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

PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR

CONSULTA AL PÚBLICO

Julio 2026



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR

CONSULTA AL PÚBLICO

CAPÍTULO I

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

Julio 2026

CONTENIDO

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

I.1. NOMBRE DEL PROYECTO I-1

I.1.1. Naturaleza del Proyecto I-1

I.2. PROMOVENTE I-2

I.2.1. Nombre o razón social I-2

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes de la promovente I-2

I.2.3. Nombre o y cargo del representante legal I-2

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones I-3

I.2.5. Nombre del responsable técnico de la elaboración de impacto ambiental I-3

I.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO I-3

I.3.1. Ubicación del proyecto dentro de la región I-3

I.5. JUSTIFICACIÓN I-10

I.6. SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA I-12

I.7. INVERSIÓN REQUERIDA I-16

I.8. DESCRIPCIÓN ESPECIFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS I-16

I.8.1. Características particulares del Proyecto I-16

I.8.2. Programa de trabajo I-29

I.8.3. Duración estimada del Proyecto I-31

I.8.3.1. Preparación de sitio y construcción I-31

I.8.3.1.1. Preparación del sitio I-31

I.8.3.1.2. Construcción I-32

I.8.3.2. Operación y mantenimiento I-36

I.8.3.2.1. Operación I-37

I.8.3.2.2. Mantenimiento I-37

I.8.3.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones I-41

I.8.3.4. Requerimientos de personal e insumos I-42

I.8.3.5. Generación de gases de efecto invernadero I-48

CONSULTA AL PÚBLICO

I.8.3.5.1. Identificar por etapas del Proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero..... I-48

I.8.3.5.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros I-49

CONSULTA AL PÚBLICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1. Localización de Proyecto I-8
Figura I-2. Acceso al proyecto (entronque al sureste de la planta) I-9
Figura I-3. Componentes del Proyecto I-15
Figura I-4. Módulo fotovoltaico I-17
Figura I-5. Detalle de tracker I-19
Figura I-6. Centro de Transformación I-20
Figura I-7. Detalle de las zanjas de baja tensión I-22
Figura I-8. Detalle de las zanjas de media tensión I-23
Figura I-9. Especificaciones de la valla perimetral I-24
Figura I-10. Secciones tipo cunetas I-25
Figura I-11. ODT tipo vado I-26
Figura I-12. ODT tipo tubería I-26
Figura I-13. ODT tipo cajón de concreto I-27
Figura I-14. Sección transversal tipo I-27
Figura I-15. Hincadora para estructura de seguir I-33
Figura I-16. Montaje de Torque Tube I-34
Figura I-17. Fijación de panel I-34
Figura I-18. Zanja de media tensión I-35
Figura I-19. Tipo de sección de cuneta I-36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1. Coordenadas del polígono que integra la poligonal del Proyecto I-3
Tabla I-2. Resumen de datos de localización para el Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar I-9
Tabla I-3. Criterios de evaluación que justifican la viabilidad del Proyecto I-10
Tabla I-4. Superficies de los componentes que integran al Proyecto I-12
Tabla I-5. Uso del suelo y vegetación por componente del Proyecto I-13
Tabla I-6. Montos estimados de inversión para el Proyecto I-16
Tabla I-7. Características eléctricas I-18
Tabla I-8. características de los centros de transformación I-20
Tabla I-9. Cronograma de actividades del Proyecto I-29
Tabla I-10. Requerimientos de personal por etapa del proyecto I-42

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla I-11. Requerimientos de agua por etapas del proyecto I-43
Tabla I-12. Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y la construcción I-44
Tabla I-13. Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y la construcción I-44
Tabla I-14. Requerimiento de combustible y energía por etapas del proyecto I-45
Tabla I-15. GEI esperados, fuente y origen I-49
Tabla I-16. Estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). I-51

CONSU A AL PÚBLICO

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

I.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del proyecto designado es "Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar," dentro del documento igual puede referirse a él como "el Proyecto".

I.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una central eléctrica tipo solar la cual aprovechará la radiación emitida por el sol para la conversión a energía eléctrica, por lo que esta energía se considera limpia y de origen renovable, se considera para este proyecto una capacidad de 130 MWAC.

El principal propósito del proyecto es aprovechar la energía de la radiación emitida por el sol para transformarla en energía eléctrica y suministrarla al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para el abastecimiento de energía a centros de consumo de cualquier tipo además de contribuir a la mitigación de emisiones de CO_2 reduciendo el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

En el proyecto fotovoltaico Trapiche Solar, los circuitos de media tensión serán a 34,5kV. Estos circuitos se conectarán a la Subestación Elevadora donde se elevará la tensión a 115kV. Se dispondrá de una línea aérea desde la Subestación Elevadora hasta conectar a una subestación desde donde se distribuirá al Sistema Eléctrico Nacional. Dicha Línea de Transmisión se encuentra en fase de definición y será presentada ante la autoridad ambiental como un proyecto aparte.

Los principales elementos del proyecto se refieren a:

- Subestación elevadora particular y transformador de potencia.
- Obra civil (cimentaciones, registros, caminos internos, camino de acceso, etc.).
- Sistema de cableado (Red de Media Tensión), cajas de conexiones, tableros.
- Sistemas periféricos de seguridad, vigilancia y mantenimiento.

El parque podrá lograr una vida útil de 35 años, con la posibilidad de prolongarla gracias al mantenimiento permanente y a la adaptación de las nuevas tecnologías que vayan surgiendo al paso del tiempo.

De acuerdo con la naturaleza de las obras y actividades propuestas, el Proyecto se clasifica dentro del sector secundario de la economía y, conforme al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), corresponde a las siguientes categorías (INEGI, 2023):

CONSULTA AL PÚBLICO

Sector 22. Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final.

Subsector 221. Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final.

Rama 2211. Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

Subrama 22111. Generación de energía eléctrica.

Clase 221113. Generación de electricidad a partir de energía solar.

Asimismo, en términos de lo dispuesto por el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el Proyecto se vincula con las siguientes obras y actividades sujetas a autorización en materia de impacto ambiental:

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

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

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 (…).

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

[redacted]

Se anexa copia simple del acta constitutiva de la empresa. (Se presenta el original para cotejo). *Anexo I.1.*

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes de la promovente

[redacted]

Se anexa copia simple del RFC de la empresa. (Se presenta el original para cotejo). *Anexo I.2.*

I.2.3. Nombre o y cargo del representante legal

[redacted]

Se anexa identificación oficial del representante legal de la empresa. *Anexo I.3*.

CONSULTA AL PÚBLICO

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

[redacted]

I.2.5. Nombre del responsable técnico de la elaboración de impacto ambiental

El consultor ambiental que elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional se identifica bajo los siguientes datos:

Consultor: [redacted]

Cedula profesional: [redacted]

Dirección: [redacted]

[redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

Se anexa copia simple de la cedula del responsable del estudio (*Anexo 1.4*).

I.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

I.3.1. Ubicación del proyecto dentro de la región

El Proyecto se localiza dentro del municipio de Soledad de Doblado, Veracruz, que se ubica en la región sureste de la República Mexicana, en la porción central de la entidad veracruzana. Las coordenadas geográficas extremas del proyecto son 19°08'5" al norte y 19°6'47" al sur en Latitud Norte y 96°31'36" al este y 96°34'2" al oeste en Longitud Oeste. La *Tabla I-1* indica los vértices que conforman el predio del Proyecto, las coordenadas de dichos vértices se incluyen en formato CSV en el *Anexo I.5*.

Tabla I-1. Coordenadas del polígono que integra la poligonal del Proyecto

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	759549.895	2117658.56	138	756820.595	2117242.73
2	759538.724	2117614.12	139	756836.549	2117236.78
3	759560.024	2117598.45	140	756858.029	2117236.68
4	759590.627	2117596.33	141	756877.23	2117238.87
5	759655.085	2117636.03	142	756893.125	2117243.69
6	759709.09	2117703.72	143	756907.245	2117253.62
7	759727.611	2117719.01	144	756922.943	2117260.76

CONSULTA AL PÚBLICO

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
8	759768.614	2117715.85	145	756932.211	2117269.77
9	759789.735	2117691.82	146	756969.886	2117286.64
10	759795.411	2117674.99	147	756985.829	2117292.21
11	759790.575	2117643.27	148	757005.47	2117296.26
12	759775.034	2117614.56	149	757011.571	2117289.93
13	759788.602	2117594.88	150	757008.627	2117281.4
14	759815.284	2117604.64	151	757007.367	2117266.65
15	759839.51	2117630.1	152	757005.52	2117260.69
16	759855.489	2117654	153	757011.254	2117250
17	759902.871	2117706.76	154	757016.9	2117246.32
18	759957.324	2117728.48	155	757057.557	2117250.48
19	760005.837	2117739.24	156	757113.734	2117274.04
20	760160.767	2116492.51	157	757136.859	2117276.45
21	760102.778	2116281.59	158	757157.054	2117271.07
22	758594.657	2116398.85	159	757156.872	2117255.18
23	758541.546	2116866.96	160	757154.234	2117242.1
24	757669.492	2116668.42	161	757150.114	2117227.12
25	757667.255	2116667.93	162	757137.299	2117213.81
26	757636.976	2116660.2	163	757140.65	2117162.85
27	757700.668	2115924.9	164	757146.742	2117138.55
28	757525.544	2115932.03	165	757161.189	2117100.44
29	757539.119	2115665.56	166	757172.487	2117083.44
30	757814.185	2115678.86	167	757212.715	2117054.31
31	757817.468	2115621.52	168	757239.747	2117043.58
32	757817.64	2115621.52	169	757264.094	2117030.91
33	757852.217	2115621.52	170	757294.752	2117025.48
34	757856.439	2115621.13	171	757320.517	2117021.51
35	757863.66	2115611.09	172	757342.322	2117025.49
36	757861.927	2115612.4	173	757380.562	2117031.11
37	757861.158	2115612.98	174	757395.83	2117037
38	757858.352	2115614.38	175	757403.261	2117048.2
39	757855.338	2115615.23	176	757425.674	2117078.28
40	757852.218	2115615.52	177	757430.489	2117091.33
41	757817.812	2115615.52	178	757433.449	2117104.13
42	757863.997	2114808.93	179	757438.077	2117122.17
43	757761.859	2114738.19	180	757439.028	2117138.83
44	757689.752	2114744.77	181	757418.213	2117148.62
45	757674.245	2114793.61	182	757406.864	2117152.27
46	757669.826	2114852.55	183	757385.702	2117161.77
47	757687.895	2114945.68	184	757377.923	2117167.8

