Fabio Altamirano en el estado de Veracruz; presentado las acciones más viables para la reforestación, en sitios aparentemente degradados o con baja cobertura vegetal. Asimismo, se debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies vegetales seleccionadas, las características del suelo, la dinámica de los nutrimentos en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, la cual debe estar sustentada en un conocimiento adecuado de la flora nativa de las diversas regiones y de la biología reproductiva de las plantas donde se emplazará el proyecto.

II OBJETIVOS

II.1 Objetivo general

Establecer las acciones, procedimientos y criterios técnicos necesarios para la ejecución exitosa de la reforestación, mediante el establecimiento y mantenimiento de especies vegetales nativas acordes con las condiciones ambientales de la región, con la finalidad de contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal y de las funciones ecológicas afectadas por las actividades de remoción de vegetación asociadas al establecimiento del "Parque Solar Altamirano"; recuperando la funcionalidad ecológica de las 108.9440 hectáreas propuestas para llevar a cabo la reforestación.

II.2 Objetivos particulares

- Compensar ambientalmente la pérdida de vegetación y servicios ambientales que la superficie por afectar brinda por el Cambio de Uso de Suelo.
- Identificar y seleccionar las especies vegetales nativas con mayor viabilidad para su utilización en las actividades de reforestación, considerando sus requerimientos ecológicos, su adaptación a las condiciones ambientales del sitio y su contribución a la recuperación de la cobertura vegetal.
- Priorizar el uso de especies nativas características de la región y demás comunidades vegetales presentes en el área de influencia y región ecológica del proyecto.
- Determinar y delimitar las áreas con potencial para la ejecución de las acciones de reforestación, privilegiando sitios que requieran recuperación de la cobertura vegetal y fortalecimiento de sus funciones ecológicas.
- Establecer y mantener una superficie de reforestación de 108.9440 hectáreas, procurando alcanzar una supervivencia del 80 % de los ejemplares establecidos durante el periodo de seguimiento de cinco años.
- Mejorar la cobertura vegetal de la superficie considerada para la reforestación.

- Contribuir a la conexión de fragmentos forestales, control de la erosión y captación de agua, con la reforestación de especies nativas en los sitios seleccionados.
- Definir los requerimientos de insumos, materiales, equipo, planta y personal necesarios para la correcta ejecución, mantenimiento, seguimiento y evaluación de las actividades contempladas en el presente programa de reforestación.
- Implementar actividades de mantenimiento, monitoreo y, en su caso, reposición de ejemplares, que permitan incrementar las probabilidades de establecimiento y éxito de la reforestación.

III METAS PARTICULARES

- Reforestar una superficie de 108.9440 hectáreas mediante el establecimiento de especies nativas de la región, con el propósito de contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal, favorecer los procesos de restauración ecológica y compensar parcialmente los impactos ocasionados por la remoción de vegetación asociada al proyecto en cuestión.

IV RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

La ejecución del presente programa de reforestación estará a cargo de un profesional con formación en Biología, Ingeniería Forestal, Ciencias Ambientales o disciplinas afines, preferentemente con experiencia comprobable en restauración ecológica, reforestación, manejo de recursos naturales o ejecución de programas ambientales similares.

Para el desarrollo de las actividades, el responsable técnico podrá apoyarse en personal de campo integrado por cuadrillas de trabajadores locales cuyo número será definido de acuerdo con los requerimientos operativos de cada etapa del programa. Asimismo, será responsable de proporcionar la capacitación necesaria para la correcta ejecución de las actividades, así como de garantizar la disponibilidad de materiales, herramientas, equipo y equipo de protección personal requeridos para el desarrollo seguro de los trabajos.

Entre las actividades a desarrollar se incluyen la selección de especies, producción o adquisición de planta, preparación del terreno, establecimiento de la reforestación, mantenimiento, monitoreo, evaluación y, en su caso, reposición de ejemplares, así como la elaboración de los informes técnicos correspondientes.

La cantidad de personal, equipo e insumos podrá ajustarse durante la ejecución del programa en función de las condiciones del sitio, la superficie a intervenir, las características de las especies seleccionadas y los resultados obtenidos durante las actividades de seguimiento, procurando en todo momento el adecuado cumplimiento de los objetivos establecidos.

Sin embargo, se puede tomar en consideración la siguiente cantidad de mano de obra, cabe recalcar que lo que a continuación se presenta en una ejemplificación:

- 10 jornaleros para la apertura de cepas
- 15 jornaleros para el establecimiento de la plantación
- 5 jornaleros para la realización del trazo de la plantación
- 4 jornaleros para el mantenimiento y cuidado de la plantación
- 5 jornaleros para la fertilización y control de patógenos.

Ahora bien, de entre los materiales requeridos destacan los siguientes:

- Paquete de herramientas para la apertura de brechas (pico o talacho, pala cuadrada, azadón, carretilla, rastrillo, machete, hacha, lima triangular, marro, macetón o marro pequeño)
- Paquete de herramienta para reforestación de planta de contenedor (pala espada y talacho)
- Paquete de herramienta para apertura de cepa (barreta, cava-hoyos y excavador)
- Paquete de herramientas para el deshierbe manual (machete y lima triangular)

- Carretillas
- Cajas de madera (huacal) y Cuerda (malacate)
- Tótem de 1,000 litros y un Tinaco de 5,000 litros
- Motobomba y sus conexiones (para el riego)

V METODOLOGÍA

El presente Programa de Reforestación contempla la ejecución de actividades en una superficie total de 108.9440 hectáreas. Esta área fue seleccionada por presentar condiciones favorables para la recuperación de la cobertura vegetal, el fortalecimiento de la conectividad ecológica y el restablecimiento de funciones ecosistémicas asociadas a la vegetación nativa de la región.

Las actividades de reforestación se desarrollarán preferentemente en áreas desprovistas de vegetación o con baja cobertura vegetal, zonas perturbadas o sitios con cobertura insuficiente, siempre que la vegetación existente permita la incorporación de nuevos individuos sin generar afectaciones a la estructura y composición de la comunidad vegetal presente.

A continuación, se describe la metodología, procedimientos y criterios técnicos que serán aplicados para la ejecución, mantenimiento, seguimiento y evaluación de las actividades contempladas en el presente programa.

V.1 Reforestación

La reforestación comprende el conjunto de actividades de planeación, ejecución, supervisión, mantenimiento y evaluación orientadas al establecimiento exitoso de especies vegetales nativas en áreas susceptibles de restauración. Para garantizar el éxito de las acciones propuestas, se consideraron las características ambientales del sitio, la composición de la vegetación regional, la selección de especies adecuadas, la procedencia de la planta, los métodos de establecimiento, los requerimientos de mantenimiento y los criterios de seguimiento que permitirán evaluar el desempeño de la reforestación a lo largo del tiempo.

Como medida de compensación por los impactos asociados a la remoción de vegetación requerida para el establecimiento del proyecto "PS Altamirano", se propone la ejecución de actividades de reforestación en una superficie total de 108.9440 hectáreas. Estas acciones estarán orientadas a favorecer la recuperación de la cobertura vegetal, incrementar la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre y fortalecer los procesos naturales de regeneración ecológica en áreas susceptibles de restauración.

El polígono propuesto para la ejecución de las actividades constituye una referencia inicial para el desarrollo del programa; sin embargo, su ubicación y delimitación podrán ajustarse durante la etapa de implementación cuando existan razones técnicas, ambientales, operativas, de accesibilidad o disponibilidad de predios que justifiquen su modificación. En tales casos, los sitios alternativos deberán presentar condiciones ecológicas iguales o superiores a las consideradas originalmente, garantizando la viabilidad de las acciones de restauración y el cumplimiento de los objetivos planteados. Cualquier modificación que se realice será debidamente justificada y, en su caso, comunicada previamente a la autoridad competente para su evaluación y aprobación correspondiente

V.1.1 Ubicación del área a reforestar

Las superficies propuestas fueron seleccionadas debido a que se localizan adyacentes o cercanas a áreas con vegetación nativa en mejores condiciones, esto favorecerá la ampliación y consolidación de los parches de vegetación existentes. Lo anterior contribuirá a incrementar la conectividad ecológica del paisaje, disminuir los efectos de fragmentación y promover la recuperación de funciones ecológicas asociadas a los ecosistemas naturales de la región.

Asimismo, la proximidad a comunidades vegetales conservadas favorecerá el establecimiento y desarrollo de los ejemplares establecidos al proporcionar condiciones ambientales similares a las del ecosistema circundante y facilitar la integración de las nuevas plantaciones con la matriz vegetal existente.

Las áreas que se elijan para reforestar deben reunir características ambientales que aseguren la viabilidad del trabajo y si esto no fuera así, entonces propiciar las condiciones. Los espacios elegidos para dichas acciones deben reunir las características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo, por lo tanto, deben presentar las condiciones adecuadas

para el establecimiento de especies leñosas nativas de la región, es decir, que presenten condiciones lo más similar posible al lugar de donde fueron extraídas.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2010), menciona que las reforestaciones se deben realizar prioritariamente en terrenos:

- Afectados por incendios
- Con obras de conservación y restauración de suelos
- Ubicados en un Área Natural Protegida (ANP)
- Afectados por cambio de uso del suelo, tala ilegal, sobrepastoreo y otros disturbios
- Susceptibles de reconversión

Las características ambientales generales para llevar a cabo la reforestación son:

- Profundidad variable del suelo
- Presencia de granulado sedimentario de tamaño variable
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados)
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo
- Existencia de un estrato herbáceo nativo que al menos alcance a cubrir el 60% del terreno

Considerando lo antes mencionado, para este caso se propuso un sitio dentro de la Región Ecológica (RE) para la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC), con la finalidad de contribuir y conservar dichas áreas, como ya se mencionó esta área se encuentra en la RE.

En seguida, se muestran las coordenadas y el mapa del polígono sugerido para la reforestación de las 108.9440 hectáreas propuestas, considerando el tipo de vegetación de selva baja caducifolia.

Tabla 1. Coordenadas UTM del sitio de reforestación

Polígono	Superficie (hectáreas)	Vértices	Coordenada X	Coordenada Y	Vértices	Coordenada X	Coordenada Y
1	108.9440	1	791562.94	2113628.26	46	792532.46	2114355.03
		2	791562.97	2113628.42	47	792592.40	2114350.99
		3	791563.50	2113630.09	48	792649.45	2114346.12
		4	791563.78	2113632.09	49	792665.10	2114342.33
		5	791565.02	2113637.10	50	792653.12	2114290.32
		6	791576.84	2113712.78	51	792639.99	2114226.08
		7	791560.90	2113719.07	52	792630.88	2114182.12
		8	791529.10	2113726.71	53	792549.93	2114190.49
		9	791457.32	2113743.07	54	792521.79	2114190.70
		10	791311.52	2113755.45	55	792461.64	2114200.16
		11	791180.24	2113772.54	56	792421.34	2114204.65
		12	791040.70	2113781.47	57	792393.26	2114206.44
		13	791026.60	2113772.12	58	792350.70	2114209.76
		14	791015.49	2113673.11	59	792324.88	2114212.71
		15	791012.18	2113618.51	60	792284.58	2114217.20
		16	791000.50	2113586.72	61	792245.11	2114218.83
		17	790939.83	2113595.43	62	792169.80	2114221.55
		18	790926.22	2113649.23	63	792120.73	2114223.15
		19	790906.98	2113776.36	64	792116.95	2114193.12
		20	790891.18	2113880.95	65	792105.86	2114139.81
		21	790878.71	2113952.09	66	792111.60	2114080.46
		22	790882.34	2113973.51	67	792319.24	2114055.98
		23	790894.11	2114007.44	68	792213.91	2113657.69
		24	790908.78	2114047.03	69	792312.05	2113642.43
		25	791003.06	2114284.75	70	792384.25	2113633.84
		26	791030.10	2114347.61	71	792423.39	2113626.32
		27	791047.13	2114394.42	72	792415.17	2113578.42
		28	791064.32	2114437.21	73	792474.75	2113566.33
		29	791118.18	2114436.72	74	792524.30	2113563.87
		30	791194.17	2114434.72	75	792559.83	2113555.15
		31	791304.47	2114432.63	76	792601.35	2113547.62
		32	791383.42	2114427.45	77	792591.66	2113479.26
		33	791452.85	2114422.57	78	792589.43	2113456.46
		34	791526.54	2114417.01	79	792517.01	2113462.24
		35	791593.23	2114414.25	80	792408.83	2113481.53

Polígono	Superficie (hectáreas)	Vértices	Coordenada X	Coordenada Y
		36	791683.88	2114407.42
		37	791750.85	2114402.55
		38	791811.92	2114399.92
		39	791906.37	2114394.19
		40	791979.84	2114387.56
		41	792041.35	2114383.45
		42	792182.86	2114377.12
		43	792303.99	2114375.44
		44	792407.38	2114366.78
		45	792461.61	2114362.66

Vértices	Coordenada X	Coordenada Y
81	792304.27	2113499.62
82	792268.62	2113506.00
83	792118.80	2113532.80
84	791822.92	2113580.43
85	791691.86	2113605.22
86	791670.14	2113609.43
87	791609.15	2113620.24
88	791591.39	2113622.67
89	791562.84	2113627.86
90	791562.94	2113628.26

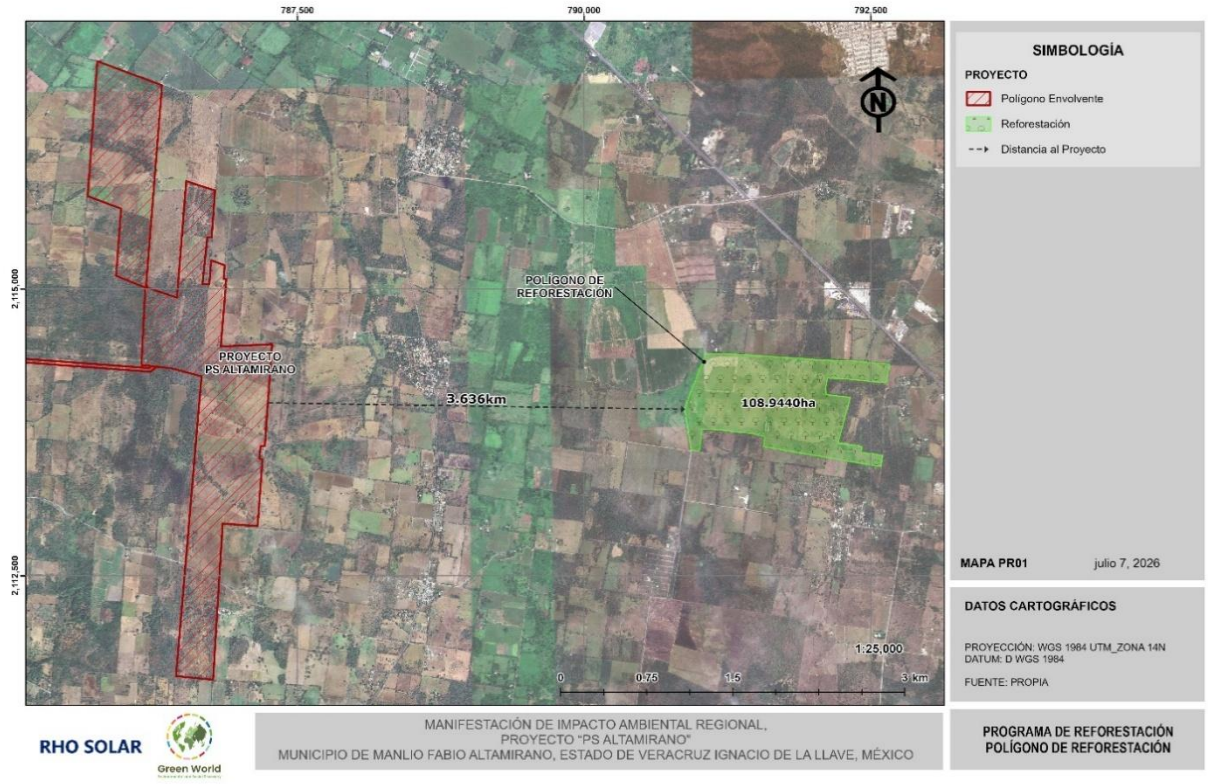


Figura 1. Polígono propuesto para la reforestación

Como ya se mencionó estas zonas deben ser susceptibles a ser reforestadas de acuerdo principalmente a los siguientes criterios:

- Áreas en las cuales la sucesión forestal se encuentre al menos en estado secundario, nunca en primario, ya que sólo de este modo se podrán realizar las siembras con posibilidades de sobrevivencia. Situación que se presenta en el polígono seleccionado, el cual en comparación con la vegetación circundante se encuentran en un proceso de degradación con baja o nula cobertura vegetal.

- Sitios en los cuales el grado de deterioro de la vegetación requiera labores de restauración ecológica.

- Áreas en las cuales la reforestación tenga una función ecológica tal como contribuir a la conexión de fragmentos, control de la erosión, captación de agua, entre otros; condición que se observa en el polígono seleccionado.

Es importante recalcar que el polígono antes mencionado es una propuesta que de acuerdo a lo observado en campo y a lo determinado en gabinete es viable para la reforestación, sin embargo, el responsable de la ejecución de este programa puede elegir otros sitios viables para las actividades que este programa describe; de ser necesario la selección de otros sitios, es importante que, aunque los sitios se modifiquen, estos conserven las características ambientales señaladas en este programa, principalmente el grado de pendiente; a su vez, es importante que se mantenga tanto la superficie de reforestación, como la densidad de plantas propuestas para el ecosistema en cuestión.

V.1.2 Especies seleccionadas para la reforestación

La selección de especies para la reforestación se realizará considerando la composición florística de las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto, priorizando especies nativas registradas durante los estudios de campo y características de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia y otras asociaciones vegetales presentes en la región.

Con el propósito de incrementar las probabilidades de establecimiento y supervivencia de los ejemplares, se dará preferencia a la utilización de planta proveniente de viveros regionales o locales que cuenten con material vegetal adaptado a las condiciones climáticas y edáficas del área del proyecto. Esta estrategia permitirá reducir el estrés asociado al trasplante, favorecer

la adaptación de los ejemplares al sitio de plantación y optimizar los costos de transporte y manejo.

La selección final de especies considerará criterios ecológicos tales como su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales locales, su importancia para la conservación de la biodiversidad, su contribución a la provisión de refugio y alimento para la fauna silvestre, su potencial para favorecer procesos de restauración ecológica y su capacidad para contribuir a la estabilización y recuperación de áreas degradadas.

Las especies propuestas, así como sus proporciones de plantación, podrán ajustarse de acuerdo con la disponibilidad de planta en viveros, la producción de material vegetal, los resultados de los monitoreos previos a la plantación y la opinión técnica del responsable de la ejecución del programa. En todos los casos, se privilegiará el uso de especies nativas registradas para la zona de estudio y compatibles con las condiciones ecológicas del sitio de reforestación.

En caso de que no exista disponibilidad suficiente de planta en viveros autorizados o regionales, podrá considerarse la producción de ejemplares mediante propagación de semillas u otros métodos apropiados, utilizando material genético procedente de poblaciones locales o de áreas ecológicamente similares.

Considerando los criterios antes mencionados, las especies nativas a considerar para la reforestación serán las enlistadas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Especies propuestas para la reforestación

Familia	Especie	Nombre Común
Apocynaceae	*Tabernaemontana alba*	Cojón de gato
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Guacoyul
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Aguardientillo
Boraginaceae	*Ehretia tinifolia*	Mandimbo
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato
Fabaceae	*Diphysa americana*	Amarillo
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste

Familia	Especie	Nombre Común
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornesuelo
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Altea

V.1.3 Diseño de la plantación

Considerando que la superficie propuesta para la reforestación presenta pendientes menores al 20%, se propone utilizar un arreglo de plantación en marco real, el cual consiste en distribuir los ejemplares formando cuadros o rectángulos mediante distancias uniformes entre plantas e hileras. De acuerdo con CONAFOR (2010), este diseño es recomendable para terrenos planos o con pendientes moderadas, además de facilitar las labores de trazado, plantación, mantenimiento y monitoreo.