CONSULTA AL PÚBLICO

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
48	757754.415	2115015.9	185	757375.414	2117175.99
49	757717.07	2115045.08	186	757374.461	2117184.33
50	757679.736	2115051.02	187	757366.564	2117196.08
51	757629.946	2115029.25	188	757364.245	2117204.68
52	757591.964	2115007.97	189	757376.482	2117210.92
53	757500.957	2115003.81	190	757388.527	2117220.62
54	757460.171	2115027.45	191	757397.089	2117225.57
55	757434.128	2115051.62	192	757401.155	2117230.39
56	757406.593	2115109.19	193	757424.865	2117244.23
57	757372.775	2115152.46	194	757436.782	2117247.05
58	757349.089	2115177.79	195	757444.011	2117250.93
59	757305.319	2115194.78	196	757457.37	2117253.43
60	757270.665	2115190.24	197	757474.325	2117248.43
61	757263.386	2115159.03	198	757495.489	2117230.92
62	757281.429	2115093.24	199	757511.99	2117222.1
63	757322.425	2114986.45	200	757529.226	2117208.21
64	757337.712	2114962.32	201	757550.207	2117208.93
65	757320.831	2114929.15	202	757562.305	2117221.06
66	757283.484	2114916.13	203	757597.651	2117226.83
67	757208.519	2114931.7	204	757648.025	2117224.8
68	757080.971	2114983.91	205	757673.294	2117206.41
69	757030.313	2115009.16	206	757692.666	2117162.66
70	756947.212	2115059.48	207	757644.422	2117133.61
71	756923.508	2115084.15	208	757559.359	2117112.62
72	756919.83	2115127.03	209	757523.559	2116962.15
73	756921.613	2115191.84	210	757533.611	2116923.98
74	756912.822	2115212.34	211	757612.015	2116882.98
75	756888.357	2115234.01	212	757862.531	2117140.15
76	756857.574	2115236.76	213	757903.456	2117165.75
77	756818.662	2115232.47	214	757912.537	2117192.52
78	756781.771	2115220.08	215	757948.454	2117215.62
79	756755.705	2115202.24	216	757992.337	2117234.96
80	756775.863	2115186.23	217	758026.334	2117248.12
81	756817.808	2115109.52	218	758106.843	2117243.08
82	756814.032	2115037.27	219	758139.343	2117221.19
83	756804.776	2114987.63	220	758165.904	2117212.26
84	756779.021	2114941.45	221	758192.225	2117182
85	756740.062	2114924.15	222	758267.662	2117105.95
86	756672.41	2114939.42	223	758315.654	2117111.19
87	756591.544	2114972.47	224	758380.368	2117186.92

CONSULTA AL PÚBLICO

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
88	756559.051	2115006.24	225	758391.141	2117229.35
89	756545.124	2115026.78	226	758413.149	2117251.5
90	756515.207	2115034.77	227	758450.104	2117212.54
91	756482.162	2115018.14	228	758488.356	2117187.02
92	756443.113	2115022.65	229	758520.869	2117151.09
93	756363.745	2115065.47	230	758546.837	2117157.12
94	756310.916	2115094.12	231	758557.162	2117183.94
95	756085.514	2115198.9	232	758563.001	2117218.55
96	755974.154	2115193.8	233	758581.213	2117283.22
97	755941.487	2115194.89	234	758600.275	2117317.63
98	755885.399	2115214.53	235	758638.044	2117344.82
99	755894.603	2115330.17	236	758659.961	2117341.33
100	755910.579	2115773.39	237	758686.878	2117326.33
101	755937.334	2116216.21	238	758694.311	2117301.06
102	756141.561	2117167.67	239	758699.619	2117252.98
103	756163.425	2117191.57	240	758671.095	2117192.15
104	756176.766	2117204.32	241	758670.641	2117165.13
105	756200.438	2117232.52	242	758680.164	2117145.03
106	756218.32	2117239.61	243	758714.669	2117138
107	756251.209	2117241.45	244	758751.45	2117142.42
108	756279.344	2117230.44	245	758778.076	2117148.71
109	756326.742	2117206.25	246	758790.446	2117181.24
110	756353.861	2117206.37	247	758787.934	2117204.97
111	756385.879	2117211.1	248	758768.641	2117235.55
112	756411.293	2117217.78	249	758772.882	2117264.41
113	756423.716	2117229.14	250	758789.773	2117296.73
114	756483.967	2117248.21	251	758819.807	2117313.72
115	756564.028	2117260.66	252	758870.933	2117305.96
116	756576.314	2117269.39	253	758942.743	2117241.24
117	756582.837	2117280.29	254	758995.584	2117225.04
118	756592.894	2117292.26	255	759033.437	2117228.03
119	756600.081	2117305.45	256	759056.078	2117258.52
120	756608.393	2117314.22	257	759098.258	2117491.51
121	756619.498	2117322.59	258	759388.562	2117403.41
122	756635.075	2117335.32	259	759437.651	2117534.36
123	756645.229	2117346.67	260	759418.433	2117553.67
124	756660.657	2117350.07	261	759405.961	2117573.21
125	756680.063	2117352.19	262	759384.808	2117580.45
126	756725.948	2117354.41	263	759369.29	2117607.41
127	756745.676	2117341.15	264	759361.503	2117633.7

CONSULTA AL PÚBLICO

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
128	756751.665	2117334.76	265	759365.29	2117655.07
129	756754.393	2117325.12	266	759389.754	2117653.61
130	756753.446	2117315.14	267	759416.913	2117641.31
131	756754.859	2117301.19	268	759447.32	2117644.7
132	756763.323	2117294.88	269	759502.688	2117711.37
133	756770.506	2117287.31	270	759506.82	2117727.3
134	756781.651	2117280.41	271	759548.67	2117732.92
135	756788.321	2117264.59	272	759571.473	2117719.41
136	756796.52	2117258.61	273	759556.737	2117698.79
137	756803.382	2117248.64			

CONSU A AL PÚBLICO

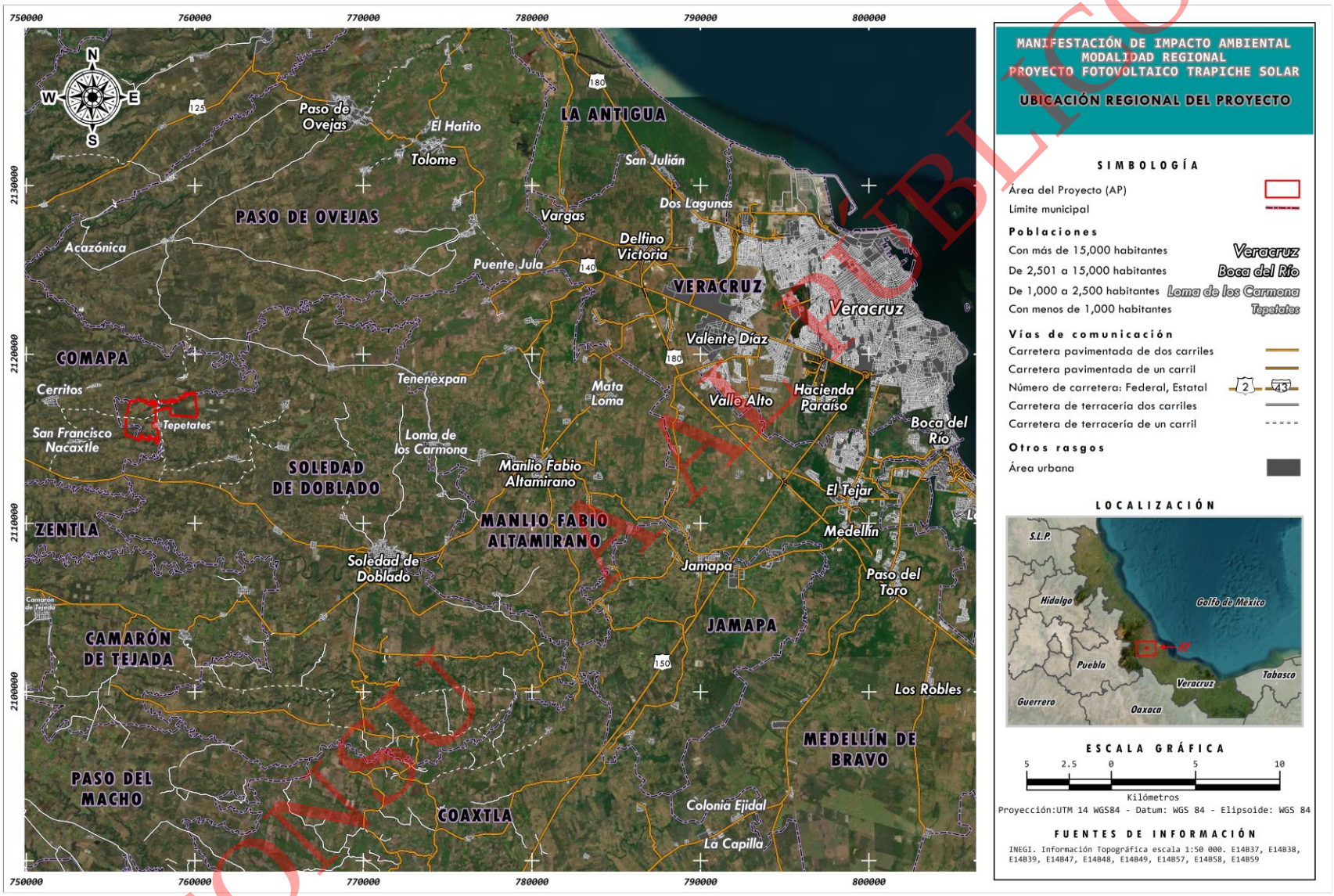


Figura I-1. Localización de Proyecto

COPIA PÚBLICO

El Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, tiene acceso mediante un entronque al sureste de la planta. El Entronque se realiza en el Camino Ejidal "Sinaloa", el cuál intercepta con la carretera "Soledad de Doblado-El Capricho" (*Tabla I-2*) (*Figura I-2*).

Tabla I-2. Resumen de datos de localización para el Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar

	PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR
Municipio	Soledad de Doblado
Entidad federativa	Veracruz
Calle, número, colonia o código postal	CP 94240
Localidad próxima	Población de Tepetates y Soledad de Doblado, Ver.
Vías de comunicación cercanas	Carretera estatal carretera "Soledad de Doblado-El Capricho", entronque camino ejidal "Sinaloa"

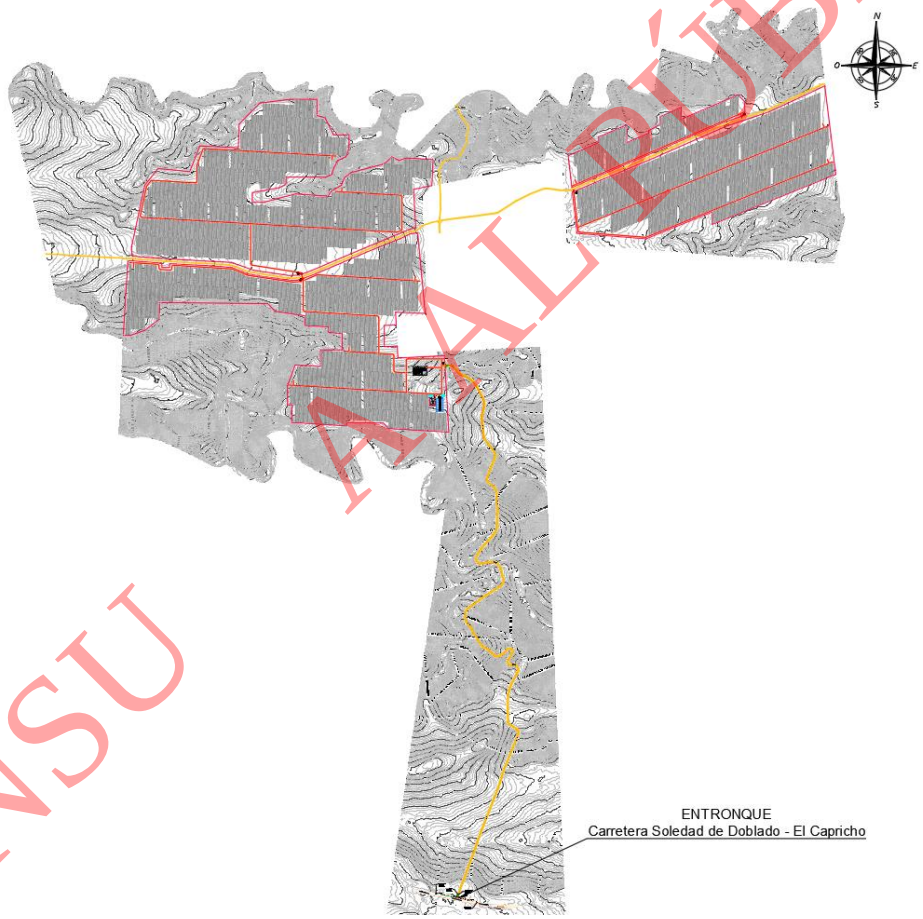


Figura I-2. Acceso al proyecto (entronque al sureste de la planta).

CONSULTA AL PÚBLICO

I.5. JUSTIFICACIÓN

La necesidad y/o posibilidad de desarrollar un proyecto fotovoltaico se determina a través de una serie de criterios técnicos, económicos, legales y ambientales. Estos criterios permiten evaluar si el proyecto es factible y rentable a largo plazo, teniendo en cuenta las condiciones locales y las exigencias del mercado. A continuación, se presentan los principales criterios que se utilizan para determinar la viabilidad de un proyecto fotovoltaico:

1. Criterios técnicos; Radiación solar, topografía del terreno, disponibilidad de terreno, acceso a la red eléctrica Infraestructura.
2. Criterios económicos; Inversión inicial, retorno de inversión, análisis de flujo de caja, subvenciones e incentivos, precio de la energía.
3. Criterios legales y normativos; Regulación local y permisos, contrato de compraventa de energía, impacto social.
4. Criterios ambientales; Impacto ambiental, sostenibilidad del proyecto, cambio climático.
5. Criterios sociales y comunitarios; Aceptación social, beneficios locales.
6. Criterios operativos y de mantenimiento; Costos de operación y mantenimiento, durabilidad y vida útil de los paneles.
7. Criterios tecnológicos; Eficiencia tecnológica, innovación.

A continuación, se describen los criterios y aspectos a evaluar en el Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar indicando si cada uno presenta una aptitud favorable, desfavorable, o si aún se encuentra en proceso de estimación respecto a la factibilidad de su ejecución. Una aptitud favorable se refiere a la capacidad o condición de un elemento para cumplir de manera positiva con los requisitos, criterios o condiciones establecidas en un contexto determinado. En el caso de un proyecto, significa que un aspecto o criterio específico tiene las características adecuadas o necesarias para contribuir al éxito del proyecto.

Por ejemplo, si en el análisis de viabilidad del proyecto se dice que el terreno tiene "aptitud favorable", esto indicaría que el terreno tiene las características ideales para la instalación del proyecto, como una buena radiación solar, accesibilidad, y topografía adecuada.

En resumen, una aptitud favorable implica que se tienen las condiciones necesarias para ser adecuado o positivo dentro de un análisis o evaluación (*Tabla I-3*).

Tabla I-3. Criterios de evaluación que justifican la viabilidad del Proyecto

Criterios	Aspecto que evaluar	Aptitud	Descripción
Técnicos	Radiación solar	Favorable	La cantidad de radiación solar disponible en el área del proyecto es un factor clave. Se realiza un análisis detallado del potencial solar mediante estudios climáticos y la utilización de herramientas como bases de datos de radiación (por ejemplo, GIS). Cuanto mayor sea la radiación solar, mayor será la eficiencia y el rendimiento energético.
	Topografía del terreno	Favorable	El área debe ser adecuada para la instalación de los paneles, preferiblemente en zonas planas o con poca pendiente para maximizar la captación de la luz solar.

CONSULTA AL PÚBLICO

Criterios	Aspecto que evaluar	Aptitud	Descripción
			También se deben evitar áreas propensas a inundaciones o con una inclinación excesiva.
	Disponibilidad de terreno	Favorable	Se evalúa la extensión y adecuación del terreno disponible, considerando que un proyecto fotovoltaico requiere grandes superficies para instalar los paneles solares.
	Acceso a la red eléctrica	Favorable	Es fundamental que el proyecto esté cerca de las infraestructuras necesarias para la conexión a la red eléctrica. La proximidad a subestaciones y líneas de transmisión influye en los costos de interconexión.
	Infraestructura	Favorable	Disponibilidad de infraestructura vial y logística para el transporte de equipos y materiales hacia el sitio, así como el acceso a recursos hídricos y otras utilidades necesarias durante la fase de construcción y operación.
Económicos	Inversión inicial	Favorable	El costo total de la inversión, que incluye los paneles solares, inversores, estructura de montaje, sistema de conexión a la red, y costos de instalación. Se analiza si el proyecto tiene un costo razonable en relación con su capacidad de generación.
	Retorno de inversión	Favorable	Se realiza un cálculo financiero detallado para determinar el retorno de la inversión, evaluando el tiempo necesario para recuperar el capital invertido, considerando factores como la producción de energía, ingresos por venta de electricidad, incentivos gubernamentales y costos de operación y mantenimiento.
	Análisis de flujo de caja	Favorable	Se proyectan los ingresos y egresos futuros del proyecto, incluyendo los costos operativos, mantenimiento, impuestos y otros factores financieros. Un flujo de caja positivo es esencial para garantizar la viabilidad económica a largo plazo.
	Subvenciones e incentivos	Favorable	Se evalúa la existencia de incentivos gubernamentales, como subsidios, tarifas feed-in, créditos fiscales o precios preferenciales para energía renovable, que puedan mejorar la rentabilidad del proyecto.
	Precio de la energía	Favorable	Se debe analizar el mercado energético local, considerando el precio de venta de la electricidad y las posibles fluctuaciones del mercado.
Legales y normativos	Regulación local y permisos	En proceso	El proyecto debe cumplir con todas las normativas locales, nacionales e internacionales en términos de instalación de infraestructuras energéticas y protección ambiental. Esto incluye la obtención de permisos de construcción, conexión a la red y licencias para operar.
	Impacto socioambiental	Favorable	Es necesario llevar a cabo un estudio de impacto ambiental para asegurar que el proyecto cumple con las regulaciones ambientales y no cause daños significativos al entorno o a las comunidades locales. Además, es importante evaluar el impacto social, especialmente si el proyecto afecta a la población local en términos de desplazamiento o uso de recursos.
Ambientales	Impacto ambiental	En proceso	Mediante la manifestación de impacto ambiental (MIA), se deben implementar medidas de mitigación para reducir posibles daños al ecosistema local, como la gestión de residuos, la protección de la fauna y flora, y la minimización de la erosión del suelo.
	Sostenibilidad del proyecto	En proceso	Evaluar si el proyecto contribuye a los objetivos de sostenibilidad a largo plazo, como la reducción de emisiones de carbono y la transición hacia una economía baja en carbono.
	Cambio climático	Favorable	Se considera cómo el proyecto podría verse afectado por los efectos del cambio climático, como el aumento de temperaturas, cambios en los patrones de radiación solar, o eventos climáticos extremos. También se evalúa la capacidad del proyecto para contribuir a la adaptación climática.
Sociales y comunitarios	Aceptación social	Favorable	La aceptación por parte de las comunidades locales y las partes interesadas es fundamental para el éxito del proyecto. Se deben considerar los impactos sociales, como la creación de empleo, la mejora de infraestructura local y los posibles conflictos por el uso del terreno.
	Beneficios locales	Favorable	Un análisis de los posibles beneficios para la comunidad local, como el desarrollo económico o la provisión de electricidad más limpia, puede influir en la aceptación social y el apoyo al proyecto.
Operativos y de mantenimiento	Costos de operación y mantenimiento	Favorable	Los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del parque fotovoltaico deben calcularse con precisión. Esto incluye la limpieza regular de los paneles, reparaciones y monitorización del sistema.
	Durabilidad y vida útil de los paneles	Favorable	Se evalúa la durabilidad de los paneles solares y otros componentes, su resistencia a las condiciones climáticas, y la necesidad de reemplazo o mantenimiento a largo plazo.