El trazado de la plantación se realizará mediante líneas guía y marcación previa de los puntos de plantación, procurando adaptarse a las condiciones particulares del terreno y conservando la vegetación nativa remanente que contribuya a los procesos de restauración ecológica. Asimismo, la ubicación puntual de los ejemplares podrá ajustarse durante los trabajos de campo para evitar afectaciones a elementos naturales relevantes y favorecer la integración de la reforestación con la cobertura vegetal existente.

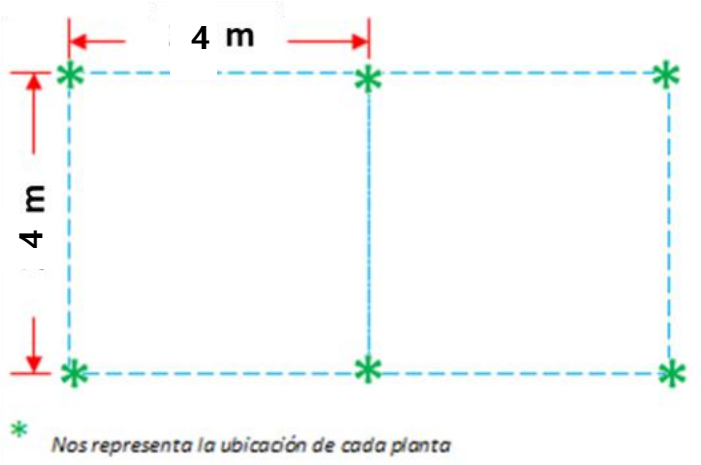


Figura 2. Ejemplificación del diseño de plantación de marco real.

V.1.4 Densidad de la plantación

Para las especies seleccionadas, se propone una densidad por hectárea de 625 plantas; esto de acuerdo con la CONAFOR que indica que la densidad ideal en ecosistemas tropicales es de 625 plantas por hectárea; ya que corresponde con el desarrollo de las copas de los árboles que predominan en los ecosistemas tropicales (CONAFOR, 2023). Así pues, para la superficie a reforestar de 108.9440 hectáreas de este ecosistema se necesitan un total de 68,091 plantas.

Tabla 3. Densidad de las especies seleccionadas para la reforestación

Familia	Nombre científico	Nombre común	Cantidad de individuos a establecer en las 108.9440 ha	Densidad de plantación por hectárea en 108.9440 ha
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	7,626	70
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	7,626	70
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	7,626	70
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	7,626	70
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	7,626	70
Apocynaceae	*Tabernaemontana alba*	Cojón de gato	4,358	40
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	4,358	40
Boraginaceae	*Ehretia tinifolia*	Mandimbo	4,358	40
Fabaceae	*Diphysa americana*	Amarillo	4,358	40
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Guacoyul	4,358	40
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Altea	4,358	40
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornesuelo	3,813	35
Total			**68,091**	**625**

Con la finalidad de favorecer el adecuado desarrollo de los ejemplares, reducir la competencia temprana y permitir la conservación de vegetación remanente dentro del área de reforestación, cómo ya se mencionó anteriormente, se propone una densidad de 625 plantas por hectárea, utilizando un espaciamiento de 4 metros por 4 metros; tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4. Densidad de plantación respecto a espaciamientos

Distancia entre plantas (m)	Distancia entre hileras (m)	Área por planta (m²)	Densidad (plantas/ha)
2.0	2.0	4.0	2,500
2.5	2.5	6.25	1,600
3.0	3.0	9.0	1,111
3.5	3.5	12.25	816
4.0	**4.0**	**16.0**	**625**
4.5	4.5	20.25	494
5.0	5.0	25.0	400

La distribución definitiva de los ejemplares podrá ajustarse durante los trabajos de campo para adaptarse a las condiciones topográficas, la presencia de vegetación remanente, la disponibilidad de micrositios adecuados para el establecimiento de la planta y otros factores que el responsable técnico considere relevantes para incrementar las probabilidades de éxito de la reforestación. No obstante, se deberá mantener la densidad objetivo-propuesta y el cumplimiento de la superficie comprometida dentro del presente programa.

V.1.5 Calidad de Planta

La calidad de la planta es uno de los componentes más importantes de los que depende el éxito de la restauración de una cubierta vegetal. Está determinada por sus características genéticas, sanitarias, morfológicas y fisiológicas.

Los parámetros que debe tener una planta producida en vivero o área de confinamiento para que sea considerada de calidad antes de salir a campo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5. Características de las plantas producidas en el área de confinamiento o viveros autorizados, antes de salir de los mismos

Parámetro	Indicadores de calidad
Diámetro de tallo	Entre 1.5 y 2 centímetros
Altura de planta	50-100 centímetros

Parámetro	Indicadores de calidad
Raíz	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70% u 80% del cepellón.
Micorrizas	Cobertura en cepellón mínima del 40%. No visibles a simple vista.
Lignificación	2/3 partes del tallo principal, evitar plantas excesivamente altas y delgadas.
Vigor	Color de follaje propio de la especie. Una planta vigorosa es más resistente al manejo y traslado.
Integridad	Plantas completas sin daños físicos o mecánicos (no rotas). Que no se ladeen o doblen con su propio peso.
Sanidad	Sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades. De aspecto vigoroso.

V.1.6 Área de confinamiento temporal (ACT)

El área de confinamiento temporal consistirá en un espacio destinado al almacenamiento provisional de las plantas adquiridas en viveros autorizados o regionales, previo a su traslado y establecimiento en el área de reforestación. Su finalidad será mantener los ejemplares en condiciones adecuadas de humedad, iluminación y protección, minimizando el estrés asociado al transporte y favoreciendo su adaptación a las condiciones ambientales del sitio de plantación.

La permanencia de las plantas en esta área será temporal y preferentemente no excederá los 15 días previos a la plantación. No obstante, este periodo podrá ajustarse en función de las condiciones climáticas, la logística de ejecución del programa y las recomendaciones del responsable técnico.

Para su adecuado funcionamiento, el área de confinamiento temporal deberá contar, cuando menos, con los siguientes elementos:

- Área de almacenamiento de herramientas e insumos necesarios para las actividades de reforestación.
- Fuente de abastecimiento de agua para realizar riegos de mantenimiento cuando sea necesario.
- Espacio para la recepción, acomodo e inspección de las plantas provenientes del vivero.

- Área sombreada o con malla sombra para proteger temporalmente a los ejemplares que así lo requieran durante el periodo de aclimatación.

Cuando la planta proceda de viveros localizados en regiones con condiciones ambientales distintas a las del sitio de reforestación, el responsable técnico podrá implementar un periodo de aclimatación previo al establecimiento, colocando los ejemplares en áreas con diferentes niveles de exposición solar para favorecer su adaptación gradual.

La ubicación definitiva del área de confinamiento temporal será determinada durante la ejecución del programa, procurando que se encuentre cercana al sitio de reforestación, cuente con acceso para vehículos y disponga de las condiciones necesarias para el adecuado manejo y conservación de los ejemplares hasta su plantación.

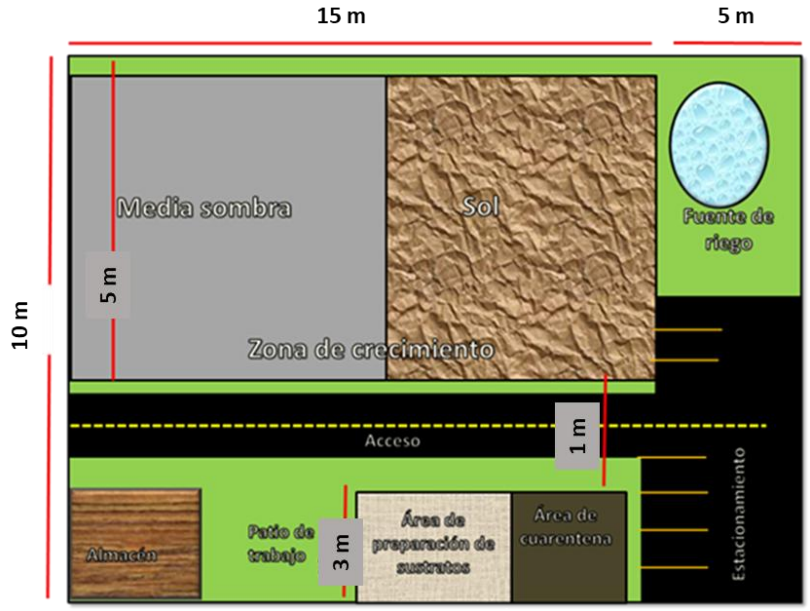


Figura 3. Ejemplificación de un área de confinamiento temporal

VI INDICADORES DE REALIZACIÓN

VI.1 Establecimiento de la plantación

La reforestación se realizará mediante un diseño de plantación en marco real con una densidad de 625 plantas por hectárea. Para ello se utilizará un espaciamiento de 4 metros

entre plantas y 4 metros entre hileras, lo que permitirá establecer idealmente 68,091 ejemplares en la superficie total de 108.9440 hectáreas destinadas a la reforestación.

Previo a la plantación, se realizará el trazado de los puntos de establecimiento mediante líneas guía, estacas, cintas de marcaje u otros métodos que permitan mantener el espaciamiento definido. La distribución final de los ejemplares podrá ajustarse en campo para adaptarse a las condiciones topográficas, la presencia de vegetación remanente y otros elementos naturales que contribuyan al éxito de la restauración.

VI.1.1 Técnica de plantación

El establecimiento de los ejemplares se realizará mediante el sistema de cepa común, técnica ampliamente utilizada en programas de reforestación por su eficiencia y facilidad de ejecución. Las cepas tendrán dimensiones aproximadas de 40 cm × 40 cm × 40 cm, pudiendo ajustarse de acuerdo con el tamaño del cepellón y las características particulares de cada especie.

Durante la apertura de la cepa, el suelo superficial será colocado por separado del suelo extraído de mayor profundidad, con la finalidad de reincorporar primero la capa más fértil al momento de la plantación. Antes de introducir la planta, se verificará que el cepellón se encuentre en buenas condiciones y que el sistema radicular no presente daños que comprometan su establecimiento.

Posteriormente, se retirará cuidadosamente la bolsa o contenedor utilizado para la producción de la planta y ésta será colocada en posición vertical dentro de la cepa. El relleno se realizará utilizando el suelo previamente extraído, procurando que el cuello de la raíz quede al nivel de la superficie del terreno y evitando la formación de cavidades que puedan afectar la estabilidad del ejemplar o el desarrollo de sus raíces.

Finalmente, se realizará una compactación ligera del suelo alrededor de la planta para favorecer el contacto entre las raíces y el sustrato, así como para proporcionar estabilidad al ejemplar recién establecido.

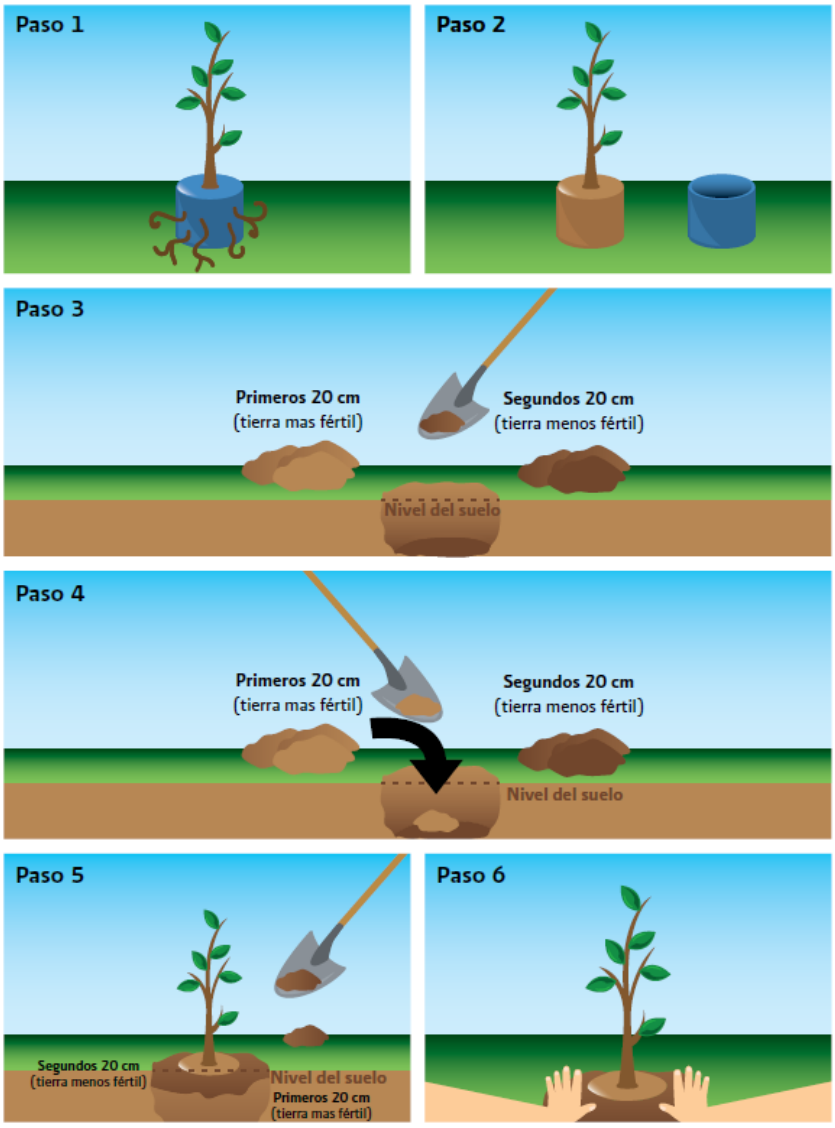


Figura 4. Procedimiento de plantación (tomado de CONAFOR (2010)). 1. Planta a establecer, 2. Retiro de la bolsa, 3. Apertura de cepa, 4. Colocación de planta en cepa y rellenado, 5. Compactado y apisonado de tierra, y 6. Cuidado de planta.

Una vez colocada la planta dentro de la cepa, se procederá al relleno utilizando inicialmente el suelo superficial previamente separado durante la excavación, debido a su mayor contenido de materia orgánica y nutrientes. Posteriormente se incorporará el suelo proveniente de los estratos más profundos, procurando distribuirlo de manera uniforme alrededor del cepellón. El suelo se compactará ligeramente para eliminar bolsas de aire excesivas, sin llegar a generar compactación que limite la aireación, infiltración de agua o desarrollo radicular.

Posteriormente se realizará un apisonamiento ligero alrededor de la planta con la finalidad de proporcionar estabilidad al ejemplar recién establecido, favorecer el contacto entre las raíces y el suelo circundante, así como contribuir a la conservación de la humedad en la zona radicular.

Para incrementar las probabilidades de éxito de la plantación, se deberán evitar las siguientes prácticas:

- No retirar la bolsa o contenedor de producción antes de la plantación, ya que puede restringir el crecimiento y desarrollo normal del sistema radicular.
- Excavar cepas con profundidades excesivas, lo que puede favorecer el asentamiento de la planta por debajo del nivel natural del terreno y generar problemas de drenaje y aireación.
- Realizar cepas demasiado pequeñas o poco profundas, limitando el desarrollo inicial de las raíces y reduciendo la estabilidad del ejemplar.
- Cubrir excesivamente la base del tallo durante el relleno, ya que esto puede favorecer la acumulación de humedad, la aparición de enfermedades y el deterioro del cuello de la planta.
- Compactar excesivamente el suelo alrededor del cepellón, lo que puede disminuir la infiltración de agua y restringir el crecimiento radicular.
- Establecer ejemplares con daños severos en raíces, tallos o follaje que comprometan su supervivencia posterior al trasplante.



Figura 5 . Ejemplificación de los errores más comunes el establecer una planta

VII INDICADORES DE EFICACIA

VII.1 Seguimiento y evaluación de la reforestación

Con la finalidad de evaluar la eficacia del presente Programa de Reforestación y verificar el cumplimiento de los objetivos de restauración planteados, se realizará el seguimiento y evaluación de las áreas sujetas a reforestación y enriquecimiento forestal durante un periodo de cinco años posteriores al establecimiento de la plantación.

El monitoreo iniciará a partir del primer semestre posterior a la plantación y se realizará de manera semestral durante los primeros años de establecimiento. La periodicidad podrá ajustarse de acuerdo con los resultados obtenidos, las condiciones ambientales del sitio y los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental.

Los principales indicadores de eficacia propuestos para evaluar el éxito de la reforestación son los siguientes:

- ✓ Superficie reforestada o enriquecida (ha).
- ✓ Porcentaje de supervivencia (%).
- ✓ Estado fitosanitario de la plantación (%).
- ✓ Vigor de los ejemplares (%).
- ✓ Crecimiento de los individuos (altura y diámetro basal, cuando aplique).

El indicador principal para evaluar el éxito del programa será la supervivencia de los ejemplares establecidos, considerando como meta mantener al menos el 80% de supervivencia durante el periodo de seguimiento.

Para determinar estos indicadores se realizarán recorridos periódicos en las áreas intervenidas, registrando información de campo que permita conocer el estado de desarrollo de la plantación y detectar oportunamente factores que puedan comprometer su éxito. Entre las variables a registrar se consideran las siguientes:

- ✓ ID o número consecutivo.
- ✓ Especie.
- ✓ Condición del ejemplar (vivo o muerto).
- ✓ Vigor.
- ✓ Estado fitosanitario.
- ✓ Altura total (cuando aplique).
- ✓ Diámetro basal (cuando aplique).
- ✓ Tipo de daño observado.
- ✓ Observaciones generales.
- ✓ Evidencia fotográfica.

La información obtenida permitirá evaluar el desempeño de la reforestación y, en caso de ser necesario, implementar medidas correctivas o de urgente aplicación para garantizar el cumplimiento de los objetivos del programa.

Tabla 6.Indicadores de éxito de los ejemplares de la reforestación

ID	Nombre científico	Condición		Vigor		Estado Sanitario		Observaciones
		Vivo	Muerto	Bueno	Malo	Enfermedad	Plaga	
1								
2								
3								
4								

Los resultados obtenidos durante cada evaluación serán integrados en los informes de seguimiento correspondientes, los cuales servirán para documentar el avance de la reforestación, verificar el cumplimiento de las metas establecidas y sustentar, en su caso, la aplicación de medidas complementarias de mantenimiento o reposición de ejemplares.

VII.1.1 Estimación de la sobrevivencia

La estimación de la sobrevivencia permite evaluar cuantitativamente el éxito de la reforestación mediante la determinación de la proporción de ejemplares vivos respecto al total de individuos establecidos. Este indicador refleja la respuesta de la plantación a las condiciones ambientales del sitio y a las actividades de mantenimiento implementadas durante el periodo de seguimiento.

Para calcular el porcentaje de sobrevivencia se utilizará la siguiente expresión:

$$Pv=Vi/Ai \times 100$$

Dónde:

Pv= Porcentaje de sobrevivencia

Vi= Número de plántulas vivas (establecidas)

Ai= Número de plántulas sembradas

Como ya se mencionó, el monitoreo de la sobrevivencia se realizará a partir del primer semestre posterior al establecimiento de la reforestación y posteriormente de manera anual durante un periodo de cinco años. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el desempeño de la plantación e identificar oportunamente la necesidad de implementar medidas correctivas o de mantenimiento.

Se considerará como criterio de éxito mantener una sobrevivencia del 80 % durante el periodo de seguimiento. En caso de registrarse niveles de mortalidad significativos que comprometan el cumplimiento de esta meta, el responsable técnico evaluará la necesidad de realizar actividades de reposición durante la siguiente temporada de lluvias, priorizando aquellas áreas donde las pérdidas observadas afecten la viabilidad de la reforestación o el cumplimiento de los objetivos del programa.

VII.1.2 Estimación del vigor de la plantación

El vigor de la plantación permite evaluar la condición fisiológica y el desarrollo general de los ejemplares vivos establecidos en las áreas de reforestación. Este indicador proporciona información sobre la capacidad de adaptación de las plantas al sitio, así como sobre la necesidad de implementar medidas de mantenimiento o acciones correctivas que favorezcan su crecimiento y supervivencia.