CONSULTA AL PÚBLICO

Criterios	Aspecto que evaluar	Aptitud	Descripción
Tecnológicos	Eficiencia tecnológica	Favorable	La eficiencia de los paneles solares y la tecnología utilizada son factores críticos. Se debe seleccionar tecnología avanzada que maximice la producción de energía y minimice las pérdidas.
	Innovación	En proceso	El uso de tecnologías innovadoras, como sistemas de seguimiento solar o paneles bifaciales, puede mejorar el rendimiento del proyecto y aumentar su viabilidad a largo plazo.

En conclusión, tenemos que la viabilidad del proyecto fotovoltaico depende de una combinación de estos criterios, donde la radiación solar, los costos económicos, la infraestructura disponible, el cumplimiento normativo y la aceptación social y sobre todo los aspectos ambientales, son factores clave. Todos estos aspectos deben ser cuidadosamente evaluados para asegurar que el proyecto sea rentable, sostenible y técnicamente factible como es el caso del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar.

I.6. SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA

El Área del Proyecto (AP) comprende una superficie de 583.875 ha. La delimitación de esta superficie se encuentra definida mediante una poligonal integrada por 273 vértices, cuya representación cartográfica, en formato SHP., se presenta en el *Anexo I.6*.

De acuerdo con las obras y actividades contempladas, en la *Tabla I-4* se presenta el desglose de las superficies destinadas a los principales componentes que conformarán el Proyecto, y en la *Figura I-3* la distribución espacial de las mismas. Adicionalmente, en el *Anexo I.7* se integran, en formato SHP, las poligonales digitales de cada uno de los componentes proyectados. Por su parte, el *Anexo I.8* contiene las coordenadas UTM (Zona 14N, datum WGS84) de los vértices que delimitan dichos componentes en formato CSV.

Tabla I-4. Superficies de los componentes que integran al Proyecto

Concepto	Componente	Superficie		
		m²	ha	%
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Ocupación permanente)	Área de módulos fotovoltaicos	2,218,651	221.865	38.00
	Camino de acceso	252.74	0.025	0.004
	Caminos internos	56,380	5.638	0.97
	Caseta de acceso/vigilancia (5 ubicaciones)	312.501	0.031	0.01
	Centros de transformación	516.147	0.052	0.01
	Cuarto de control	305.640	0.031	0.01
	Estacionamiento	68.750	0.007	0.00
	Sistema de almacenamiento de energía	2,999.997	0.300	0.05
	Subestación elevadora	4,149.953	0.415	0.07
	Total	**2,283,636.923**	**228.364**	**39.11**
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas (Ocupación temporal)	Áreas de tránsito temporal	654,282	65.428	11.21
	Campamento de faenas	2,050	0.205	0.04
	Total	**656,332.359**	**65.633**	**11.24**
	Áreas sin afectación	2,898,783	289.878	49.65

CONSULTA AL PÚBLICO

Concepto	Componente	Superficie		
		m²	ha	%
Superficie sin intervención o afectación (Sin ocupación)	Total	2,898,783	289.878	49.65
Superficie total para el desarrollo del Proyecto (área del Proyecto)		5,838,752.048	583.875	100

La ocupación temporal corresponde a las áreas e infraestructura requeridas durante las etapas de preparación del sitio y construcción para apoyar la ejecución de las obras permanentes del Proyecto. Esta infraestructura será desmantelada una vez concluidas las actividades constructivas y ocupará una superficie de 65.633 ha, correspondientes al campamento de faenas y a las áreas de tránsito temporal destinadas a labores de apoyo, maniobras, circulación de maquinaria y almacenamiento temporal de materiales y equipos.

Por su parte, la ocupación permanente abarcará una superficie de 228.364 ha e incluye la infraestructura que permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, conformada por el área de módulos fotovoltaicos, caminos de acceso e internos, casetas de vigilancia, centros de transformación, cuarto de control y estacionamiento, subestación elevadora y sistema de almacenamiento de energía.

Adicionalmente, dentro del Área del Proyecto se contemplan 289.878 ha que no serán intervenidas mediante la instalación de infraestructura ni por actividades constructivas, al haber sido excluidas del diseño por criterios técnicos y de ingeniería.

Respecto a la cobertura vegetal actual, con base en el análisis de imágenes Sentinel-2A, imágenes históricas de Google Earth, cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI y verificaciones de campo, se identificaron 336.540 ha de vegetación secundaria de selva baja caducifolia. El resto de la superficie corresponde a usos de suelo antrópicos, principalmente de uso pecuario.

Para conocer las superficies a afectar de la cobertura vegetal por las obras del proyecto, fue necesario comparar la superficie de las obras con la cobertura de uso de suelo y vegetación, En el *Tabla I-5* se pueden apreciar las superficies de vegetación respecto a cada una de las obras del proyecto.

Tabla I-5. Uso del suelo y vegetación por componente del Proyecto

Componente	DV[1]	Agropecuario	Cuerpos de agua	VS-SBC
Área de módulos fotovoltaicos	0.418	146.351	0.000	75.093
Camino de acceso	0.000	0.025	0.000	0.000
Caminos internos	0.015	3.523	0.000	2.101
Casetas de acceso	0.000	0.019	0.000	0.013
Centros de transformación	0.000	0.037	0.000	0.015
Cuarto de control	0.000	0.031	0.000	0.000
Estacionamiento	0.000	0.007	0.000	0.000
Sistema de almacenamiento de energía	0.000	0.300	0.000	0.000
Subestación elevadora	0.000	0.240	0.000	0.175
Áreas de tránsito temporal	0.124	42.571	0.217	18.380

CONSULTA AL PÚBLICO

Componente	DV[1]	Agropecuario	Cuerpos de agua	VS-SBC
Campamento de faenas	0.000	0.205	0.000	0.000
Áreas sin afectación	2.545	50.625	0.083	240.764
Superficie total por uso de suelo o vegetación	3.101	243.934	0.300	336.540
Superficie total (área del Proyecto)				583.875

[1]*Area desprovista de vegetación.*

De la totalidad de la cobertura vegetal que se presenta en el área del Proyecto (336.540 ha), se contempla el desmonte de 95.776 ha (957,764.696m^2) de vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Debido a que la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia corresponde a vegetación de tipo forestal, para el desarrollo de las distintas actividades del Proyecto y/o instalación de infraestructura, se requerirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 95.776 ha (*Anexo I.9*).

CONSULTA AL PÚBLICO

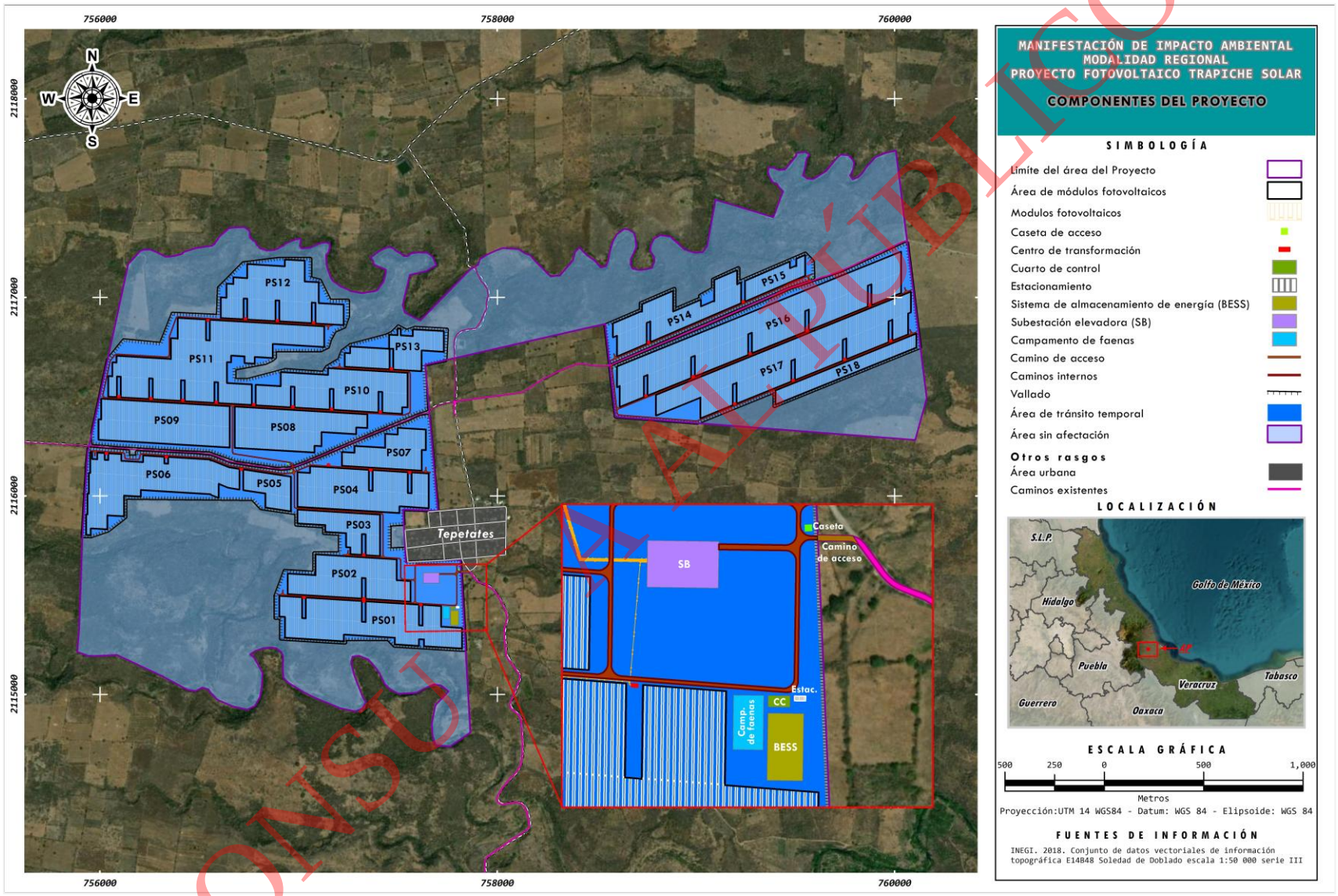


Figura I-3. Componentes del Proyecto

CONSULTA PÚBLICO

I.7. INVERSIÓN REQUERIDA

El monto estimado de la inversión total del proyecto es de $ [redacted] MNX diferenciando la inversión requerida para cada etapa del proyecto en que se pretende aplicar dicho monto reportado: preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, Desmantelamiento y abandono (*Tabla I-6*):

Tabla I-6. Montos estimados de inversión para el Proyecto

Etapa	Inversión USD	Inversión MXN
Preparación del sitio y construcción	[redacted]	[redacted]
Operación y mantenimiento *	[redacted]	[redacted]
Desmantelamiento y abandono	[redacted]	[redacted]
Total	[redacted]	[redacted]

A continuación, se presenta la estimación de costos para el parque fotovoltaico de un total de inversión para el proyecto de $ [redacted] MNX.

I.8. DESCRIPCIÓN ESPECIFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.8.1. Características particulares del Proyecto

A continuación, se describen los principales componentes que conforman una planta solar fotovoltaica.

Una planta solar fotovoltaica conectada a la red tiene como finalidad generar energía eléctrica a partir de la radiación solar e inyectarla al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para su posterior transporte y distribución hacia los centros de consumo.

Este tipo de instalaciones aprovecha una fuente de energía renovable para la generación de electricidad, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación eléctrica mediante combustibles fósiles. Al incorporar energía de origen solar al sistema eléctrico, se disminuye la dependencia de tecnologías convencionales de generación que pueden implicar la emisión de contaminantes atmosféricos y la generación de residuos derivados de sus procesos de operación.

La planta solar estará constituida por un arreglo modular de módulos fotovoltaicos asociados a inversores centralizados, integrados en conjuntos que incluyen centros de transformación, alcanzando una potencia aparente total de 154 MVA. Los 35 centros de transformación se conectarán a la subestación elevadora mediante siete ramales de media tensión (MT).

CONSULTA AL PÚBLICO

Adicionalmente, la planta contará con diversos componentes auxiliares necesarios para su funcionamiento, entre los que se incluyen cimentaciones, cableado eléctrico, sistemas de protección, monitoreo, control y seguridad.

Celda fotovoltaica

La conversión de la radiación solar en energía eléctrica se realiza en la celda fotovoltaica, elemento básico del proceso de transformación energética. Estas celdas operan mediante el efecto fotoeléctrico, produciendo corriente eléctrica cuando la radiación solar incide sobre su superficie.

Las celdas fotovoltaicas se conectan entre sí para formar módulos fotovoltaicos y, a su vez, los módulos se agrupan en arreglos o matrices fotovoltaicas que conforman el sistema de generación de la planta.

Módulo fotovoltaico

Un módulo fotovoltaico está constituido por un conjunto de celdas interconectadas y encapsuladas dentro de una estructura que las protege de las condiciones ambientales, proporciona aislamiento eléctrico y aporta rigidez mecánica al conjunto. La estructura general de los módulos fotovoltaicos se muestra en *Figura I-4*.

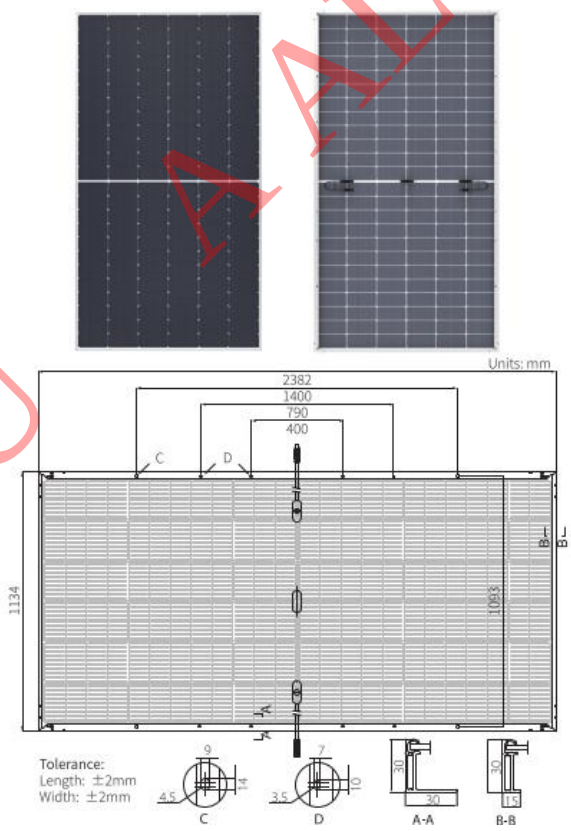


Figura I-4. Módulo fotovoltaico

CONSULTA AL PÚBLICO

En el Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar Solar (130MW) se instalarán módulos fotovoltaicos del fabricante Longi Solar, modelo LR8-66HYD-660M. En concreto módulos monocristalinos bifaciales de 132 células con una potencia nominal de 660 Wp (*Tabla I-7*).

Tabla I-7. Características eléctricas

Características eléctricas		
Tipo de Módulo	LR8-66HYD-660M	
Condiciones de prueba	STC: AM1.5 1000W/m2 25°C	NOCT: AM1.5 800W/m2 20°C/1m/S
Potencia Máxima (Pmax/W)	660	502.4
Voltaje de circuito Abierto (Voc/V)	49.71	47.24
Corriente de corto circuito (Isc/A)	16.80	13.49
Voltaje a Potencia máxima (Vmp/A)	41	38.97
Corriente a Potencia máxima (Imp/A)	16.10	12.91
Eficiencia del módulo (%)	24.4	

Conectores

Los conectores son los elementos que permiten la interconexión de los módulos fotovoltaicos para conformar las cadenas o series de generación. Su adecuado funcionamiento es fundamental para garantizar la eficiencia y confiabilidad del sistema fotovoltaico.

Estos componentes deberán ser de Clase II (doble aislamiento) y mantenerse correctamente ensamblados y sellados para evitar la entrada de polvo, humedad u otros agentes externos que puedan ocasionar procesos de degradación, fallas eléctricas, formación de arcos eléctricos o cortocircuitos que comprometan la operación del sistema.

ESTRUCTURA DEL TRACKER (SEGUIDORES)

El sistema de seguimiento solar (tracker) permite optimizar la captación de radiación solar mediante el ajuste continuo de la orientación de los módulos fotovoltaicos, incrementando con ello la producción de energía respecto a sistemas de inclinación fija.

La estructura considerada para el Proyecto corresponde a seguidores solares horizontales de un eje con seguimiento este-oeste (E-O), sobre los cuales los módulos fotovoltaicos se instalarán en posición vertical. Los seguidores contarán con un controlador ubicado en el conjunto motriz, generalmente localizado en la parte central de cada fila. Dichos controladores son autoalimentados y disponen de respaldo mediante baterías. La transmisión de información operativa y la recepción de consignas se realizará mediante conexión cableada hacia los respectivos centros de transformación.

El montaje de los módulos fotovoltaicos sobre los seguidores se llevará a cabo mediante elementos de unión atornillados diseñados para garantizar la estabilidad estructural y el correcto funcionamiento del sistema.

CONSULTA AL PÚBLICO

Para el Proyecto se contempla la instalación de 3,246 seguidores solares modelo NX Horizon-XTR. De éstos, 2,748 corresponderán a la configuración 1V87, con capacidad para alojar hasta 87 módulos fotovoltaicos distribuidos en tres strings de 29 módulos cada uno, mientras que los 498 seguidores restantes corresponderán a la configuración 1V58, con capacidad para 58 módulos fotovoltaicos organizados en dos strings de 29 módulos.