Para fines de evaluación, el vigor de los individuos se clasificará de la siguiente manera:

- **Bueno:** cuando el ejemplar presenta follaje abundante, coloración característica de la especie, crecimiento activo y ausencia de síntomas evidentes de estrés.
- **Regular:** cuando el ejemplar presenta crecimiento limitado, ligera pérdida de follaje o signos moderados de estrés hídrico o nutricional, sin comprometer su supervivencia.
- **Malo:** cuando el ejemplar presenta follaje escaso o amarillento, marchitez, daño severo en tejidos vegetales, estrés hídrico evidente o condiciones que comprometan su desarrollo y permanencia en el sitio.

Al igual que todos los indicadores, el monitoreo del vigor se realizará a partir del primer semestre posterior al establecimiento de la plantación y posteriormente de manera anual durante el periodo de seguimiento de cinco años. La información obtenida permitirá identificar oportunamente la necesidad de aplicar medidas de mantenimiento, rehabilitación o acciones de urgente aplicación que contribuyan a mejorar las condiciones de desarrollo de la plantación.

Una vez concluido el periodo de seguimiento de cinco años, dejarán de realizarse las evaluaciones periódicas de vigor contempladas en el presente programa.

VII.1.3 Estimación del Estado Sanitario de la plantación

El estado sanitario de la plantación permite evaluar la condición fitosanitaria de los ejemplares establecidos, mediante la identificación de daños ocasionados por plagas, enfermedades,

agentes físicos o cualquier otro factor que pueda afectar su crecimiento, desarrollo y supervivencia.

Se considerará que un individuo presenta una condición sanitaria adecuada cuando no muestre síntomas o evidencias de infestaciones, infecciones, necrosis, daños severos por herbivoría o afectaciones que comprometan su viabilidad. La evaluación fitosanitaria permitirá detectar oportunamente problemas que requieran la implementación de medidas preventivas o correctivas dentro de las áreas reforestadas.

Para estimar el porcentaje de individuos sanos se utilizará la siguiente expresión:

$$PS = Si/Ai \times 100$$

Dónde:

PS= Porcentaje de individuos sanos

Si= Número de plántulas sanas

Ai= Número de plántulas vivas en el sitio del censo

Durante los recorridos de seguimiento se registrará la presencia de plagas, enfermedades, daños mecánicos, afectaciones por herbivoría, estrés ambiental u otros factores que puedan influir en el desempeño de la plantación. Asimismo, se documentará evidencia fotográfica y observaciones de campo que permitan dar seguimiento a la evolución de los ejemplares.

Tal como cualquier indicador, el monitoreo del estado sanitario se realizará a partir del primer semestre posterior al establecimiento de la plantación y posteriormente de manera anual durante el periodo de seguimiento de cinco años. Los resultados obtenidos servirán para determinar la necesidad de implementar medidas de mantenimiento, control fitosanitario o acciones de urgente aplicación que contribuyan a garantizar el éxito de la reforestación.

VIII PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La información obtenida durante los monitoreos de seguimiento será sistematizada y analizada con el propósito de evaluar el desempeño de la reforestación y verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente programa. Para ello, los datos recopilados en campo serán organizados en bases de datos que permitan calcular los indicadores de eficacia definidos previamente, principalmente los relacionados con la supervivencia, vigor y estado sanitario de los ejemplares establecidos.

El principal criterio para evaluar el éxito de la reforestación será el porcentaje de supervivencia de los individuos establecidos, considerando como meta mantener una supervivencia del 80 % durante el periodo de seguimiento de cinco años. De manera complementaria, los indicadores de vigor y estado sanitario permitirán identificar oportunamente factores que puedan afectar el desarrollo de la plantación y, en su caso, determinar la necesidad de implementar medidas de mantenimiento o acciones correctivas.

Los resultados obtenidos en cada monitoreo serán comparados con los registros de evaluaciones anteriores para identificar tendencias de crecimiento, mortalidad, adaptación al sitio y condiciones fitosanitarias. Cuando se detecten pérdidas significativas de ejemplares o condiciones que comprometan la viabilidad de la plantación, el responsable técnico determinará la implementación de medidas de mantenimiento, rehabilitación o reposición durante la siguiente temporada de lluvias, de conformidad con los criterios establecidos en el presente programa.

La interpretación de los resultados permitirá evaluar el grado de cumplimiento de las metas de restauración propuestas, así como documentar la evolución de las áreas reforestadas a lo largo del periodo de seguimiento.

VIII.1 Informe de avances y resultados

Con la finalidad de documentar el cumplimiento del Programa de Reforestación y dar seguimiento a la evolución de las áreas intervenidas, se elaborarán los siguientes informes:

- ✓ Informe de establecimiento de la reforestación.
- ✓ Informes anuales de seguimiento y evaluación de la plantación.
- ✓ Informe final de resultados al concluir el periodo de monitoreo de cinco años.

Cada informe incluirá, como mínimo, la descripción de las actividades realizadas, superficies intervenidas, número de ejemplares establecidos, resultados de los indicadores de eficacia, incidencias observadas durante el monitoreo, medidas de mantenimiento implementadas y evidencia fotográfica representativa de las actividades ejecutadas.

La información contenida en dichos informes permitirá verificar el cumplimiento de las metas establecidas, evaluar la eficacia de las acciones de restauración y sustentar, en su caso, la implementación de medidas complementarias para garantizar el éxito de la reforestación.

IX CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Las actividades contempladas en el presente programa de reforestación se desarrollarán principalmente durante los primeros tres meses de ejecución, procurando que las labores de establecimiento de la plantación coincidan con el periodo de lluvias para favorecer la supervivencia y el adecuado desarrollo de los ejemplares establecidos.

De manera general, se prevé que las actividades de reforestación inicien entre los meses de junio y agosto, aprovechando el inicio y desarrollo de la temporada de lluvias características de la región. No obstante, las fechas específicas podrán ajustarse de acuerdo con las condiciones climáticas prevalecientes, la disponibilidad de planta en vivero, la disponibilidad de los predios seleccionados y las necesidades operativas del proyecto.

Asimismo, se contempla la realización de actividades de seguimiento y evaluación durante un periodo de cinco años posteriores al establecimiento de la plantación, con la finalidad de verificar el cumplimiento de los objetivos del programa y documentar la evolución de las áreas sujetas a reforestación y enriquecimiento forestal.

La calendarización que a continuación se presenta, constituye una programación estimada de las actividades y podrá ajustarse durante la ejecución del programa cuando existan razones técnicas, ambientales o administrativas que así lo justifiquen.

Tabla 7. Cronograma de actividades

Etapa	Actividad	Meses												Años				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Implementación del Programa*	Establecimiento del área de confinamiento temporal	X																
	Adquisición de planta**	X																
	Apertura de cepas y establecimiento de la reforestación***	X	X	X														
	Seguimiento y Evaluación						X						X	X	X	X	X	X
	Elaboración de informes***						X						X	X	X	X	X	X
	Informe final																	X

***La reforestación podría comenzar en cualquier etapa del proyecto PS Altamirano, tomando en consideración siempre el periodo de lluvias. Sin embargo, de no iniciar la reforestación en la temporada de lluvias, a las plantas establecidas se les podrá ayudar con los riegos de auxilio, se recomienda utilizar de 3 a 5 litros de agua por planta, de entre 1 y 3 veces por semana.**

****La adquisición de plantas estará sujeta a la disponibilidad de las especies en los viveros y al inicio de la temporada de lluvias.**

*****El establecimiento de la reforestación, es dependiente a la época de lluvia, por lo que puede variar en fecha.**

******Se entregará el informe del quinto año, integrado en el informe final.**

X MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

Las medidas de urgente aplicación tienen como finalidad corregir oportunamente las condiciones que puedan comprometer el establecimiento, desarrollo y supervivencia de los ejemplares establecidos durante la ejecución del programa de reforestación. Su implementación se determinará con base en los resultados obtenidos durante las actividades

de seguimiento y evaluación, así como por la ocurrencia de contingencias ambientales, climáticas o antrópicas que representen un riesgo para las áreas reforestadas.

La reposición de fallas consiste en la sustitución de ejemplares que no sobrevivieron, severamente dañados o con escasas probabilidades de supervivencia. Esta actividad se realizará preferentemente durante la siguiente temporada de lluvias posterior a la detección de las pérdidas, con el fin de favorecer el establecimiento de los nuevos individuos y mantener las metas de supervivencia establecidas en el programa.

Con base en los resultados de los monitoreos semestrales, se evaluará la necesidad de realizar reposiciones de planta. Cuando se registre una mortandad superior al 30% en cualquiera de las áreas intervenidas, se implementarán acciones de reposición durante el siguiente periodo favorable de establecimiento. Para ello, se recomienda prever una reserva de planta equivalente al 20% del total de ejemplares requeridos, misma que estará sujeta a la disponibilidad en viveros y a los resultados del seguimiento.

Adicionalmente, las medidas de urgente aplicación podrán implementarse cuando se presenten contingencias que pongan en riesgo el éxito de la reforestación, tales como sequías prolongadas, precipitaciones extraordinarias, incendios, afectaciones por herbívoros o ganado, daños ocasionados por actividades humanas, así como brotes de plagas o enfermedades. La selección e implementación de las acciones correctivas quedará bajo la responsabilidad del técnico encargado de la ejecución del programa, quien determinará las medidas más adecuadas de acuerdo con la problemática identificada.

Será responsabilidad del promovente proporcionar los recursos necesarios para la ejecución de las medidas emergentes que resulten procedentes, conforme a las recomendaciones emitidas por el responsable técnico del programa.

X.1 Protección del sitio de reforestación

La necesidad de implementar medidas de protección dependerá de las condiciones específicas de cada sitio, de las especies establecidas, de la etapa de desarrollo de la plantación y de la presencia de factores que puedan afectar la supervivencia de los ejemplares. Es decir que, si durante las inspecciones de campo se identifiquen riesgos asociados al ingreso de ganado,

fauna doméstica, actividades humanas o fenómenos ambientales adversos, podrán establecerse medidas temporales o permanentes de protección.

X.1.1 Cerco de alambre de púas

Como medida de protección perimetral podrá instalarse cerco de alambre de púas en aquellas áreas donde exista riesgo de ingreso de ganado u otros agentes que puedan ocasionar daños a la plantación. Este tipo de cercado se caracteriza por su resistencia y durabilidad, y podrá construirse mediante postes de madera, tubos o perfiles metálicos colocados a intervalos máximos de cuatro metros, dependiendo de la topografía del terreno y de las condiciones particulares del sitio.

Se recomienda la instalación de un mínimo de cuatro hilos de alambre de púas para garantizar una protección adecuada. La longitud, configuración y características constructivas del cerco serán definidas por el responsable técnico del programa con base en las condiciones observadas en campo y en la magnitud del riesgo identificado.

La implementación de esta medida tendrá como objetivo principal reducir daños mecánicos a los ejemplares establecidos, favorecer su establecimiento y contribuir al cumplimiento de las metas de supervivencia establecidas para el programa de reforestación.

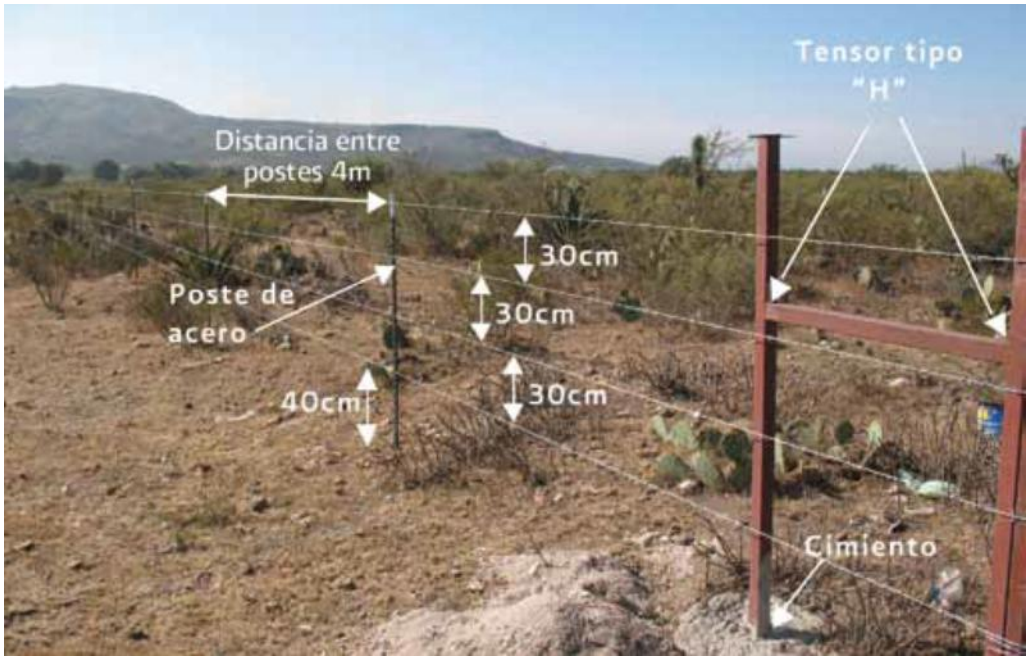


Figura 9 Ejemplificación de un cerco con alambre de púas.

X.2 Riegos de auxilio

El riego de auxilio constituye una medida de apoyo durante la etapa inicial de establecimiento de la reforestación, cuyo objetivo es reducir el estrés hídrico de los ejemplares establecidos mientras desarrollan su sistema radicular y logran adaptarse a las condiciones del sitio definitivo.

Esta actividad se realizará únicamente cuando las condiciones ambientales lo requieran, principalmente durante la temporada de estiaje o cuando en las actividades de seguimiento se identifiquen ejemplares con signos de estrés hídrico, como marchitez, pérdida de follaje o disminución del vigor. Los riegos deberán efectuarse preferentemente durante las primeras horas de la mañana o al final de la tarde para reducir pérdidas por evaporación.

La cantidad y frecuencia del riego dependerán de las características de cada especie, las condiciones de humedad del suelo, la capacidad de infiltración del terreno y las condiciones climáticas prevalecientes en el área de reforestación. Asimismo, se aprovecharán las estructuras de captación de humedad implementadas, como los cajetes o terrazas individuales, con la finalidad de mejorar la eficiencia del uso del agua.

En caso de que el establecimiento de la plantación se lleve a cabo durante la época de estiaje y sean necesarios los riegos de auxilio, se recomiendo lo siguiente (Azagra, A. & Río, J., 2012; CV, 2025):

- Durante el establecimiento inicial, es decir, durante los 3 a 10 primeros días, se recomiendo un riego profundo esto significa de 15 a 20 litros de agua por planta, dos veces a la semana, se recomienda dejar una ligera saturación para que la tierra asiente.

- Igualmente, de requerirse un riego de auxilio durante las fases de crecimiento de la planta, es decir, dentro de los 1 a 3 años, se recomienda utilizar de 3 a 5 litros de agua por planta, entre 1 y 3 veces por semana.

X.3 Control de malezas

El control de malezas constituye una actividad de mantenimiento orientada a disminuir la competencia por agua, luz y nutrientes entre la vegetación herbácea espontánea y los ejemplares establecidos dentro de las áreas de reforestación. Asimismo, permite reducir condiciones favorables para la presencia de algunos organismos que puedan afectar el desarrollo de las plantas.

Como medida preventiva podrá realizarse el chapeo manual en las áreas donde se identifique competencia significativa con los ejemplares establecidos o cuando las condiciones del sitio así lo requieran. La periodicidad de esta actividad será determinada por el responsable técnico del programa con base en las condiciones ambientales, la época del año, la velocidad de crecimiento de la vegetación herbácea y los resultados obtenidos durante las actividades de seguimiento.

Las actividades de control de malezas deberán realizarse evitando afectar la regeneración natural existente y procurando conservar especies vegetales nativas que contribuyan al proceso de recuperación ecológica del sitio.

X.4 Rehabilitación de cajetes

La rehabilitación de cajetes o terrazas individuales tendrá como finalidad conservar su capacidad de captación e infiltración de agua, mejorar las condiciones de humedad del suelo y favorecer el establecimiento de los ejemplares establecidos. Estas estructuras podrán requerir mantenimiento cuando presenten pérdida de forma, azolvamiento, compactación o disminución de su capacidad de retención.

De acuerdo con las recomendaciones técnicas aplicables para obras de conservación de suelo, la rehabilitación podrá realizarse mediante las siguientes actividades:

- En el área circundante a la planta se removerá el suelo compactado y la vegetación herbácea competidora mediante herramientas manuales como pala, azadón o tarpala, conformando nuevamente una superficie cóncava alrededor del ejemplar con un diámetro aproximado de 80 a 100 centímetros, dependiendo de la especie y condiciones del terreno.

- El material vegetal retirado se colocará fuera del cajete, mientras que el suelo removido podrá utilizarse para reforzar el área cercana al tallo, evitando cubrirlo excesivamente o generar condiciones de humedad permanente que favorezcan daños sanitarios.

- El material extraído podrá emplearse para reforzar el bordo del cajete, favoreciendo la captación del agua de lluvia y reduciendo pérdidas por escurrimiento superficial.

Las dimensiones y características de los cajetes podrán ajustarse de acuerdo con las condiciones particulares del terreno, considerando factores como textura del suelo, profundidad, pedregosidad, pendiente y desarrollo de los ejemplares establecidos.

X.5 Control de plagas, enfermedades y usos de fertilizantes

El manejo de plagas y enfermedades dentro de las áreas de reforestación se realizará principalmente mediante acciones preventivas y prácticas de mantenimiento que favorezcan el establecimiento saludable de los ejemplares establecidos. Durante las actividades de seguimiento se realizará la inspección periódica de las plantas con la finalidad de identificar oportunamente la presencia de organismos que puedan afectar su desarrollo o supervivencia.

En caso de que se detecte alguna enfermedad en las plantas establecidas y se haya determinado el impacto de esta, es necesario tomar medidas inmediatas para el control de las plagas o enfermedades. Entre las medidas a aplicar en caso de plagas o enfermedades, se encuentra el control biológico, que es una alternativa a los pesticidas químicos. Es por ello por lo que se debe dar preferencia a la utilización de los productos orgánicos.

El control biológico consiste en la aplicación de técnicas compatibles con la conservación del medio ambiente y se observa como una alternativa eficaz y libre de riesgo frente a los numerosos y crecientes problemas derivados del uso de productos químicos. Existen muchas opciones para el control biológico que incluyen desde sencillas prácticas a base de sustancias orgánicas hasta preparaciones más elaboradas que de igual manera al ser orgánicas no contaminan o dejan residuos.

Entre las prácticas más comunes se encuentran:

- Ajo: se usa contra enfermedades criptogámicas, bacterianas, ácaros y pulgones. Se hace una preparado con 10 gramos de ajos frescos en 1 litro de agua y luego se cuela. Otra variante es la infusión de ajo y cebolla para la que se tritura medio kilo de ajos y cebollas y se vierten en 10 litros de agua, se deja reposar 10 minutos y se cuela. Se debe rociar la mezcla con ayuda de un aspersor a las plantas y/o el suelo, haciendo tres tratamientos en diez días.

- Jabón de potasa: (jabón negro, oleato potásico) insecticida-acaricida-fungicida de contacto, efectivo contra pulgón, cochinilla y otros insectos de cutícula blanda, así como araña roja y hongos. Se degrada fácilmente por lo que se aplica cuando no hay sol. Se puede preparar de forma similar al jabón común o de sosa. Se necesitan 5 litros de aceite de cocina, 5 litros de agua y 1 kilogramo de potasa cáustica en escamas. Para su preparación se calienta el agua a 40 °C y se mezcla cuidadosamente con la potasa en un recipiente resistente a los cáusticos. Es aconsejable usar guantes y gafas y, evitar el uso de utensilios de aluminio. Una vez disuelta la potasa, se añade el aceite y se agita al mismo sentido durante media hora, agitando constantemente. La mezcla se deja en reposo unos 15 días hasta que ha cuajado totalmente, ésta debe quedar con consistencia mantecosa. Para usarlos, se disuelven 30 gramos en 1 litro de agua y se asperja la planta evitando hacerlo a pleno sol o con mucha luz.

- Nicotina: potente insecticida natural obtenido del tabaco (*Nicotiana tabacum*), útil contra el pulgón, trips (tisanópteros) y otros insectos de cutícula blanda. Actúa por contacto e ingestión. Se puede obtener de forma casera por maceración de 3 cigarrillos sin el filtro en 1 litro de agua. Se filtra y se guarda en un lugar fresco. Se asperja directamente sobre los insectos, matándolos en pocos minutos. Una variante más efectiva es con la mezcla de este macerado con 30 gramos de jabón de potasa. Elimina mejor a cochinillas y ácaros.