Los módulos se dispondrán en posición vertical y podrán girar sobre un eje horizontal dentro de un rango aproximado de ±60°, manteniendo una orientación con acimut de 0° (dirección norte). Esta configuración permite maximizar la captación de radiación solar y optimizar la producción energética a lo largo del año (*Figura I-5*).

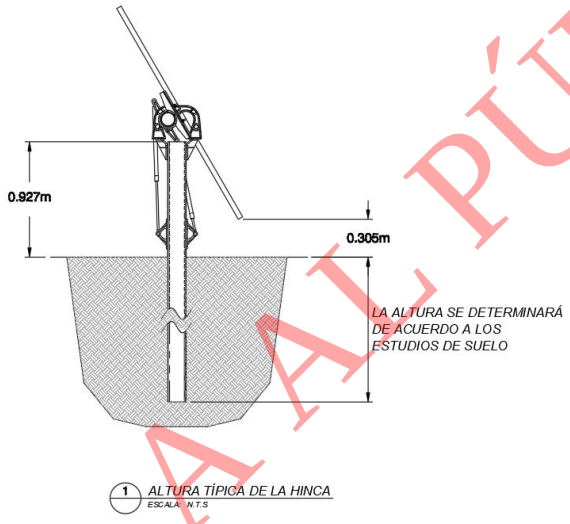


Figura I-5. Detalle de tracker

Inversor

El inversor es un dispositivo electrónico encargado de convertir la corriente continua (CC) generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna (CA), compatible con las características requeridas por la red eléctrica.

Adicionalmente, el sistema de control del inversor permite regular la inyección de potencia activa y reactiva, así como responder ante variaciones de tensión, frecuencia o condiciones anormales de operación de la red. Asimismo, dispone de interfaces de control que permiten atender las instrucciones operativas emitidas por el operador del sistema eléctrico.

Para el Proyecto se contempla la instalación de 140 inversores, distribuidos a razón de cuatro unidades por cada uno de los 35 centros de transformación.

CONSULTA AL PÚBLICO

Centro de transformación

La tecnología de inversor centralizado seleccionada para el Proyecto considera la integración de los inversores y el transformador de media tensión/baja tensión (MT/BT) dentro de un mismo centro de transformación. En este esquema, la energía generada por los módulos fotovoltaicos es convertida de corriente continua a corriente alterna mediante los inversores y posteriormente elevada desde una tensión de salida de 645 V hasta 34.5 kV.

Una vez transformada, la energía eléctrica es conducida mediante circuitos de media tensión que conforman la red colectora del parque fotovoltaico. Esta red transporta la energía hacia la subestación elevadora, donde un transformador de potencia incrementa el nivel de tensión de 34.5 kV a 115 kV para su posterior interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (*Figura I-6*).



Figura I-6. Centro de Transformación

Los centros de transformación albergan tanto los inversores como los equipos necesarios para la transformación y elevación de tensión de los subcampos fotovoltaicos. Para el Proyecto se instalarán 35 centros de transformación, cuyas características técnicas se presentan en la (*Tabla I-8*):

Tabla I-8. características de los centros de transformación

Tipo de Designación	SG4400UD-MV-US
Entrada (CC)	
Máx. Tensión de entrada FV	1500V
Mín. Tensión de entrada FV/ Tensión de entrada de arranque	915V / 955V
Tamaño de fusibles de CC disponibles	250 – 630 A
Rango de tensión MPP para potencia nominal	915 – 1500 V
Nº de entradas MPP independientes	4
Nº de entradas CC	24(opcional: 28 entradas conexión a tierra negativa)
Máx. Corriente de entrada FV	4*1400 A
Máx. Corriente de cortocircuito CC	4*5000 A
Configuración de la matriz fotovoltaica	Conexión a tierra negativa o flotante

CONSULTA AL PÚBLICO

Tipo de Designación	SG4400UD-MV-US
Salida (CA)	
Potencia de salida CA	4400 kVA @ 40 °C (104 °F)
Corriente máxima de salida CA	73.64 A @ 34.5 KV
Frecuencia nominal de red/Rango de frecuencia de red	60 Hz / 55-65 Hz
THD (armónicos)	< 3% (a potencia nominal)
Factor de potencia a potencia nominal/Factor de potencia ajustable	

Sistema de media tensión

El punto de interconexión con la red eléctrica constituye un elemento fundamental para la viabilidad técnica y operativa de una planta fotovoltaica. En el Proyecto, la red colectora de media tensión operará a 34.5 kV y estará integrada por los circuitos que conectarán los centros de transformación con la subestación elevadora. En esta última, la tensión será elevada a 115 kV para su posterior interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional.

ZANJAS ELÉCTRICAS

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

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.

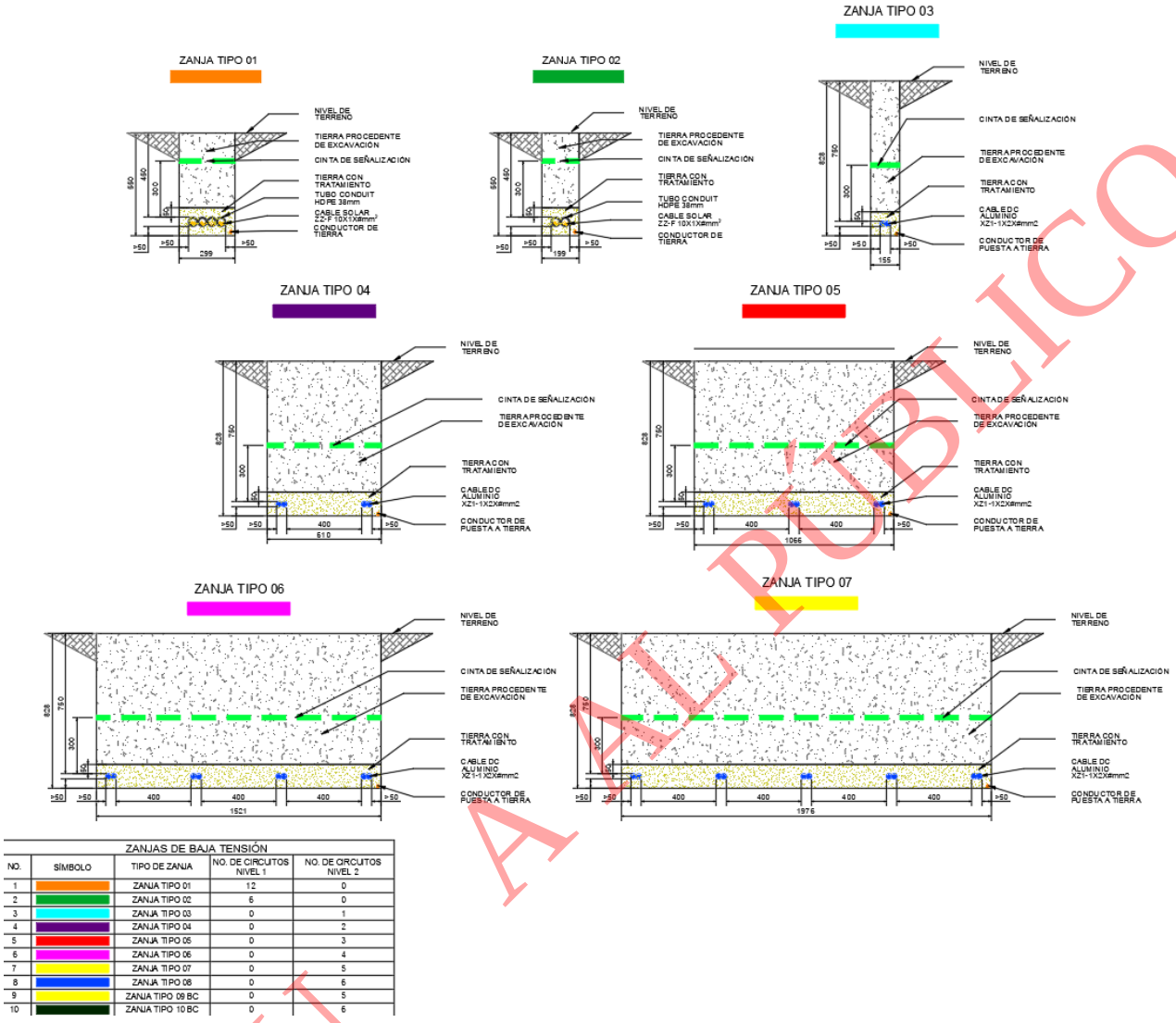
El material de relleno para la capa que incluye los cables estará compuesto de arena natural, arena manufacturada, material nativo existente, o combinaciones de estos.

Zanjas de baja tensión

Las zanjas de baja tensión (BT) alojarán el cableado que conecta las cadenas fotovoltaicas, los inversores, los motores de los seguidores solares y los sistemas de comunicación. Los conductores se instalarán en ductos independientes de acuerdo con los requerimientos de cada sistema.

Estas zanjas tendrán profundidades aproximadas de 0.55 m (N1) y 0.85 m (N2), con ancho variable según el número de conductores a instalar. En su base se colocará una capa de arena de aproximadamente 10 cm de espesor para la protección del cableado (*Figura I-7*).