Si bien también existe el control químico de plagas y enfermedades, es decir, la aplicación de fertilizantes sintéticos, estos se considerarán únicamente como una medida excepcional cuando las condiciones del sitio y la evaluación técnica del responsable del programa determinen su necesidad. En caso de requerirse su aplicación, deberá realizarse bajo criterios técnicos, utilizando productos autorizados y aplicando las medidas necesarias para evitar afectaciones al suelo, vegetación circundante y otros componentes del ecosistema.

Como medidas preventivas se priorizarán actividades de manejo como el control adecuado de malezas, podas sanitarias cuando sean necesarias, retiro de material vegetal afectado y conservación de condiciones adecuadas de humedad y aireación del suelo

En caso de requerirse la incorporación de nutrientes, se recomienda priorizar el uso de materiales orgánicos o prácticas que favorezcan la recuperación natural del suelo, evitando alteraciones en los procesos ecológicos del área reforestada.

XI PROHIBICIONES

Queda prohibido:

- El aprovechamiento y la colecta de ejemplares de flora presentes en el sitio del proyecto o en sus inmediaciones. Al efecto, deberá adoptar las medidas necesarias para informar a los trabajadores sobre las disposiciones que regula la protección de flora, y las sanciones que aplican por su violación.
- Derribar, cortar o dañar vegetación en los alrededores del área del proyecto, así como la utilización de leña y cualquier otro elemento vegetal susceptible de ser usado para encender fuego.
- Utilizar especies vegetales introducidas (no nativas) de flora durante las actividades de reforestación en aquellas zonas que serán reforestadas y restauradas del proyecto.

XII VIVEROS CERCANOS AL ÁREA DE REFORESTACIÓN

A continuación, se proporcionan datos de diversos viveros regionales, algunos autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA, 2026) y otros particulares o asociaciones civiles dedicadas a la restauración que, de acuerdo con una investigación previa, cuentan con todas las especies seleccionadas para las actividades de la reforestación. Se detallan los nombres de los viveros y algunos medios de contacto.

Tabla 8. Datos de los viveros forestales cercanos al proyecto

Nombre	Régimen de propiedad	Domicilio	Entidad federativa	Contacto	Correo electrónico
Vivero "Vergara-Tarimoya	SEDEMA	Boulevard Ave del Paraíso entre calles Alondra y Pelicano, Colonia Reserva Tarimoya I. ANP Corredor Biológico Multifuncional Archipiélago de Lagunas Interdunarias.	Veracruz, Veracruz	228 89 02 778	plantasedema@gmail.com
Las Cañadas Centro de Agroecología y Permeacultura	Las Cañadas	Rancho Las Cañadas, 94100 Huatusco, Veracruz, México	Huatusco, Veracruz.	273 734 1577	bosquedeniebla44@gmail.com
Vivero de Tebanca A.C.	Asociación Civil	Ejido de Tebanca, Catemaco, Ver. México.	Los Tuxtlas, Veracruz.	-	azueladelacueva@gmail.com viverodetebanca@gmail.com
Red de Viveros de Biodiversidad	Asociación Civil	Coatepec, Veracruz, México. C.P. 91500.	Coatepec, Veracruz	(228) 816 8857	info@revivemx.org

XIII COSTOS ESTIMADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

En este apartado se presentan los costos estimados que implicarían las actividades de reforestación, es importante mencionar que en la mayoría de los conceptos se tomaron en consideración los costos de referencia de acuerdo con el Programa Nacional Forestal (CONAFOR, 2023). Es importante mencionar que la memoria de cálculo para la estimación de los costos que a continuación se presentan, se encuentra anexa a este estudio en formato Excel bajo el nombre "Costos de las actividades de reforestación-PS Altamirano".

XIII.1 Adquisición de la planta

El costo estimado para la adquisición de las plantas en el tipo de vegetación de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS/SBC), considerando las plantas que se necesitan inicialmente en la reforestación es de $3,292,885.00 (tres millones doscientos noventa y dos mil ochocientos ochenta y cinco pesos 00/100 M.N).

Tabla 9. Precios por adquisición del tipo de vegetación secundaria de selva baja caducifolia de las especies propuestas

Nombre científico	Nombre común	Densidad de plantación por hectárea	Número de plantas total a establecer en las 108.9440 ha	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Guazuma ulmifolia	Guásima	70	7,626	$50.00	$381,300.00
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	70	7,626	$45.00	$343,170.00
Gliricidia sepium	Cacahuananche	70	7,626	$45.00	$343,170.00
Cordia alliodora	Aguardientillo	70	7,626	$45.00	$343,170.00
Bursera simaruba	Palo mulato	70	7,626	$45.00	$343,170.00
Tabebuia rosea	Apamate rosa	40	4,358	$60.00	$261,480.00
Acrocomia aculeata	Guacoyul	40	4,358	$60.00	$261,480.00
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	40	4,358	$50.00	$217,900.00
Vachellia cornigera	Cornesuelo	35	3,813	$55.00	$209,715.00
Malvaviscus arboreus	Altea	40	4,358	$45.00	$196,110.00
Diphysa americana	Amarillo	40	4,358	$45.00	$196,110.00
Ehretia tinifolia	Mandimbo	40	4,358	$45.00	$196,110.00
Total		**625**	**68,091**		**$3,292,885.00**

Es importante mencionar que, en dado caso de requerirse la aplicación de las medidas emergentes, como se mencionó se requería de un 20% adicional de plantas por año, esto se tomará en cuenta del año 2 al año 5 del seguimiento y monitoreo (4 años). Es así que, el costo del 20% de reposición por año es de $658,577.00 (seiscientos cincuenta y ocho mil quinientos setenta y siete pesos 00/100 M.N); por lo que por los cuatro años el costo total sería de $2,634,308.00 (dos millones seiscientos treinta y cuatro mil trescientos ocho pesos 00/100 M.N).

Tabla 10. Costo por la reposición de plantas

Concepto	Costo
Costo del 20% de reposición por año	$658,577.00
Total, de la reposición por 4 años	**$2,634,308.00**

XIII.2 Actividades necesarias para llevar a cabo la reforestación

El costo estimado de la mano de obra y herramientas necesarias para las actividades de reforestación, que incluyen: preparación del sitio, construcción del ACT, el número de jornaleros necesarios, así como los días que laborarán, igualmente insumos para el transporte y riego de plantas, entre otros; asciende a $1,144,749.25 (un millón ciento cuarenta y cuatro mil setecientos cuarenta y nueve pesos 25/100 M.N) en la superficie total de reforestación de 108.9440 hectáreas. Cabe destacar que estas actividades se pretenden realizar idealmente en un lapso de 3 meses (90 días).

Tabla 11. Mano de obra y herramienta necesaria para la reforestación

Concepto	Unidad	Cantidad	Días	Costo unitario ($)	Costo total /$)
Bulldozer (preparación del sitio)	Mes	2	-	$60,000.00	$120,000.00
Renta de vehículo (del vivero a las áreas a reforestar)	Pieza	2	-	$6,000.00	$12,000.00
Transporte de planta	Planta	68,091	-	$0.55	$37,450.05
Área de confinamiento Temporal (ACT)	Estructura	1	-	$40,000.00	$40,000.00
Pago de jornales para la realización de trazo de la plantación (cantidad de jornales por tres meses)	Jornal	5	90	$300.68	$135,306.00
Pago de jornales para la apertura de cepas (cantidad de jornales por tres meses)	Jornal	10	90	$300.68	$270,612.00
Pago de jornales para la plantación forestal (cantidad de jornales por tres meses)	Jornal	15	90	$300.68	$405,918.00
Carretillas	Pieza	5	-	$900.00	$4,500.00
Paquete de herramientas para la apertura de brechas (pico o talacho, pala cuadrada, azadón, carretilla, rastrillo, machete, hacha, lima triangular, marro, macetón o marro pequeño).	Pieza	10	-	$1,800.00	$18,000.00
Paquete de herramienta para reforestación de planta de contenedor (pala espada y talacho).	Pieza	10	-	$500.00	$5,000.00
Paquete de herramienta para apertura de cepa (barreta, cava-hoyos y excavador)	Pieza	10	-	$750.00	$7,500.00
Paquete de herramientas para el deshierbe manual (machete y lima triangular)	Pieza	10	-	$250.00	$2,500.00

Concepto	Unidad	Cantidad	Días	Costo unitario ($)	Costo total /$)
Cajas de madera (huacal)	Pieza	10	-	$50.00	$500.00
Cuerda (malacate)	Pieza	10	-	$30.00	$300.00
Tótem de 1,000 litros	Pieza	1	-	$1,200.00	$1,200.00
Tinaco de 5,000 litros	Pieza	1	-	$5,000.00	$5,000.00
Motobomba (para el riego)	Pieza	1	-	$5,000.00	$5,000.00
Manguera de 100 metros	Pieza	1	-	$1,500.00	$1,500.00
Conexiones para motobomba	Pieza	1	-	$300.00	$300.00
Pago jornales para mantenimiento y cuidado de la plantación durante el primer año (5 días por mes)	Jornal	4	60	$300.68	$72,163.20
Técnico especializado (Biólogo o Ing. Forestal)	Mes	12	-	$12,000.00	$144,000.00
Total					**$1,144,749.25**

XIII.3 Mantenimiento de la reforestación

Para que este programa de reforestación tenga mejores resultados, se proponen actividades de seguimiento y mantenimiento, así como la aplicación de medidas emergentes; mismas que iniciarán inmediatamente después al establecimiento de la reforestación, por lo que en ese sentido una vez iniciadas sería el año 1, a su vez las actividades se extenderán hasta el año 5, para un total de 5 años. Así pues, se estima que, en un año el costo sería de $514,623.80 (quinientos catorce mil, seiscientos veintitrés pesos 80/100 M.N), por lo que para los 5 años el costo total del seguimiento y mantenimiento sería de $2,573,119.00 (dos millones, quinientos setenta y tres mil, ciento diecinueve pesos 00/100 M.N.), tal como se muestra a continuación.

Tabla 12. Costos del mantenimiento de la reforestación

Concepto	Unidad	Cantidad	Días	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Control de malezas (manual)	Jornal	5	2	$300.68	$3,006.80
Control de plagas y enfermedades	Jornal	5	2	$300.68	$3,006.80
Fertilizantes orgánicos	Kg/l	2,000	-	$250.00	$500,000.00
Riegos de auxilio	Pipa	1	2	$1,500.00	$3,000.00
Jornales para fertilización y control de patógenos	Jornal	5	2	$300.68	$3,006.80
Técnico especializado (Biólogo o Ing. Forestal) (monitoreo semestral)	Técnico	1	2	$1,301.70	$2,603.40
Total anual					**$514,623.80**

Concepto	Unidad	Cantidad	Días	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Total por los 5 años					**$2,573,119.00**

XIII.4 Costo total estimado de las actividades de reforestación

A través de las estimaciones anteriores, el costo para realizar las actividades de reforestación en las 108.9440 hectáreas propuestas, y en el cual se incluyen: la adquisición de las plantas, la reposición del 20% en caso de requerirse las medidas emergentes, la mano de obra y herramientas necesarias para la reforestación, así como el seguimiento y mantenimiento por 5 años, a su vez incluyendo el IVA (16%); sería de $11,188,271.05 (once millones, ciento ochenta y ocho mil, doscientos setenta y un pesos 05/100 M.N), tal como se muestra a continuación.

Tabla 13. Resumen del costo total estimado para realizar las actividades de reforestación

Actividad	Costo ($)
Adquisición de las plantas	$3,292,885.00
Reposición del 20% por 4 años (medidas emergentes)	$2,634,308.00
Mano de obra y herramienta necesaria para reforestar	$1,144,749.25
Mantenimiento (por 5 años)	$2,573,119.00
Total	**$9,645,061.25**
Total, con IVA (16%)	**$11,188,271.05**

XIV Bibliografía

Azagra, A. & Río, J. (2012). Los riegos de apoyo y de socorro en repoblaciones forestales. *Foresta. Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales*, 32-44 pp.

CONAFOR. (2010). *Prácticas de reforestación, manual básico*. Obtenido de Comisión Nacional Forestal.

CONAFOR. (2023). *ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para la compensación ambiental por cambio de usode suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.* México: Diario Oficial de la Federación.

CV. (2025). *Acciones de manejo posterior a la plantación de árboles*. Obtenido de Ciudades Verdes: https://ciudadesverdes.com/estandares-tecnicos/paisajismo/plantacion-de-arboles/post-plantacion/

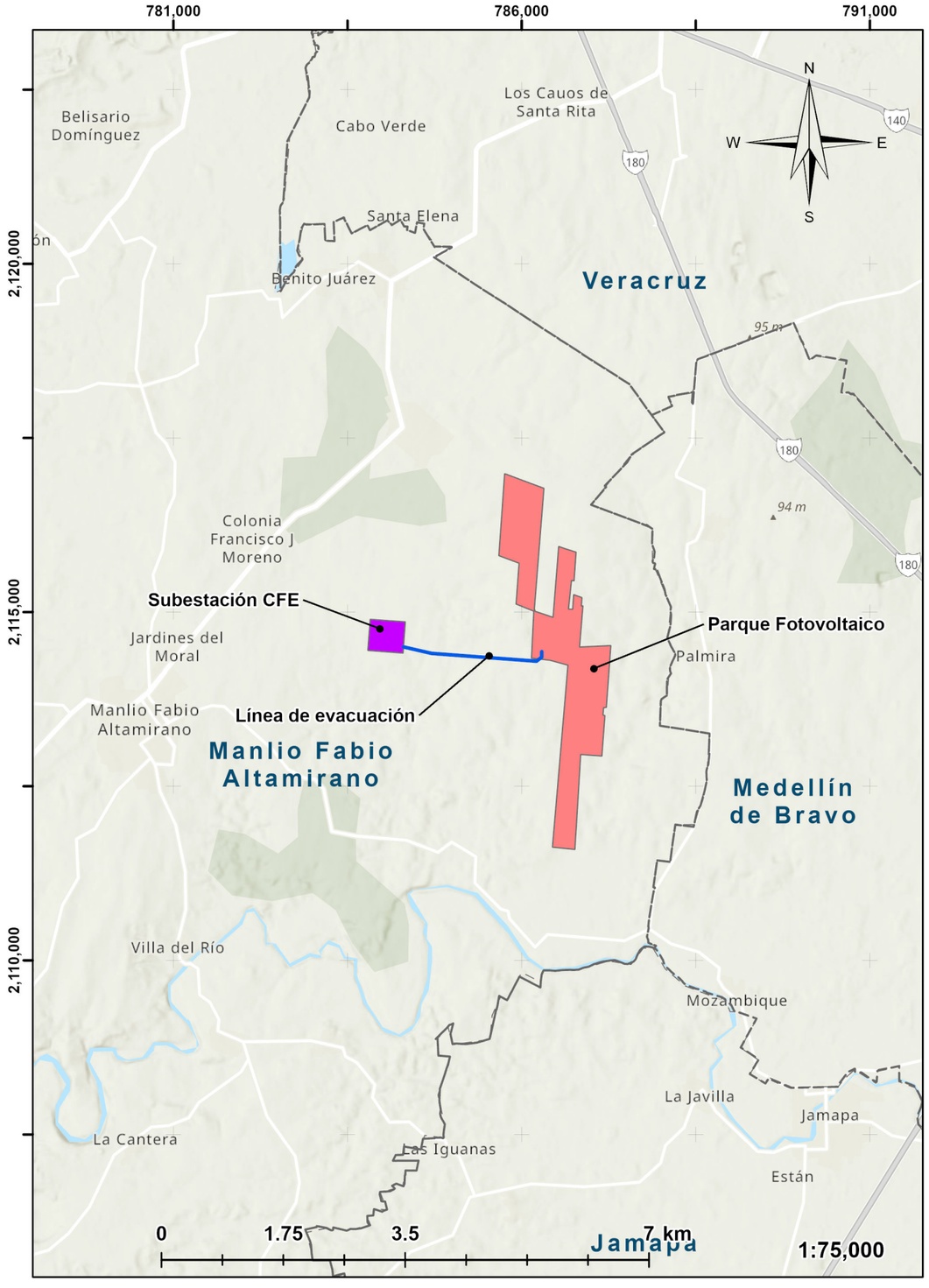
Gómez-Pompa, A. K.-C. (2010). *Atlas de la flora de Veracruz. Un ppatrimonio natural en peligro.* México: Universidad Vercruzana. Gobierno de Veracruz.

Muñoz, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 1-77 pp.

SEDEMA. (7 de Julio de 2026). *VIVERO "VERGARA-TARIMOYA"*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente: https://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/desarrollo-forestal/vivero-vergara-tarimoya/







SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico
- Subestación Existente de CFE
- Línea de Evacuación

DIVISIÓN POLÍTICA

- Límite Municipal

MAPA A01 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, 2025

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

1,416,000 1,418,000 1,420,000 1,422,000

2,136,000 2,134,000 2,132,000

Instalaciones Provicionales

Paneles Solares

Restricción CFE

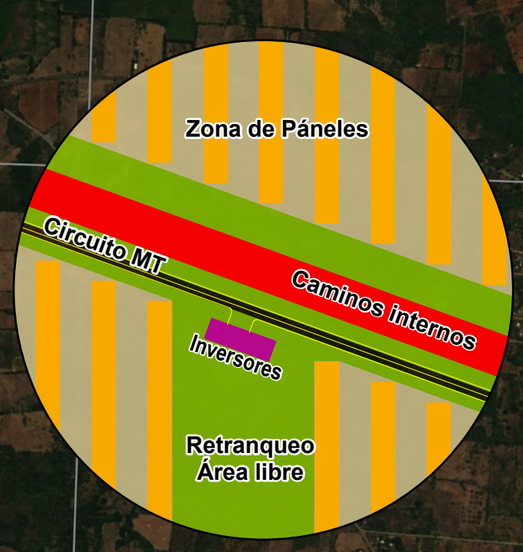
Subestación Eléctrica de CFE Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional

Derecho de Vía Línea de evacuación

BESS

Vallado Perimetral

Restricción por Corriente de Agua



ACERCAMIENTO ÁREAS

1:25,000

0 0.75 1.5 3 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Vallado
- Perímetral Vallado
- Retranqueo Área Líbre
- Paneles
- Instalaciones Provisionales
- Inversores
- Restricción LT
- Restricción hidrológica
- Subestación Elevadora
- Derecho de vía LT
- Subestación de maniobra CFE "Manlio Fabio"
- BESS
- Caminos
- Circuitos MT
- Línea de evacuación

MAPA A02 julio 16, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CONSTRUCTIVO SOBRE ORTOFOTO

760,000

780,000

800,000

2,120,000

2,100,000

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- REGIÓN ECOLÓGICA

MAPA A03.1 julio 8, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

REGIÓN ECOLÓGICA

780,000
782,000
784,000
786,000
788,000
790,000
792,000

2,118,000
2,116,000
2,114,000
2,112,000
2,110,000

1:40,000
0 1 2 4 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- ÁREA DE INFLUENCIA

MAPA A03 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

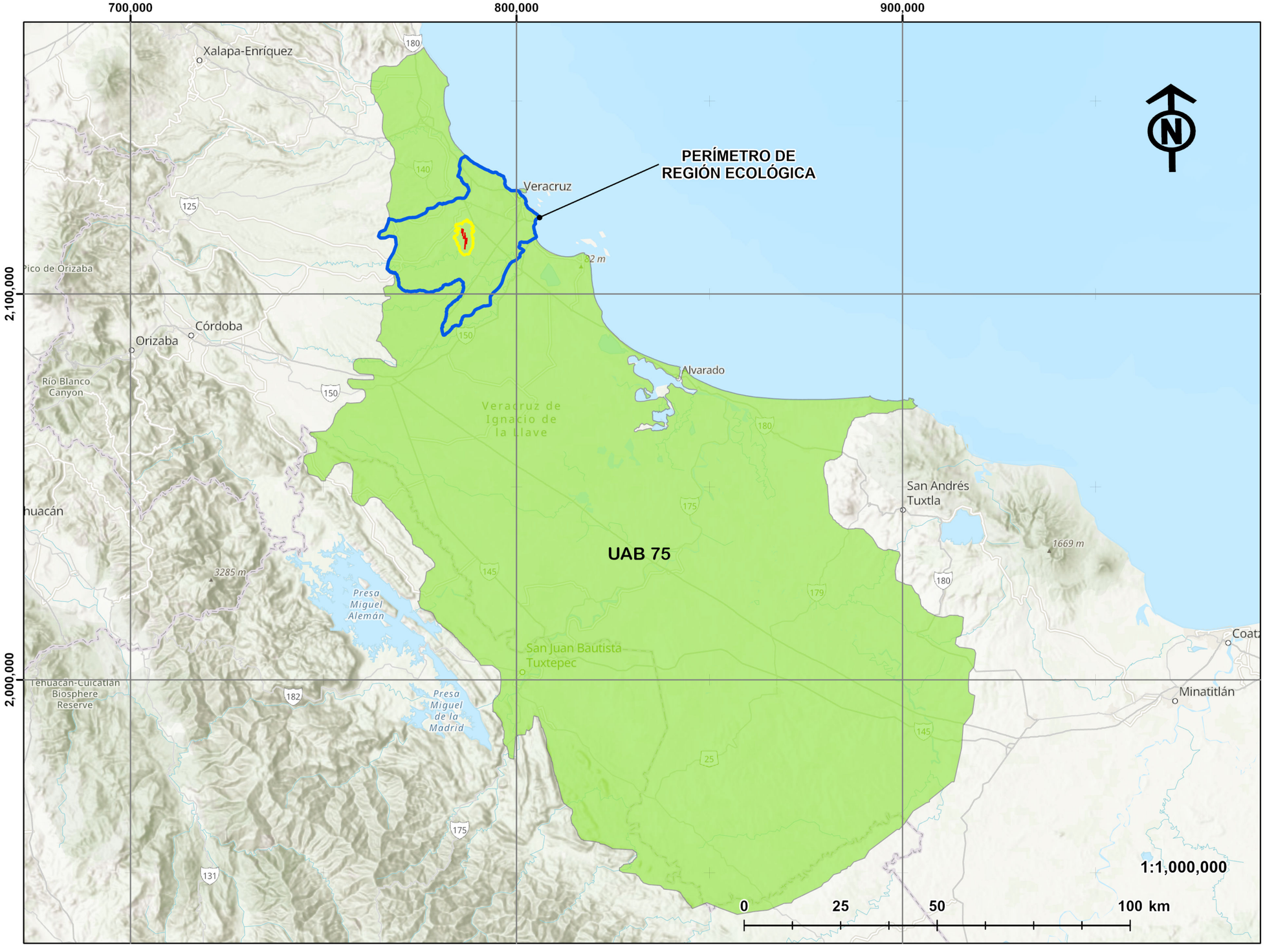
FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

ÁREA DE INFLUENCIA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Área de Influencia
- Región Ecológica

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA (UAB)

- UAB 75, Llanura Costera Veracruzana Norte, Politica de Restauración y Aprovechamiento Sustentable

MAPA A04 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

760,000

780,000

800,000

2,120,000

2,100,000

UGA 37

UGA 39

UGA 40

UGA 41

UGA 42

UGA 43

PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Área de Influencia
- Región Ecológica

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN REGIÓN ECOLÓGICA (UGAS)

- UGA 37
- UGA 39
- UGA 40
- UGA 41
- UGA 42
- UGA 43
- UGAS

MAPA A05 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

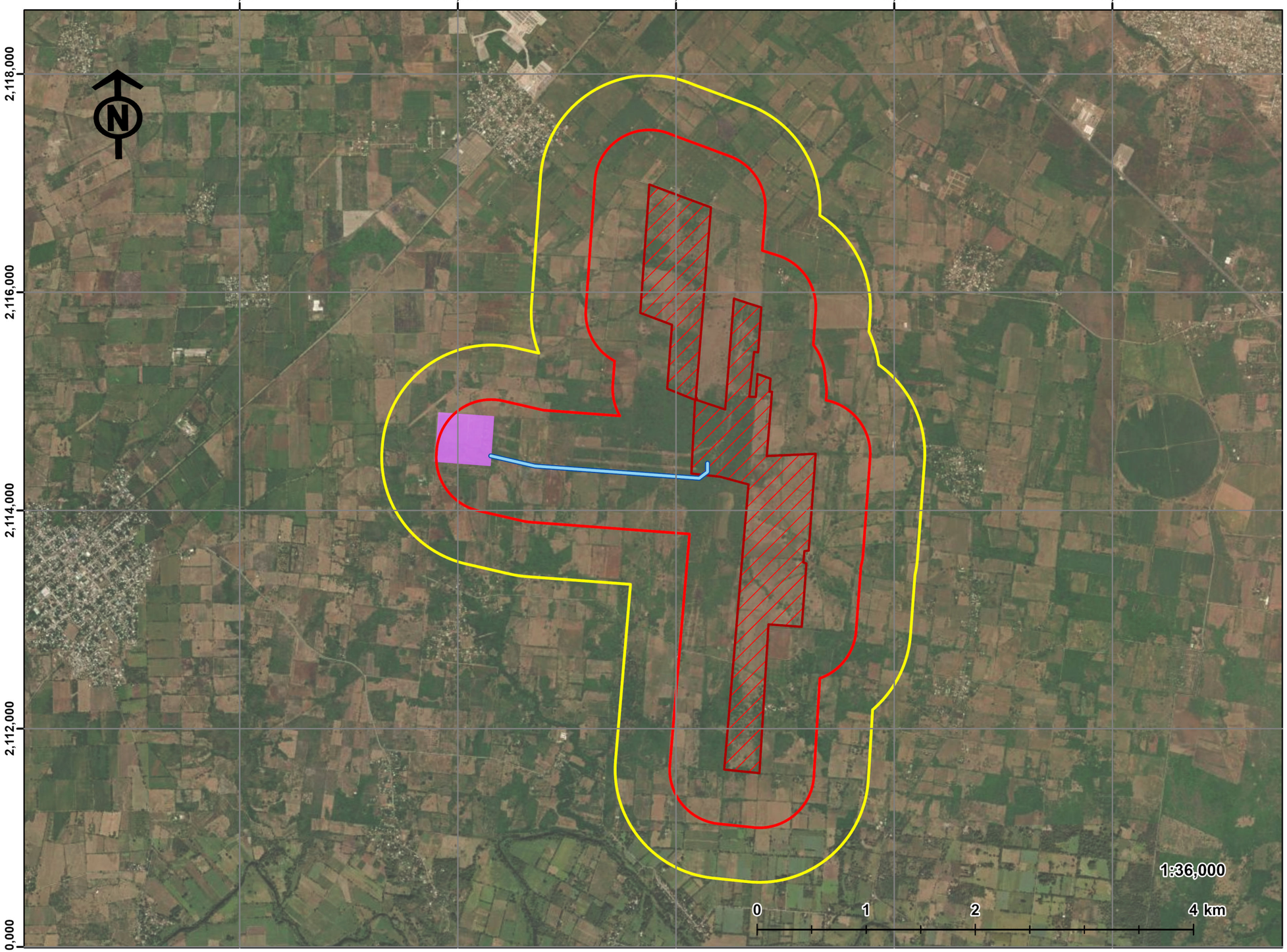
FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO MARINO DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN

CRITERIOS, RADIOS DE INFLUENCIA

- Ruido y Dispersión de Emisiónes a la atmosfera
- Paisaje Visual 1,000m

MAPA AI01 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

ÁREA DE INFLUENCIA
CRITERIOS
RADIOS DE INFLUENCIA

782,000
784,000
786,000
788,000
790,000
2,118,000
2,116,000
2,114,000
2,112,000
1:35,000
0
1
2
4 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN

CRITERIO MICROCUENCA

- Nanocuenca 1
- Nanocuenca 2
- Nanocuenca 3
- Nanocuenca 4
- Nanocuenca 5
- Microcuenca 6
- Corriente de agua intermitente

MAPA AI01 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

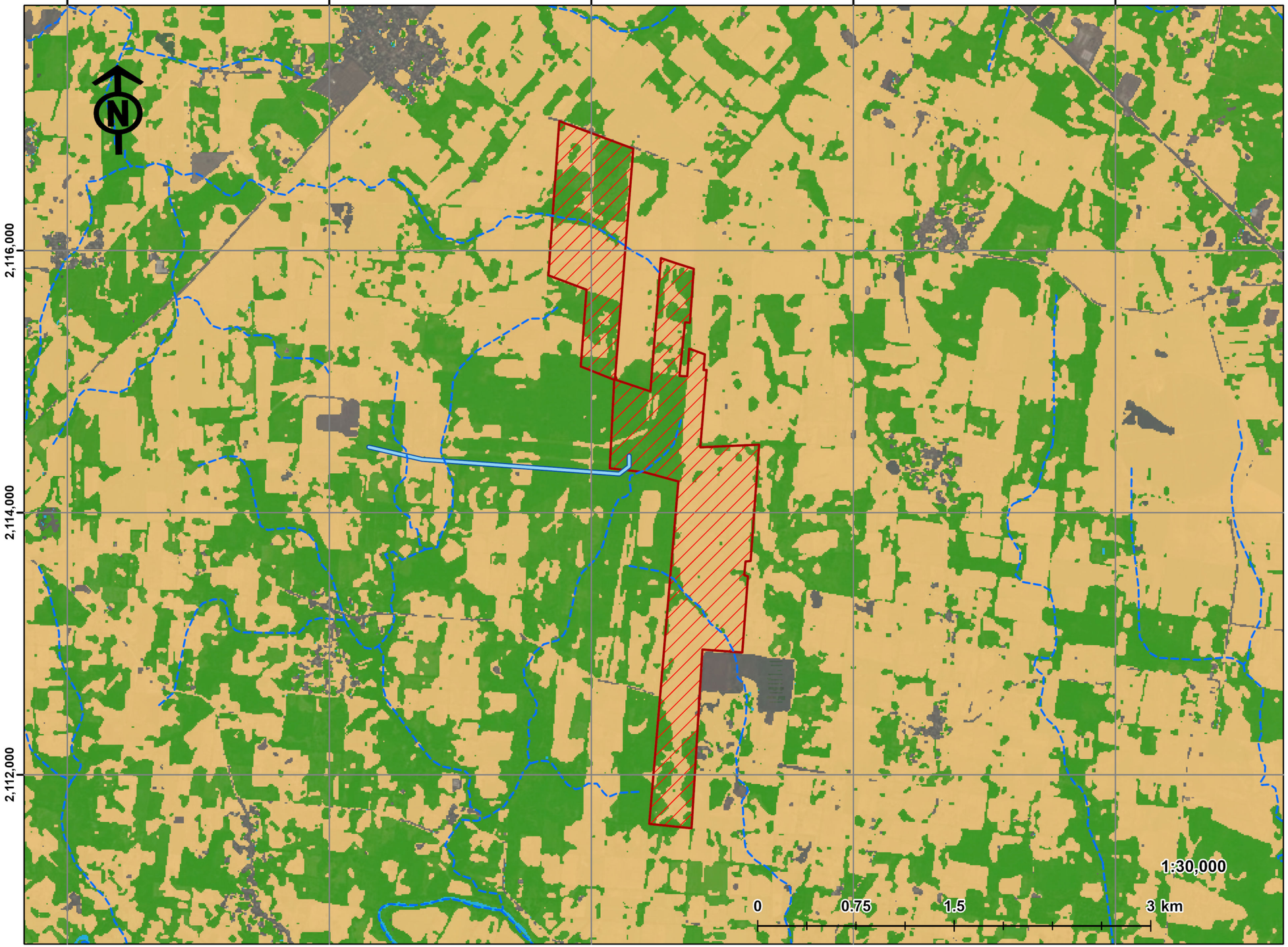
FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

ÁREA DE INFLUENCIA
CRITERIOS
RADIOS DE INFLUENCIA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN

USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- Vegetación Secundaria de Selva Baja
- Pastizal Inducido
- Construido Urbano y Rural
- Cuerpo de Agua

MAPA AI03 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

782,000
784,000
786,000
788,000
790,000

2,118,000
2,116,000
2,114,000
2,112,000

Mata Loma
El Porvenir
Francisco
J. Moreno
Mata Corderos
Cedral
Cerro
del Maíz
Palmira
El Espinal
de Ceballos
Manlio Fabio
Altamirano
Gustavo
Suárez
(Santa Ana)
Felipe
Carrillo
Puerto

1:34,154
0 1 2 4 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN

CRITERIOS, RADIOS DE INFLUENCIA

- Ruido y Dispersión de Emisiónes a la atmosfera
- Paisaje Visual 1,000m
- Localidades
- Vialidades

MAPA AI04 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

ÁREA DE INFLUENCIA
CRITERIO CENTROS DE POBLACIÓN
Y RED VIAL

780,000 782,000 784,000 786,000 788,000 790,000 792,000

2,118,000 2,116,000 2,114,000 2,112,000 2,110,000

Mata Loma
El Porvenir
Cedral
Francisco J. Moreno
Mata Corderos
Cerro del Maíz
Palmira
El Espinal de Ceballos
Manlio Fabio Altamirano
Gustavo Suárez (Santa Ana)
Felipe Carrillo Puerto

1:42,458

0 1.25 2.5 5 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico vallado perimetral
- Línea de evacuación
- Área de Influencia

CRITERIOS, RADIOS DE INFLUENCIA

- Ruido y Dispersión de Emisiónes a la atmosfera
- Paisaje Visual 1,000m
- Localidades
- Vialidades

Microcuencas

- Microcuenca 1
- Microcuenca 2
- Microcuenca 3
- Microcuenca 4
- Microcuenca 5
- Microcuenca 6
- corriente de agua intermitente

MAPA AI05 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CRITERIOS QUE DELIMITAN EL ÁREA DE INFLUENCIA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000

2,130,000 2,120,000 2,110,000 2,100,000 2,090,000

Aw1 Aw2 Awo

Pureza Vargas Paso de Ovejas Puente Paso San Juan Veracruz Los Cauos de Santa Rita Manlio Fabio Altamirano Soledad de Doblado Jamapa Boca del Río La Laguna, Monte del Castillo Los Robles

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

TIPO DE CLIMA

Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22§C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C.

- Aw1, Precipitacion del mes mas seco menor de 60 mm; lluvias de verano con indice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de luvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw2, Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con indice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Awo, Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con indice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

MAPA B01 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

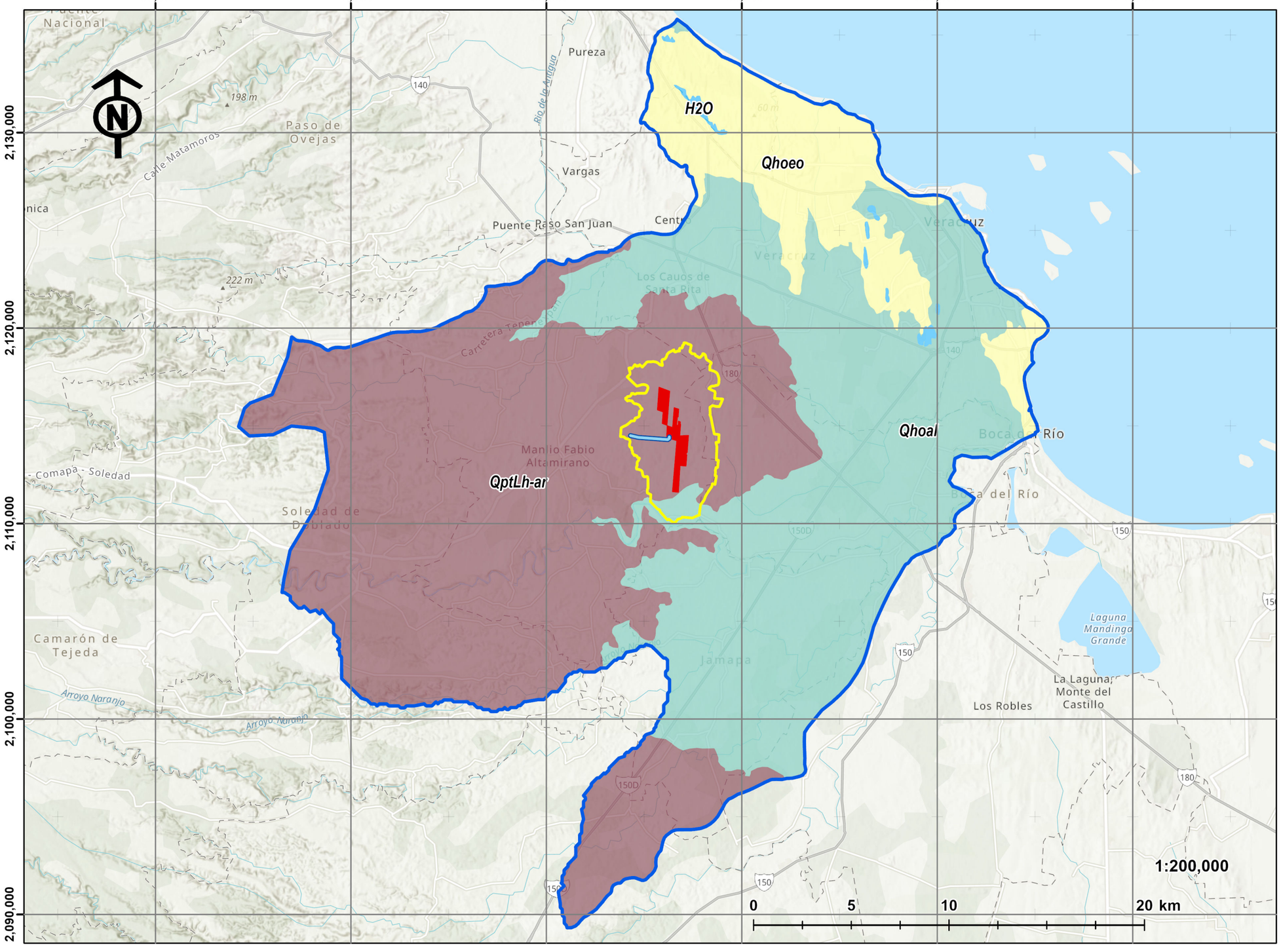
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

TIPO DE CLIMA EN REGIÓN ECOLÓGICA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

GEOLOGÍA

CLAVE, LITOLOGÍA, TIPO DE ROCA

- Qhoal, Aluvial,Sedimentaria
- Qhoeo, Eólico,Sedimentaria
- QptLh-ar, Lahar,Extrusiva
- H2O, Cuerpo de Agua

MAPA B02 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

GEOLOGÍA EN REGIÓN ECOLÓGICA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000 2,120,000 2,110,000 2,100,000 2,090,000

SA AR TC VR RG FL LP PH

Pureza Río de la Antigua 198 m 140 Paso de Ovejas Calle Matamoros Vargas Puente Paso San Juan Centro 60 m Veracruz 222 m Los Cauos de Santa Rita Carretera Tenene Pan 180 Manlio Fabio Altamirano Soledad Soledad de Doblado Boca del Río 140 150D 150 Laguna Mandinga Grande La Laguna, Monte del Castillo Los Robles El Bayo Jamapa Arroyo Naranjo 180

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

SUELOS

- AR, Arenosol
- FL, Fluvisol
- LP, Leptosol
- PH, Phaeozem
- RG, Regosol
- TC Technosol
- VR, Vertisol
- Superficie de Agua

MAPA B03 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

SUELOS EN REGIÓN ECOLÓGICA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000 2,120,000 2,110,000 2,100,000 2,090,000

PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

DEGRADACIÓN DEL SUELO

TIPO, GRADO, CAUSA

- Degradación física por compactación, Ligero, Sobrepastoreo
- Degradación física por pérdida de la función productiva, Extremo, Urbanización
- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán, Ligero, Actividades agrícolas
- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán, Moderado, Actividades agrícolas