CONSULTA AL PUBLICO



ZANJAS DE BAJA TENSIÓN

NO.	SÍMBOLO	TIPO DE ZANJA	NO. DE CIRCUITOS NIVEL 1	NO. DE CIRCUITOS NIVEL 2
1		ZANJA TIPO 01	12	0
2		ZANJA TIPO 02	6	0
3		ZANJA TIPO 03	0	1
4		ZANJA TIPO 04	0	2
5		ZANJA TIPO 05	0	3
6		ZANJA TIPO 06	0	4
7		ZANJA TIPO 07	0	5
8		ZANJA TIPO 08	0	6
9		ZANJA TIPO 09 BC	0	5
10		ZANJA TIPO 10 BC	0	6

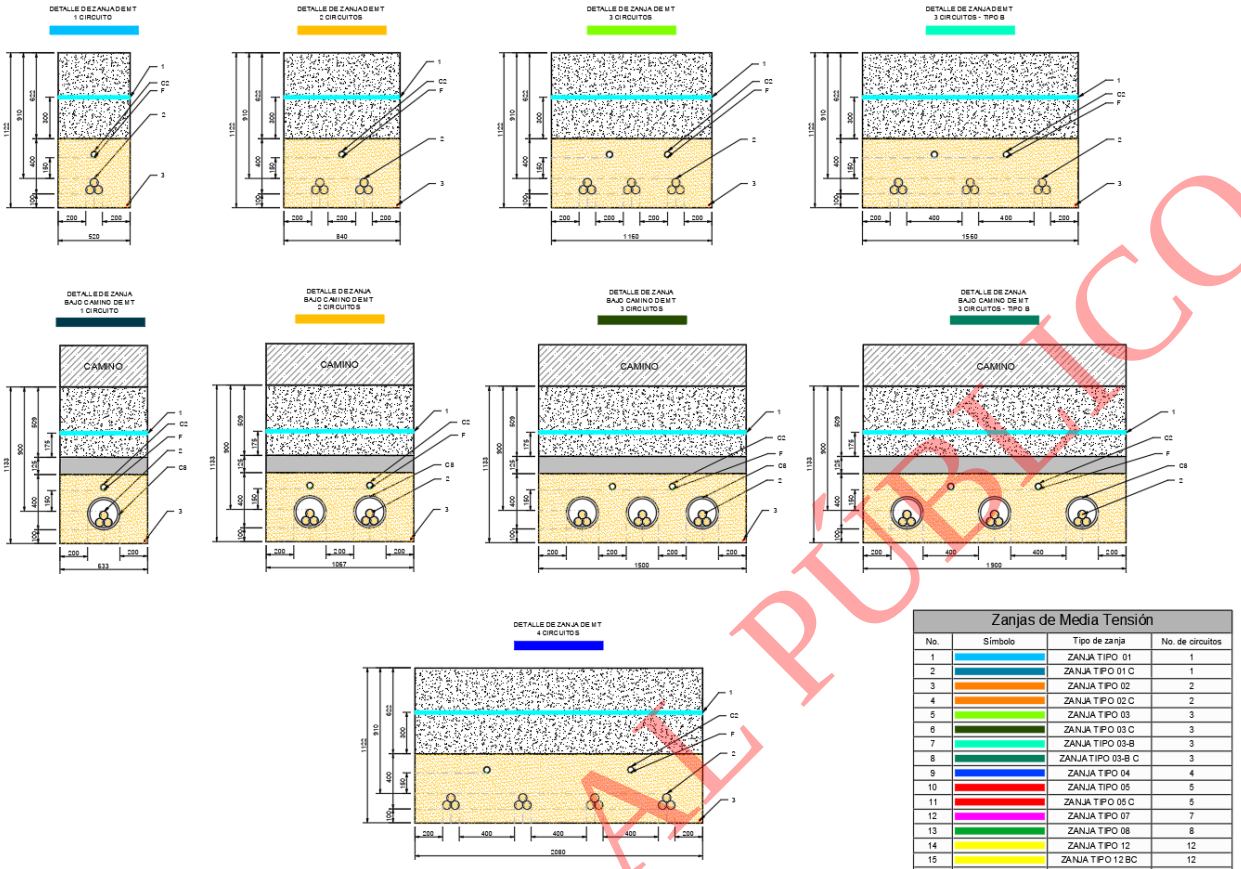
Figura I-7. Detalle de las zanjas de baja tensión

Zanjas de media tensión

Las zanjas de media tensión (MT) alojarán los conductores que interconectarán los centros de transformación con la subestación elevadora, así como la fibra óptica necesaria para la operación y monitoreo del sistema.

Estas zanjas tendrán una profundidad aproximada de 1.20 m y un ancho variable conforme a las necesidades del tendido eléctrico. Los conductores se instalarán sobre una cama de arena y contarán con elementos de protección mecánica antes de su relleno y cierre. El sistema operará a una tensión de 34.5 kV (*Figura I-8*).

CONSULTA AL PÚBLICO



Zanjas de Media Tensión

No.	Símbolo	Tipo de zanja	No. de circuitos
1		ZANJA TIPO 01	1
2		ZANJA TIPO 01 C	1
3		ZANJA TIPO 02	2
4		ZANJA TIPO 02 C	2
5		ZANJA TIPO 03	3
6		ZANJA TIPO 03 C	3
7		ZANJA TIPO 03-B	3
8		ZANJA TIPO 03-B C	3
9		ZANJA TIPO 04	4
10		ZANJA TIPO 05	5
11		ZANJA TIPO 05 C	5
12		ZANJA TIPO 07	7
13		ZANJA TIPO 08	8
14		ZANJA TIPO 12	12
15		ZANJA TIPO 12 BC	12
16		ZANJA TIPO 14	14

Figura I-8. Detalle de las zanjas de media tensión

VALLADO PERIMETRAL

Como medida de seguridad, el Proyecto contará con un vallado perimetral que delimitará completamente el área de la planta fotovoltaica. El cercado tendrá una altura mínima de 2.0 m y estará conformado por malla ciclónica de acero galvanizado calibre 12.5, con una abertura de malla de 55 mm y postes verticales de tubo galvanizado calibre 18 espaciados aproximadamente cada 3.0 m.

Asimismo, se contempla la instalación de un acceso principal para personal y vehículos con un ancho aproximado de 6.0 m. Las características generales del vallado se presentan en la *Figura I-9*.

CONSULTA AL PÚBLICO

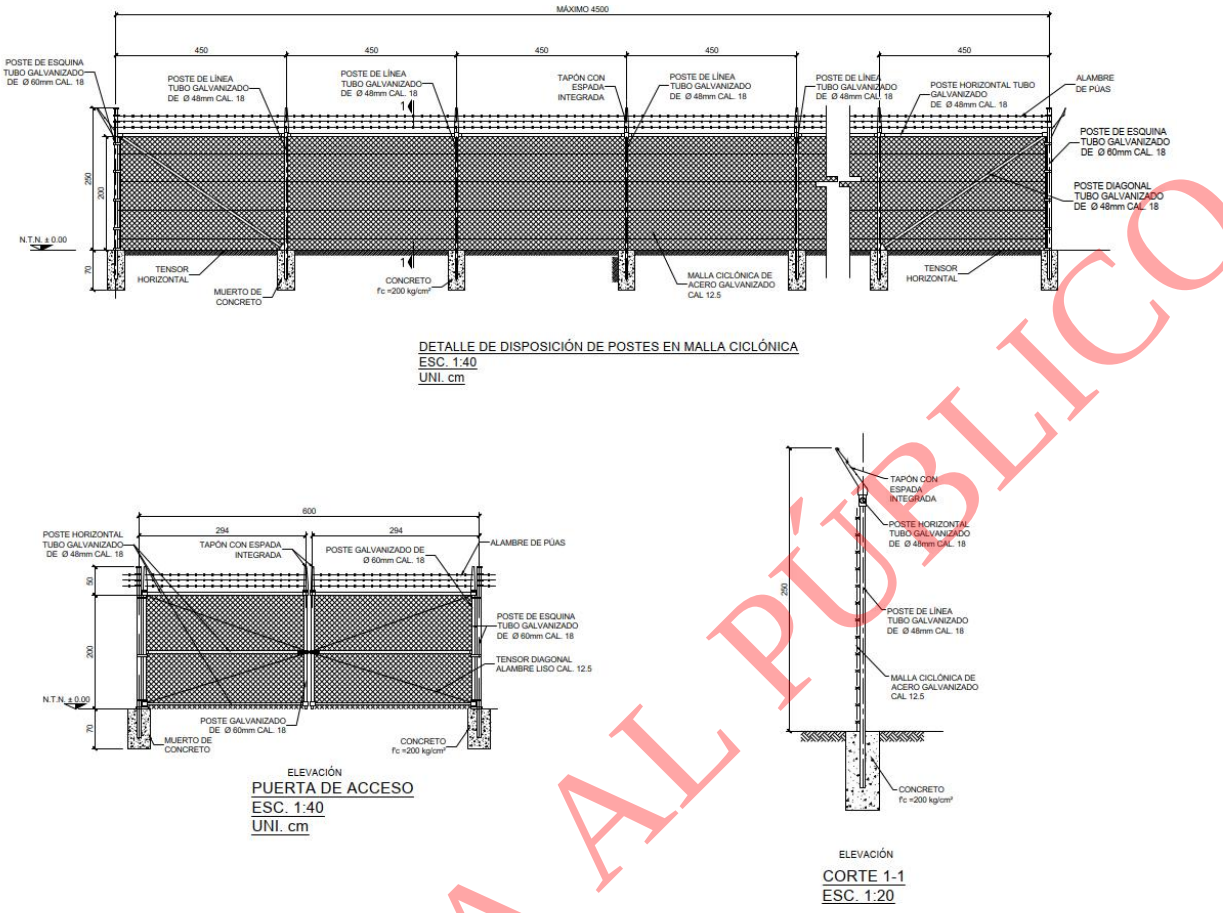


Figura I-9. Especificaciones de la valla perimetral

Instalaciones permanentes y campamento de faenas

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se habilitará un campamento de faenas destinado a concentrar las actividades de administración, supervisión, control de obra, almacenamiento de materiales y apoyo logístico para la ejecución del Proyecto. Para ello, se prevé la utilización de instalaciones modulares desmontables, transportables y reutilizables, tales como oficinas, almacenes y áreas de servicio.