MAPA B04 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

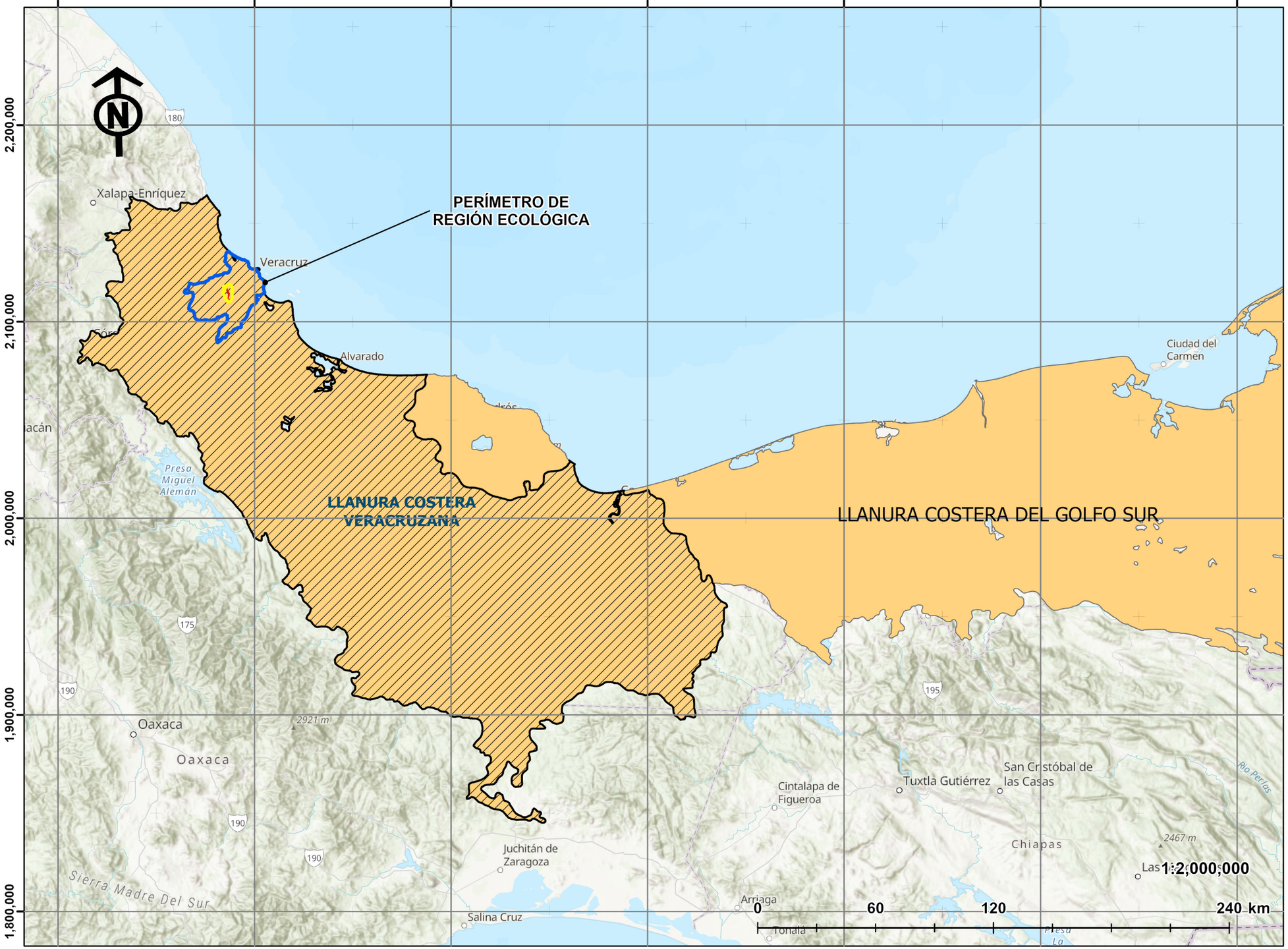
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

DEGRADACIÓN DEL SUELO EN REGIÓN ECOLÓGICA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Área de Influencia
- Región Ecológica

FISIOGRAFÍA

- Provincia Fisiografiica Llanura Costera del Golfo Sur
- Subprovincia Fisiografica Llanura Costera Veracruzana

MAPA B05 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

FISIOGRAFÍA EN REGIÓN ECOLÓGICA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000
2,120,000
2,110,000
2,100,000
2,090,000

Pureza
Río de la Antigua
198 m
140
Paso de Ovejas
Calle Matamoros
Vargas
Puente Paso San Juan
Centro
222 m
Los Cauos de Santa Rita
Carretera Tenenepan
180
Veracruz
Veracruz
H2O
60 m
500-0/02
205-0/01
Manlio Fabio Altamirano
Boca del Río
Boca del Río
PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA
Soledad
Soledad de Doblado
150D
150
Laguna Mandinga Grande
La Laguna, Monte del Castillo
Los Robles
El Bayo
Arroyo Naranjo
Jamapa
180
1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

TOPOFORMAS

DESCRIPCION, CLAVE

- LLANURA ALUVIAL COSTERA, 500-0/02
- LOMERÍO CON LLANURAS, 205-0/01
- CUERPO DE AGUA, H2O

MAPA B06 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

TOPOFORMAS EN REGIÓN ECOLÓGICA

784,000
786,000
788,000
790,000
2,116,000
2,114,000
2,112,000
N
1:25,000
0
0.75
1.5
3 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Paneles
- Subestación Elevadora
- Subestación de Maniobras CFE
- Región Ecológica

HIDROLOGÍA

Orden de Corrientes Intermitentes

1 2 3 4 5 6

RH28 PAPALOAPAN, CUENCA RÍO JAMAPA Y OTROS

- Subcuenca Río Jamapa
- Subcuenca Río San Francisco Puerto de Veraruz

MAPA B07.1 julio 13, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA CONAGUA, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN ÁREA DE PROYECTO

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000 2,120,000 2,110,000 2,100,000 2,090,000

LAGUNA COLORADA
LAGUNA SAN JULI
LAGUNA SAN JULIHN
RIO GRANDE
RIO MEDIO
LAGUNA LAGARTOS
LAGUNA LAS CONCHAS
CANAL TENEXPA
CANAL SIFEN DE LA LIMA
RÍO PASO LIMÓN
RÍO CHIQUITO
ARIOYO LA TINAJA
ARIOYO RAYA DEL GUAJE
ARIOYO PASO LOS GATOS
RIO JAMAPA
RIO JAMEPA
RIO JAMVPA
ARIOYO EL CIRUELO
ARIOYO EL CALZONCILLO
ARIOYO LA RAYA GRANDE
LAGUNA LA POMPAL
LAGUNA EL PEROL
CANAL EL RINCÓN
RIO PASO NARANJO
RIO IXCOALCO
ARIOYO PASO NARANJO
ARIOYO EL ESTERO
ARIOYO EL GUASIMAL
LAGUNA SAN MARTAN
LAGO CIENEGA CABRITO
LAGUNA LOS MATEO
LAGUNA DEL TORO
ARIOYO SAN ANTONIO
LAGUNA LA MAROMERA
ARIOYO SOYOLAPA
RIO PUENTE MORENO
LAGUNA LA REDONDA
ARIOYO EL JIOTE
RIO HORCONES
LAGUNA MANDINGA GRANDE
ARIOYO EL SALADO
LAGUNA LA PALMA
LAGUNA EL BAYO
LAGUNA MATA SONDA
LAGUNA EL CORTE
LAGUNA EL PURGATORIO
ARIOYO LA PIEDRA
LAGUNA MATE GUAYABO
PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA
Pureza
Paso de Ovejas
Vargas
Puente Paso San Juan
Veracruz
Los Robles
Manlio Fabio Altamirano
Soledad de Doblado
198 m
222 m
Calle Matamoros
Río de la Antigua

1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

HIDROLOGÍA

Orden de Corriente

1 2 3 4 5 6

- Cuerpo de Agua

RH28 PAPALOAPAN, CUENCA RÍO JAMAPA Y OTROS

- Subcuenca Río Jamapa
- Subcuenca Río San Francisco Puerto de Veraruz

MAPA B07 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA CONAGUA, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN REGIÓN ECOLÓGICA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000
2,120,000
2,110,000
2,100,000
2,090,000

PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA

1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

ACUÍFEROS

- Costera de Veracruz,Sin disponibilidad
- Cotaxtla,Sin disponibilidad

ZONA DE VEDA

- Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la cuenca del Río Jamapa, cuya extensión y límites geopolíticos corresponden a los municipios de Veracruz, Boca del Río y otros, en el E

APROVECHAMIENTO USO

- Noria, Uso Potable
- Pozo, Uso Potable

MAPA B08 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

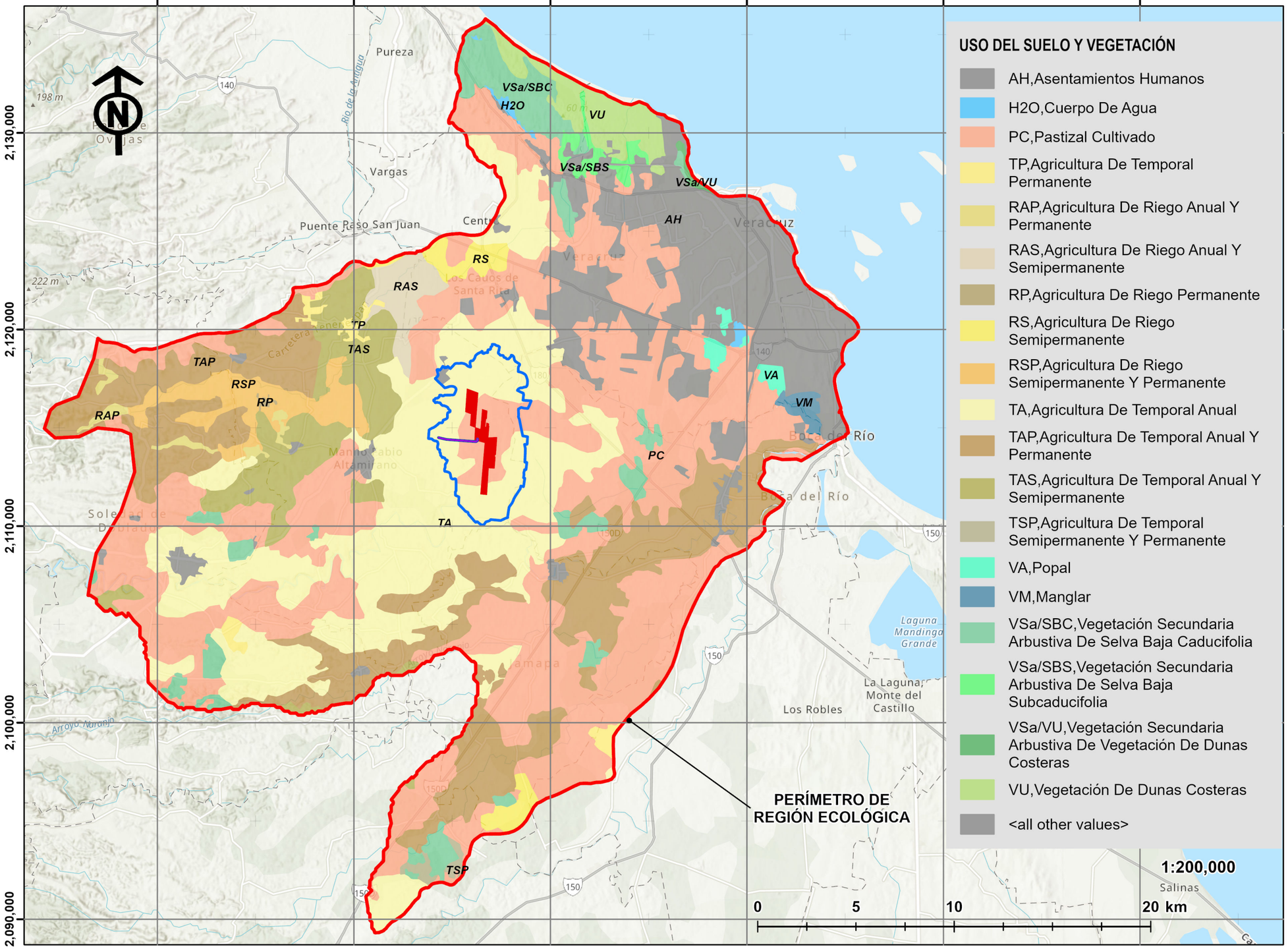
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
CONAGUA, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA EN REGIÓN ECOLÓGICA



USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- AH,Asentamientos Humanos
- H2O,Cuerpo De Agua
- PC,Pastizal Cultivado
- TP,Agricultura De Temporal Permanente
- RAP,Agricultura De Riego Anual Y Permanente
- RAS,Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente
- RP,Agricultura De Riego Permanente
- RS,Agricultura De Riego Semipermanente
- RSP,Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente
- TA,Agricultura De Temporal Anual
- TAP,Agricultura De Temporal Anual Y Permanente
- TAS,Agricultura De Temporal Anual Y Semipermanente
- TSP,Agricultura De Temporal Semipermanente Y Permanente
- VA,Popal
- VM,Manglar
- VSa/SBC,Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia
- VSa/SBS,Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Subcaducifolia
- VSa/VU,Vegetación Secundaria Arbustiva De Vegetación De Dunas Costeras
- VU,Vegetación De Dunas Costeras
- <all other values>

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

MAPA B9.1 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN REGIÓN ECOLÓGICA

780,000 782,500 785,000 787,500 790,000 792,500

2,117,500

2,115,000

2,112,500

2,110,000

TP

RAS

AH

TAS

RSP

PC

TA

VSa/SBC

0 1 2 4 km

1:40,000

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- AH,Asentamientos Humanos
- PC,Pastizal Cultivado
- TP,Agricultura De Temporal Permanente
- RAS,Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente
- RSP,Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente
- TA,Agricultura De Temporal Anual
- TAP,Agricultura De Temporal Anual Y Permanente
- TAS,Agricultura De Temporal Anual Y Semipermanente
- VSa/SBC,Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia

MAPA B9.2 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN ÁREA DE INFLUENCIA

782,500
785,000
787,500
790,000
2,115,000
2,112,500

AH
PC
TA
ÁREA DE PROYECTO

1:24,907
0 0.75 1.5 3 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- AH,Asentamientos Humanos
- PC,Pastizal Cultivado
- TA,Agricultura De Temporal Anual

MAPA B9.3 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN ÁREA DE PROYECTO

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000

2,130,000 2,120,000 2,110,000 2,100,000 2,090,000

RTP Dunas costeras del centro de Veracruz

PROYECTO

11.33km

PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA

Puente Nacional
Pureza
Río de la Antigua
198 m
Paso de Ovejas
Carlle Matamoros
Vargas
Puente Paso San Juan
Centro
Veracruz
222 m
Los Cauos de Santa Rita
Carretera Tenenexpan
Manlio Fabio Altamirano
Boca del Río
Soledad de Doblado
Camarón de Tejeda
Arroyo Naranjo
Jamapa
Laguna Mandinga Grande
La Laguna, Monte del Castillo
Los Robles
140
180
150D
150

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica
- Distancia al proyecto

MAPA C02 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

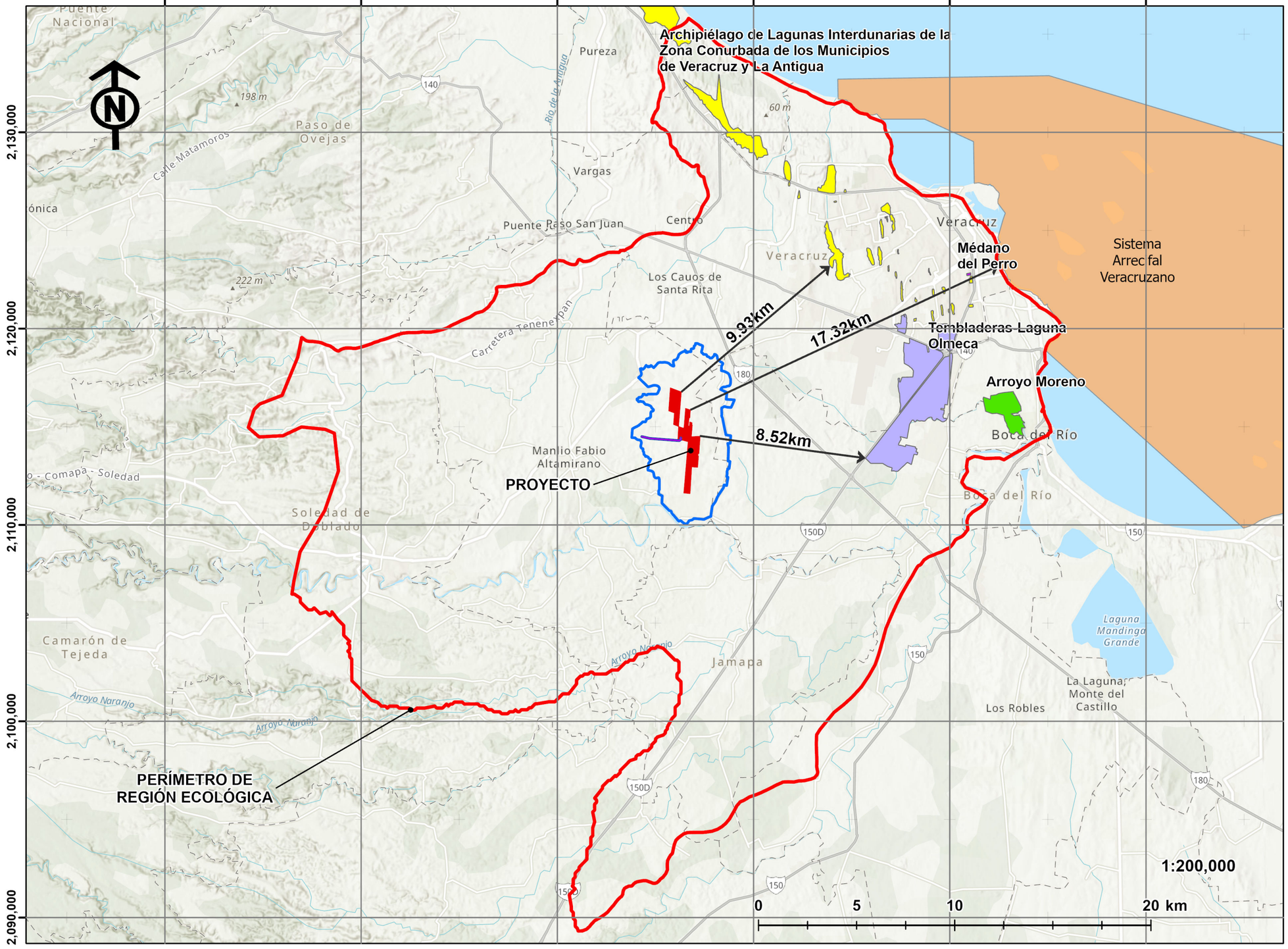
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROYECTO RESPECTO A REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

ÁREA NATURAL PROTEGIDA FEDERAL

- Sistema Arrecifal Veracruzano

ÁREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL

- Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua
- Arroyo Moreno
- Médano del Perro
- Tembladeras-Laguna Olmeca
- Distancia al proyecto

MAPA C03 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROYECTO RESPECTO A ÁREA NATURAL PROTEGIDA

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000

2,130,000
2,120,000
2,110,000
2,100,000
2,090,000

AICA CENTRO
DE VERACRUZ

PROYECTO

PERÍMETRO DE
REGIÓN ECOLÓGICA

Pureza
Paso de Ovejas
Vargas
Puente Paso San Juan
Veracruz
Los Cauos de Santa Rita
Manlio Fabio Altamirano
Boca del Río
Camarón de Tejeda
Arroyo Naranjo
Jamapa
Laguna Mandinga Grande
La Laguna, Monte del Castillo
Los Robles

1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ÁVES

- Centro de Veracruz

MAPA C04 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

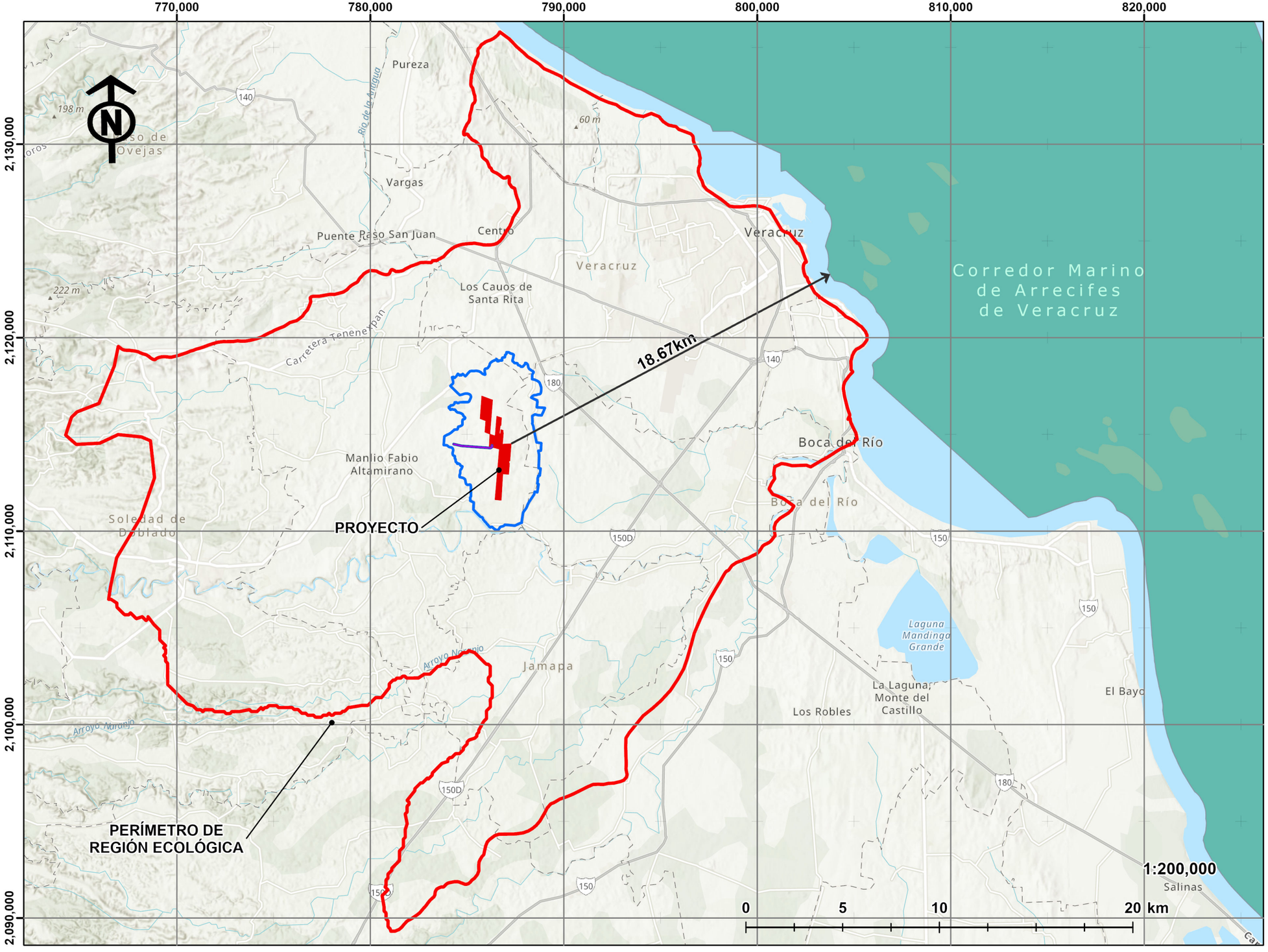
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ÁVES



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

CORREDOR BIOLÓGICO MARINO

- Corredor Marino de Arrecifes de Veracruz
- Distancia al proyecto

MAPA C05 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

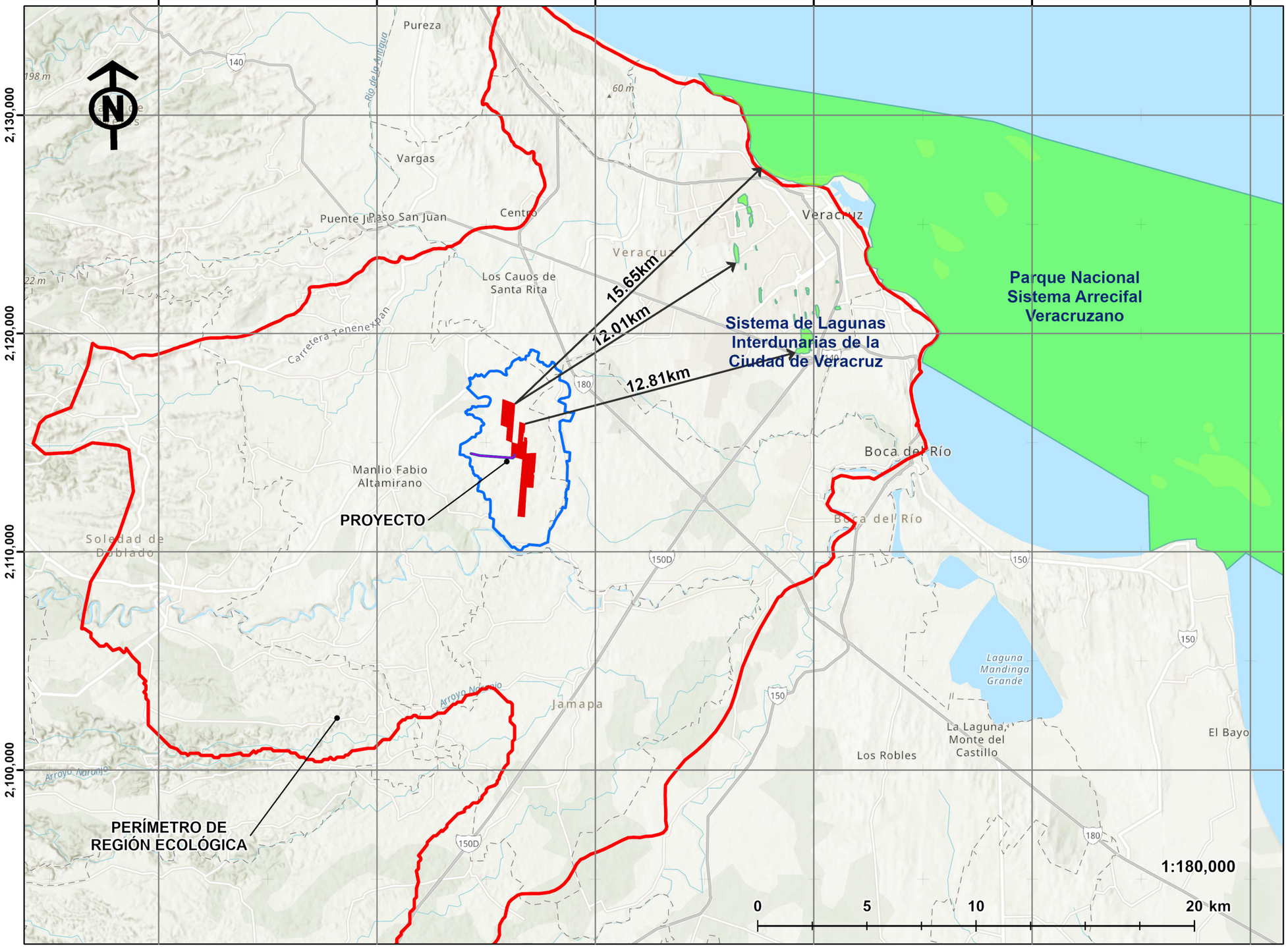
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CORREDOR BIOLÓGICO



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

SITIOS RAMSAR

- Sitios
- Distancia al proyecto

MAPA C06 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

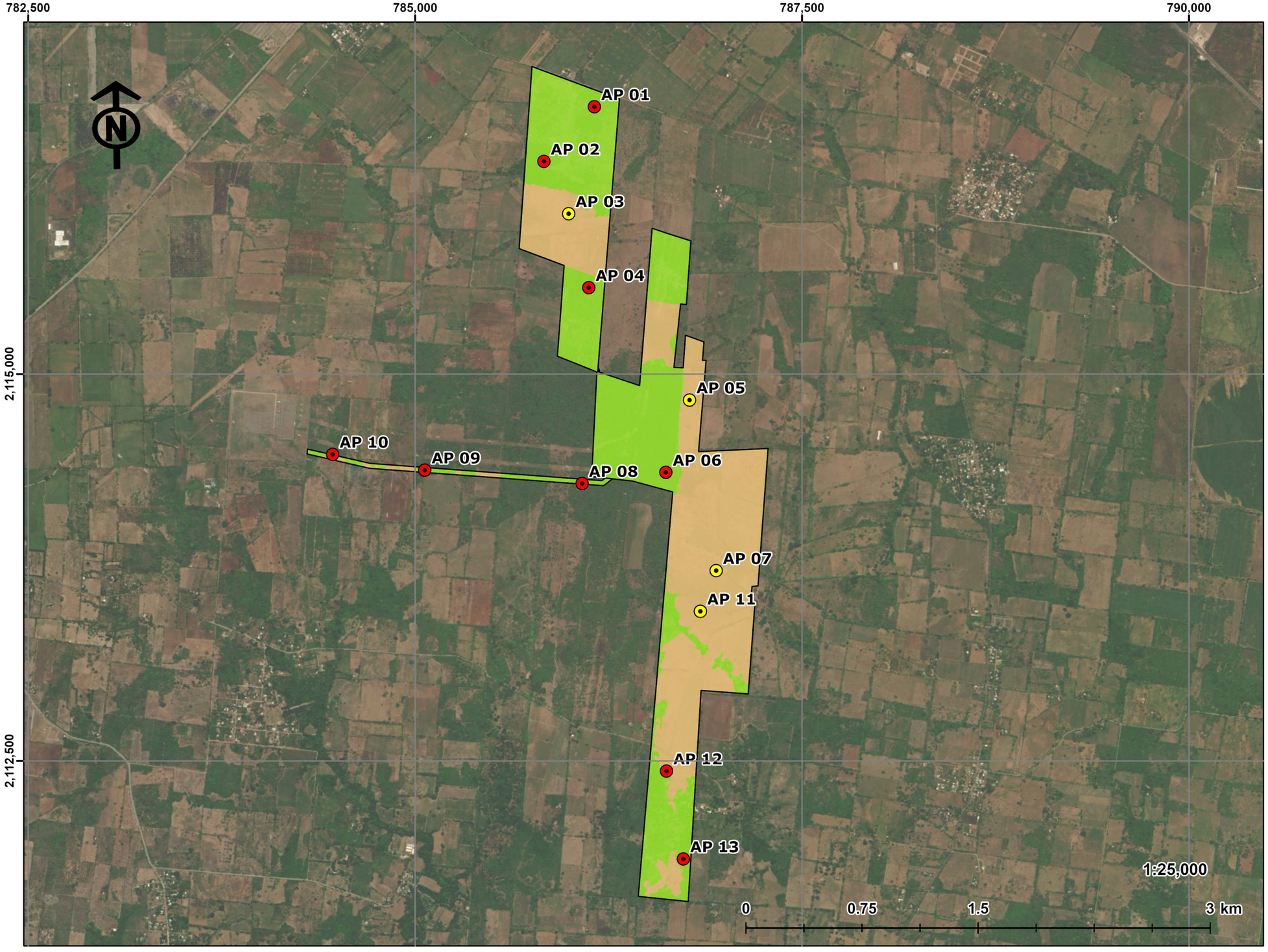
FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

SITIOS RAMSAR



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Polígono Envolvente

SITIOS DE MUESTREO

- Pastizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

CLASIFICACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- Pstizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja

MAPA D01 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

**SITIOS DE MUESTREO
USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN
EN ÁREA DEL PROYECTO**

780,000 782,500 785,000 787,500 790,000 792,500

2,117,500

2,115,000

2,112,500

2,110,000

AI 01
AI 02
AI 03
AI 04
AI 05
AI 06
AI 07
AI 08
AI 09
AI 10
AI 11
AI 12
AI 13

1:40,000

0 1 2 4 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia

SITIOS DE MUESTREO

- Pastizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- Pastizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja
- Construido
- Agua

MAPA D02 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

**SITIOS DE MUESTREO
USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN
EN ÁREA DE INFLUENCIA**

780,000 785,000 790,000 795,000 800,000

2,120,000 2,115,000 2,110,000 2,105,000

ER 13 ER 12 ER 01 ER 11 ER 02 ER 03 ER 10 ER 04 ER 05 ER 09 ER 06 ER 07 ER 08

0 2.25 4.5 9 km

1:80,000

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

CLASIFICACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Pastizal Cultivado
- Construido
- Agua

SITIOS DE MUESTREO

- Pastizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia

MAPA D03 julio 1, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

SITIOS DE MUESTREO EN REGION ECOLÓGICA

760,000
780,000
800,000
2,120,000
2,100,000
Puente Nacional
Pureza
Río de la Antigua
198 m
Paso de Ovejas
140
Calle Matamoros
60 m
Vargas
Puente Paso San Juan
Centro
Veracruz
Veracruz
222 m
Los Cauos de Santa Rita
Carretera Tenenexpan
180
140
Manlio Fabio Altamirano
Boca del Río
Boca del Río
Soledad de Doblado
150D
150
Camarón de Tejeda
Arroyo Naranjo
Jamapa
Laguna Mandinga Grande
La Laguna
Monte del Castillo
Los Robles
Arroyo Naranjo
150D
180
150
150
1:200,000
0
5
10
20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- Área de Influencia
- Región Ecológica

PUEBLOS CON POBLACIÓN HABLANTE DE LENGUA INDÍGENA

- Chinanteco
- Huasteco
- Huave
- Maya
- Mazateco
- Mixe
- Mixteco
- Náhuatl
- Otomí
- Totonaco
- Tseltal
- Zapoteco

MAPA E01 julio 9, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PUEBLOS INDíGENAS

760,000
780,000
800,000
2,120,000
2,100,000

Puente Nacional
Pureza
Río de la Antigua
198 m
140
Paso de Ovejas
Calle Matamoros
60 m
Vargas
Puente Paso San Juan
Centro
Veracruz
Veracruz
222 m
Los Cauos de Santa Rita
Carretera Tenenexpan
180
140
Manlio Fabio Altamirano
Boca del Río
Boca del Río
Soledad de Doblado
150D
150
Laguna Mandinga Grande
Camarón de Tejeda
Arroyo Naranjo
Jamapa
La Laguna, Monte del Castillo
Los Robles
Arroyo Naranjo
Arroyo Naranjo
150D
180
150
150
150

1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- PARQUE FOTOVOLTAICO VALLADO PERIMETRAL
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- Área de Influencia
- Región Ecológica

PUEBLOS CON POBLACIÓN HABLANTE DE LENGUA INDÍGENA

- Localidad con menos de 40% de población hablante
- Localidad con mas del 40% de población hablante
- Localidad de Interes

MAPA E02

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

PUEBLOS INDíGENAS TIPO DE LOCALIDAD

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

782,500 785,000 787,500 790,000

2,115,000

2,112,500

AP-1 AP-2 AP-3 AP-4 AP-5 AP-6 AP-7 AP-8 AP-9 AP-10 AP-11 AP-12 AP-13

1:25,000

0 0.75 1.5 3 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

Polígono Envolvente

SITIOS DE MUESTREO

Coordenada inicial

Coordenada final

Fauna_Transectos line

CLASIFICACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

Pstizal Inducido

Vegetación Secundaria de Selva Baja

MAPA F01 julio 16, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

MUESTREO DE FAUNA
TRANSECTOS
EN ÁREA DEL PROYECTO

780,000 782,500 785,000 787,500 790,000 792,500

2,117,500

2,115,000

2,112,500

2,110,000

AI-1 AI-2 AI-3 AI-4 AI-5 AI-6 AI-7 AI-8 AI-9 AI-10 AI-11 AI-12 AI-13

1:42,458

0 1.25 2.5 5 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Polígono Envolvente
- Área de Influencia

SITIOS DE MUESTREO

- Coordenada inicial
- Coordenada final
- Fauna_Transectos line

USO ACTUAL DEL SUELO

- Pastizal Inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja
- Construido
- Agua

MAPA F02 julio 16, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

MUESTREO DE FAUNA
TRANSECTOS
EN ÁREA DE INFLUENCIA

780,000 785,000 790,000 795,000

2,120,000

2,115,000

2,110,000

RE-13
RE-12
RE-1
RE-11
RE-2
RE-3
RE-4
RE-5
RE-10
RE-9
RE-6
RE-7
RE-8

1:60,000

0 1.75 3.5 7 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Área de Influencia
- Región Ecológica

SITIOS DE MUESTREO

punto

- Coordenada inicial
- Coordenada final
- Fauna_Transectos line

CLASIFICACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Pastizal Cultivado
- Construido
- Agua

MAPA F03 julio 16, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: DATOS DE CAMPO, JUNIO 2026
COPERNICUS, SENTINEL 2, ABRIL, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

SITIOS DE MUESTREO FAUNA EN REGION ECOLÓGICA

780,000 782,500 785,000 787,500 790,000 792,500

2,120,000
2,117,500
2,115,000
2,112,500
2,110,000

PROYECTO

1:50,000

0 1.5 3 6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

- Cercano 500m
- Medio 1,500m
- Lejano 3,000m

MAPA P01 julio 2, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

780,000
782,500
785,000
787,500
790,000
792,500
2,120,000
2,117,500
2,115,000
2,112,500
2,110,000

Veracruz
Manlio Fabio Altamirano
PROYECTO
Medellín de Bravo
Jamapa

1:50,000
0 1.5 3 6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

- Cercano 500m
- Medio 1,500m
- Lejano 3,000m

VISIBILIDAD

- NO VISIBLE
- VISIBLE

DIVISIÓN POLÍTICA

- Límite Municipal

MAPA P02 julio 2, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

VISIBILIDAD

780,000
785,000
790,000
2,120,000
2,115,000
2,110,000
N
Portezuelo
Benito Juárez
Plan de Oro
El Pozo
Mata Loma
Cedral
La Abeja
Francisco J. Moreno
El Porvenir
El Cedral Dos
Cedral
Mata Corderos
Rancho Moyalica
Rancho Norma
Cerro del Maíz
El Trichoriu
Fortunato (Camino Real)
Palmira
PROYECTO
El Espinal de Ceballos
La Y Griega
El Jícaro
Manlio Fabio Altamirano
Manlio Fabio Altamirano
Gustavo Suárez (Santa Ana)
Saturnino Contreras López
Esteban Marín Espinoza
Felipe Carrillo Puerto
La Martucha
Mata Ortiz
La Venta
Izotillo
Colonia el Espinal de Ceballos
San Rafael
Villa del Río
El Cedralito
El Cuajilote
Mozambique
Colonia el Mango (Anexo de la Cantera)
Loma de Santa María
Loma de Lele
Loma de Lele
La Brecha
Paso Frijol
Paso Solís
1:55,000
0
1.5
3
6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

- Cercano 500m
- Medio 1,500m
- Lejano 3,000m

VISIBILIDAD

- No Visible
- Visible
- Cuenca Visual

RED VÍAL

- Carretera
- Camino
- Vía Ferrea

DIVISIÓN POLÍTICA

- Límite Municipal
- Localidad zona urbana
- Localidad

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

DELIMITACIÓN DE CUENCA VISUAL

777,500
780,000
782,500
785,000
787,500
790,000
792,500

2,120,000
2,117,500
2,115,000
2,112,500
2,110,000

Veracruz
Manlio Fabio Altamirano
PROYECTO
Medellín de Bravo
Jamapa

1:55,000
0 1.5 3 6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

- Cercano 500m

VISIBILIDAD

- NO VISIBLE
- VISIBLE
- Cuenca Visual
- Camino

DIVISIÓN POLÍTICA

- Límite Municipal

MAPA P04 julio 2, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

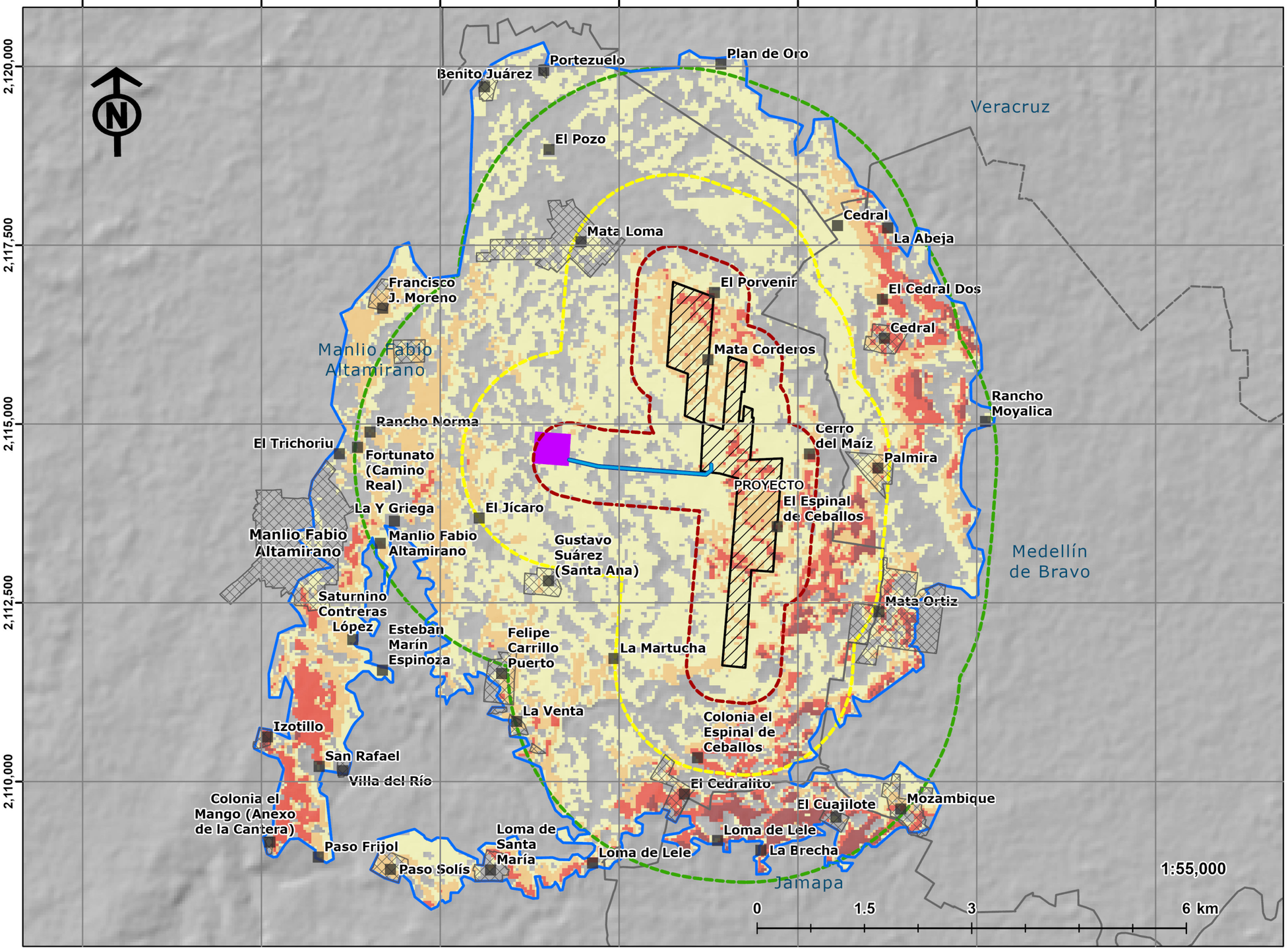
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CUENCA VISUAL



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional

RADIOS DE INFLUENCIA VISUAL

- Cercano 500m
- Medio 1,500m
- Lejano 3,000m

VISIBILIDAD

Porcentaje visual del parque

- No Visible
- 25% del parque
- 50% del parque es visible
- 75% del Parque es visible
- Total del parque visible
- Cuenca Visual
- Localidad zona urbana
- Localidades

DIVISIÓN POLÍTICA

- Límite Municipal

MAPA P05 julio 2, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO "PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

LOCALIDADES EN CUENCA VISUAL

780,000
785,000
790,000
2,120,000
2,115,000
2,110,000
PROYECTO
1:55,000
0
1.5
3
6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional
- Cuenca Visual

UNIDADES DE PAISAJE

- UP01_Agricola y Pecuaria
- UP02_Remanentes de vegetación selvática
- UP03_Aprovechamientos Mixtos

MAPA P06 julio 2, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL
PROYECTO “PARQUE FOTOVOLTAICO ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

UNIDADES DE PAISAJE

780,000

785,000

790,000

2,120,000

2,115,000

2,110,000

PROYECTO

1:55,000

0 1.5 3 6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional
- Cuenca Visual

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL (CAV)

- Baja
- Media Baja

MAPA P07 julio 3, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL
PROYECTO “PARQUE FOTOVOLTAICO ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL

780,000

785,000

790,000

2,120,000

2,115,000

2,110,000

PROYECTO

1:55,000

0 1.5 3 6 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Subestación CFE, punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional
- Cuenca Visual

FRAGILIDAD DEL PAISAJE

- Alta
- Media Alta

MAPA P08 julio 3, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

FRAGILIDAD

787,500

790,000

792,500

2,115,000

2,112,500

PROYECTO
PS ALTAMIRANO

POLÍGONO DE
REFORESTACIÓN

3.636km

108.9440ha

N

1:25,000

0 0.75 1.5 3 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Polígono Envolvente
- Reforestación
- Distancia al Proyecto

MAPA PR01 julio 7, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

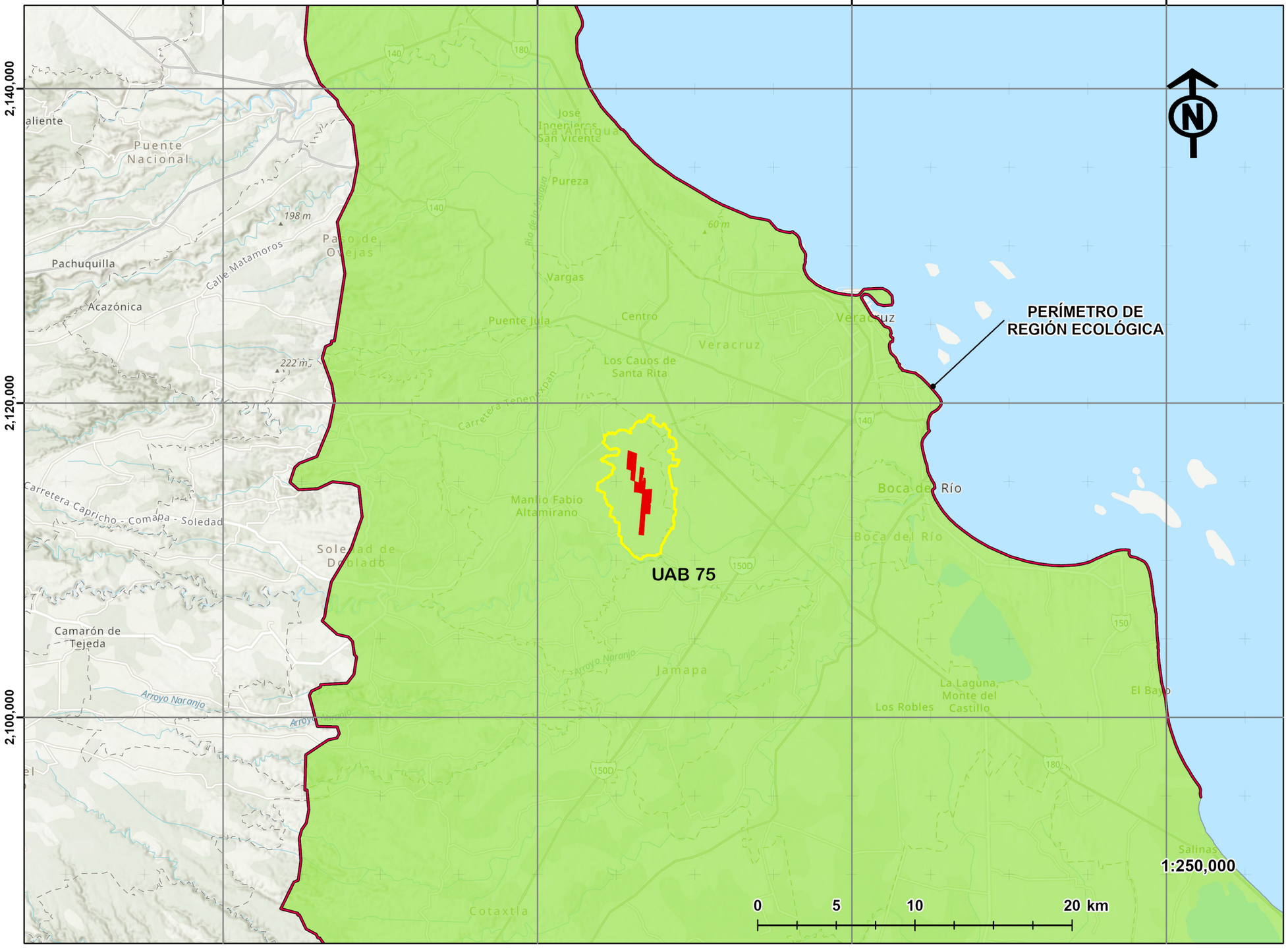
FUENTE: PROPIA

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN
POLÍGONO DE REFORESTACIÓN



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Área de Influencia

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA (UAB)

- UAB 75, Llanura Costera Veracruzana Norte, Politica de Restauración y Aprovechamiento Sustentable

REGIÓN ECOIÓGICA

- Criterio UAB75 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

MAPA RE01 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

REGIÓN ECOLÓGICA CCRITERIO UAB75 POEGT

760,000
780,000
800,000
820,000
2,120,000
2,100,000

UGA 39
UGA 40
UGA 43

1:200,000
0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

Parque Fotovoltaico Perimetral

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN REGIÓN ECOLÓGICA (UGAS)

- UGA 37
- UGA 39
- UGA 40
- UGA 41
- UGA 42
- UGA 43
- UGAS

MAPA RE02 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

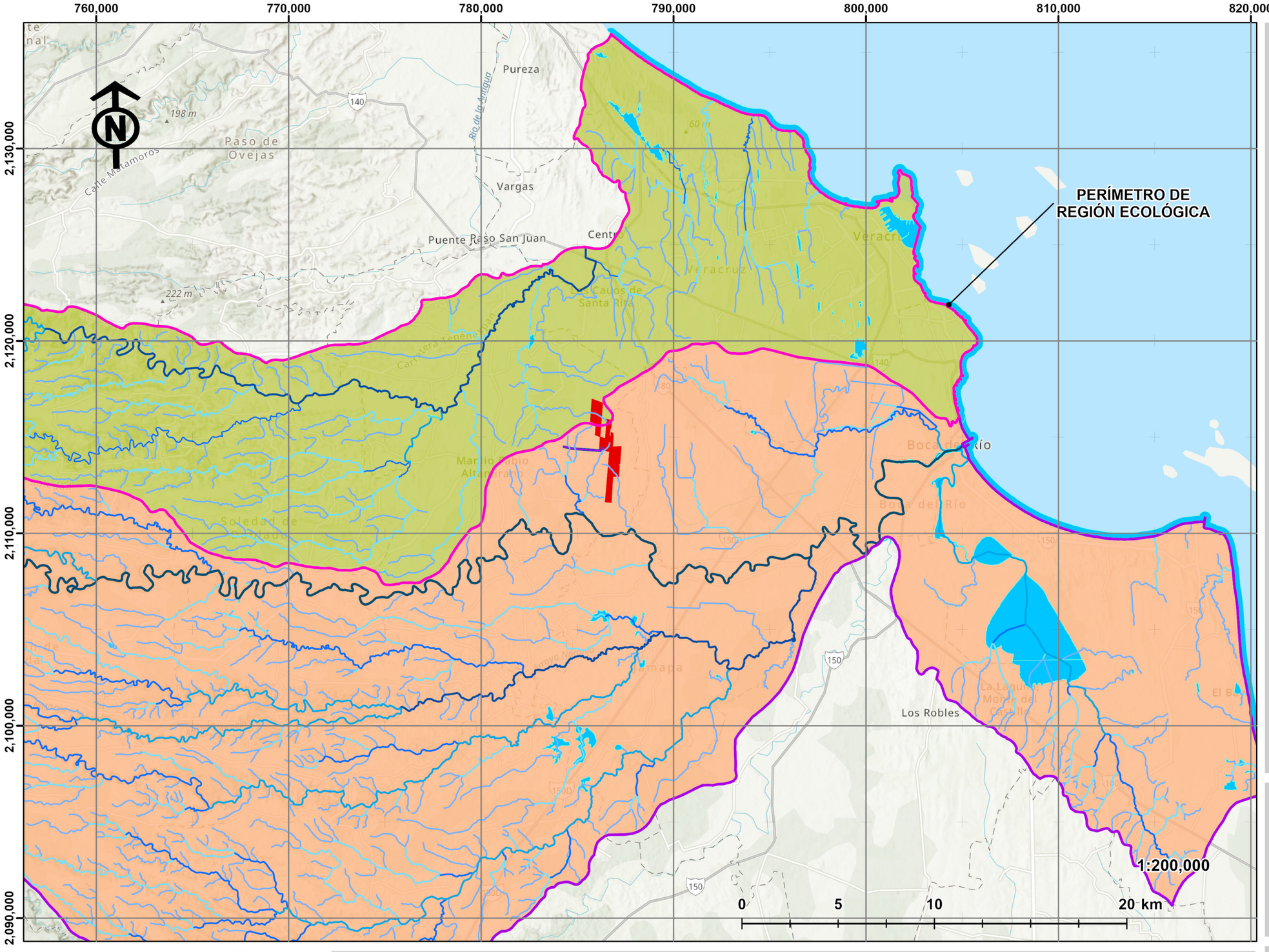
FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO MARINO DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación

HIDROLOGÍA

Orden de Corriente

1 2 3 4 5 6

- Cuerpo de Agua

RH28 PAPALOAPAN, CUENCA RÍO JAMAPA Y OTROS

- Subcuenca Río Jamapa
- Subcuenca Río San Francisco Puerto de Veraruz

REGIÓN ECOLÓGICA

- Criterio Subcuenca RH28Bc Río San Francisco Puerto Veracruz
- Criterio Subcuenca RH28Bb Río Jamapa

MAPA RE03 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA CONAGUA, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

REGIÓN ECOLÓGICA
CRITERIO HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000
2,120,000
2,110,000
2,100,000
2,090,000

PERÍMETRO DE REGIÓN ECOLÓGICA

205-0/01

500-0/02

1:200,000

0 5 10 20 km

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación

sistema de topoformas selection

DESCRIPCION, CLAVE

- LLANURA ALUVIAL COSTERA, 500-0/02
- LOMERÍO CON LLANURAS, 205-0/01

MAPA RE04 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

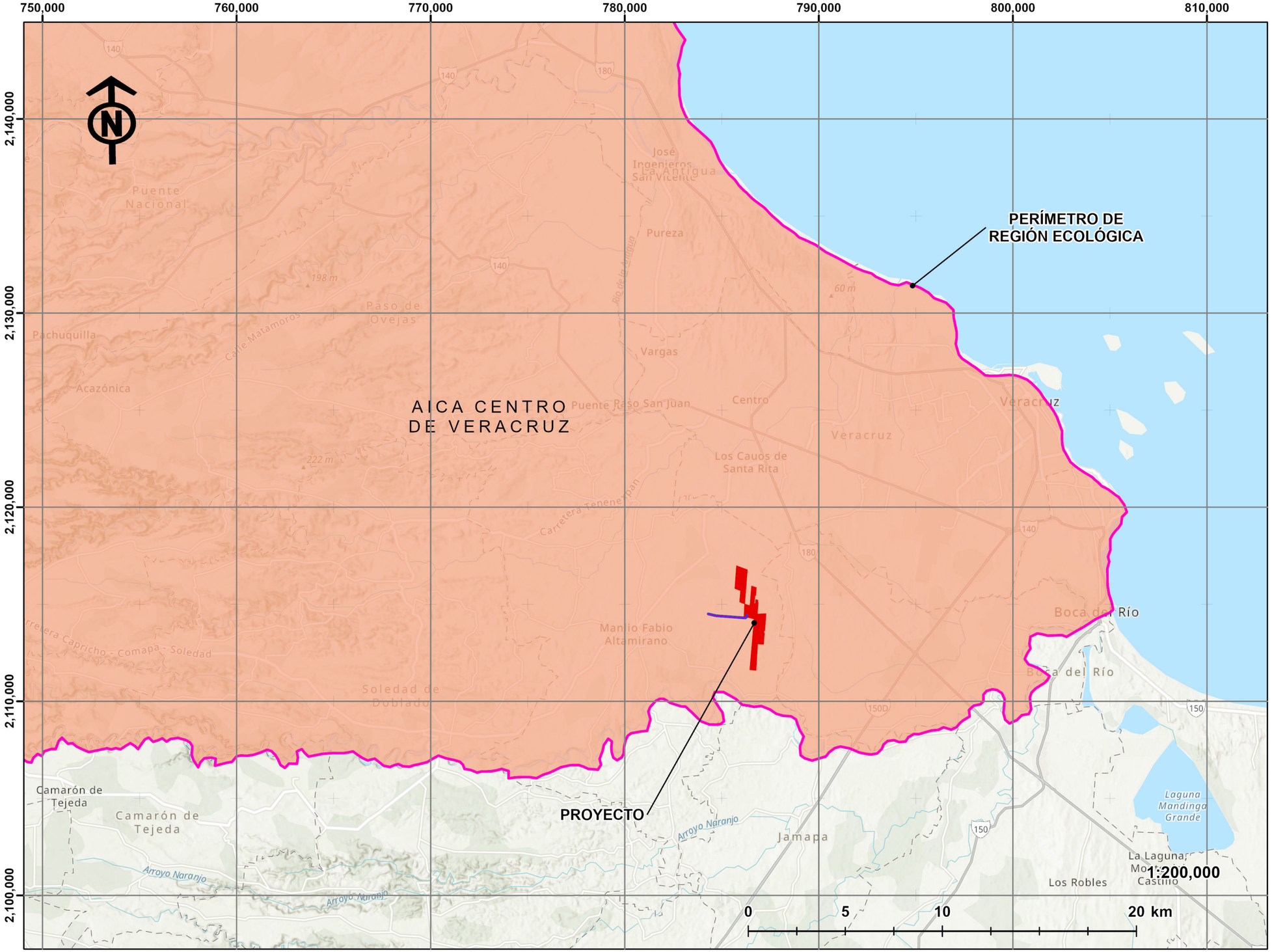
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

TOPOFORMAS EN REGIÓN ECOLÓGICA



SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación

ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ÁVES

- **Centro de Veracruz**

REGIÓN ECOLÓGICA

- Criterio AICA

MAPA C05 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO, 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

REGIÓN ECOLÓGICA CRITERIO AICAS

760,000 770,000 780,000 790,000 800,000 810,000 820,000

2,130,000
2,120,000
2,110,000
2,100,000
2,090,000

REGIÓN ECOLÓGICA

Pureza
Río de la Antigua
Paso de Ovejas
Vargas
Puente Paso San Juan
Centro
Veracruz
Los Cauos de Santa Rita
Manlio Fabio Altamirano
Soledad de Doblado
Jamapa
Boca del Río
Laguna Mandinga Grande
La Laguna, Monte del Castillo
Los Robles
El Bayo
Arroyo Naranjo
Carretera Tenenepan
Calle Matamoros

198 m
222 m
60 m

140 180 150D 150

0 5 10 20 km

1:200,000

SIMBOLOGÍA

PROYECTO

- Parque Fotovoltaico Perimetral
- Línea de Evacuación
- Criterio AICA
- Criterio UAB75 POEGT
- Criterio Subcuenca RH28Bc Subcuenca Río San Francisco Puerto Veracruz
- Criterio Subcuenca RH28Bb Río Jamapa
- Criterio Paisaje Topoformas
- Región Ecológica

MAPA RE06 julio 10, 2026

DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN: WGS 1984 UTM_ZONA 14N
DATUM: D WGS 1984

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2026

RHO SOLAR

Green World
Environmental and Social Discovery

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL,
PROYECTO “PS ALTAMIRANO"
MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO, ESTADO DE VERACRUZ IGNACIO DE LA LLAVE, MÉXICO

CRITERIOS REGIÓN ECOLÓGICA