Por su parte, durante la etapa de operación se dispondrá de instalaciones permanentes destinadas a las actividades de operación y mantenimiento de la planta, así como al resguardo de equipos, materiales y personal requerido para su funcionamiento.

DRENAJES

El sistema de drenaje del Proyecto tiene como objetivo captar, conducir y desalojar los escurrimientos superficiales generados al interior del área del Proyecto, favoreciendo su incorporación controlada a los cauces naturales existentes y reduciendo el riesgo de erosión, inundaciones o afectaciones a la infraestructura y equipos del parque fotovoltaico.

CONSULTA AL PÚBLICO

Cunetas y obras de drenaje transversal

Como parte del sistema de drenaje se contempla la construcción de aproximadamente 50 cunetas para la protección de los viales internos y 19 obras de drenaje transversal (ODT) destinadas a permitir el paso de los escurrimientos a través de éstos.

Las cunetas podrán construirse con revestimiento de concreto o sin revestimiento, dependiendo de las condiciones hidráulicas identificadas para cada sitio. Su dimensionamiento y características definitivas serán establecidos en etapas posteriores del diseño, considerando los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos correspondientes. Algunas de las secciones tipo consideradas para este tipo de estructuras se presentan en la (*Figura I-10*).

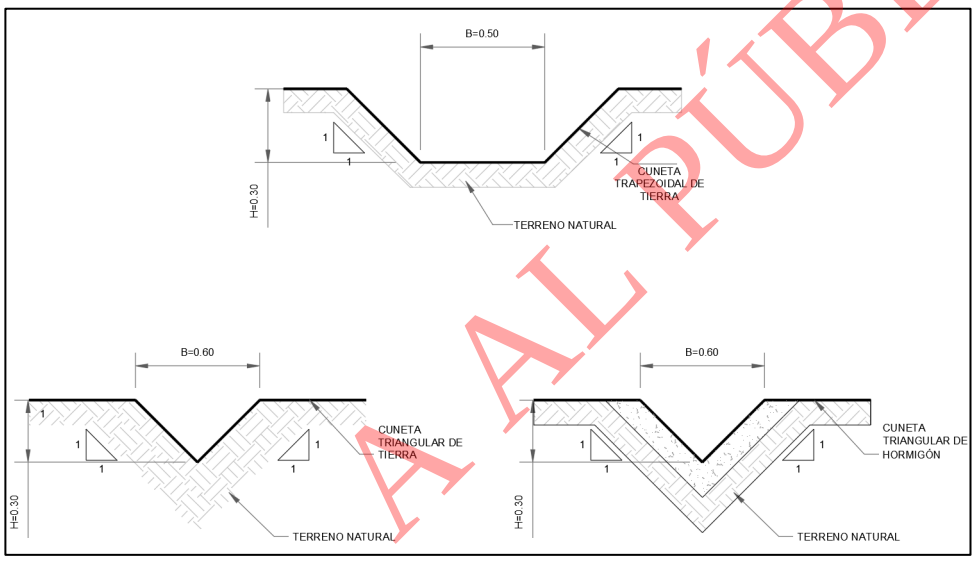


Figura I-10. Secciones tipo cunetas

Con el propósito de minimizar procesos erosivos, cada cuneta contará con estructuras de disipación o reducción de velocidad en los puntos de descarga hacia el terreno natural.

Por su parte, las obras de drenaje transversal permitirán el paso seguro de los escurrimientos por debajo o sobre los caminos internos, evitando afectaciones a la infraestructura vial. De manera preliminar, se considera la posible utilización de los siguientes tipos de estructuras:

- Vados. Estructuras que permiten el paso del agua sobre la superficie del vial mediante tirantes reducidos, generalmente no mayores a 3 cm. Podrán construirse en tierra o concreto y serán utilizados principalmente en aquellos sitios donde la elevación del camino sea similar a la del terreno natural (*Figura I-11*).

CONSULTA AL PÚBLICO

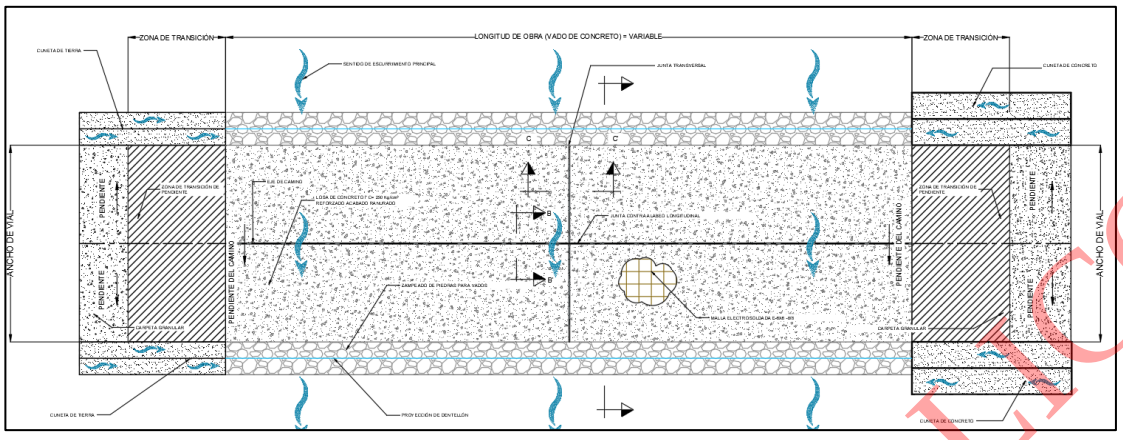


Figura I-11. ODT tipo vado

- Tuberías. Estructuras destinadas a conducir los escurrimientos por debajo de los caminos mediante tuberías de polietileno de alta densidad o de concreto. Su utilización se prevé en sitios con mayores caudales o donde las condiciones geométricas de los viales no permitan la implementación de vados (*Figura I-12*).

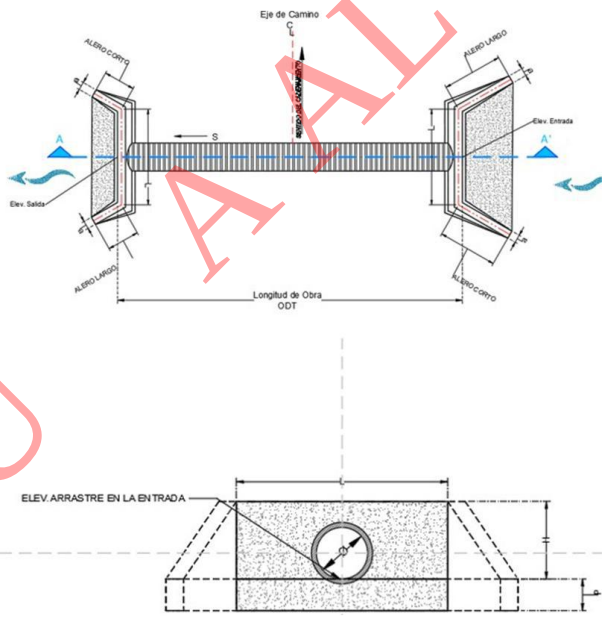


Figura I-12. ODT tipo tubería

- Cajones de Concreto: Estructuras de concreto armado, prefabricadas o construidas en sitio, utilizadas para conducir escurrimientos de mayor magnitud. Estas obras ofrecen una mayor capacidad hidráulica y podrán emplearse en zonas donde las tuberías no resulten técnicamente viables o requieran una mayor resistencia estructural ante las cargas generadas por el tránsito vehicular (*Figura I-13*).

CONSULTA AL PÚBLICO

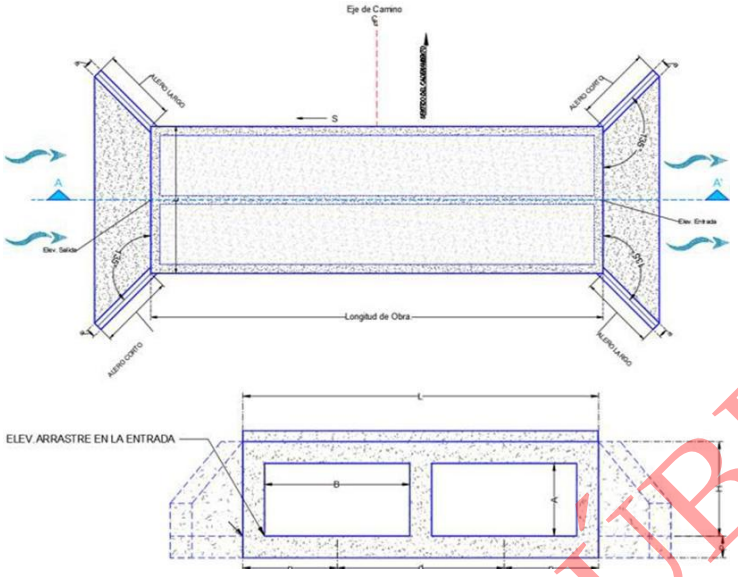


Figura I-13. ODT tipo cajón de concreto

El dimensionamiento y diseño definitivo de las obras de drenaje transversal se realizará durante las etapas posteriores de ingeniería, con base en los estudios hidrológicos e hidráulicos específicos del área de estudio.

Viales

El Proyecto contará con infraestructura vial destinada a facilitar el acceso, operación y mantenimiento de los distintos componentes que conforman la planta fotovoltaica.

La red vial proyectada estará integrada por un camino de acceso principal y por caminos internos distribuidos entre las distintas áreas operativas del Proyecto. Estas vialidades permitirán la circulación de personal, maquinaria y vehículos de servicio durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. (*Figura I-14*).

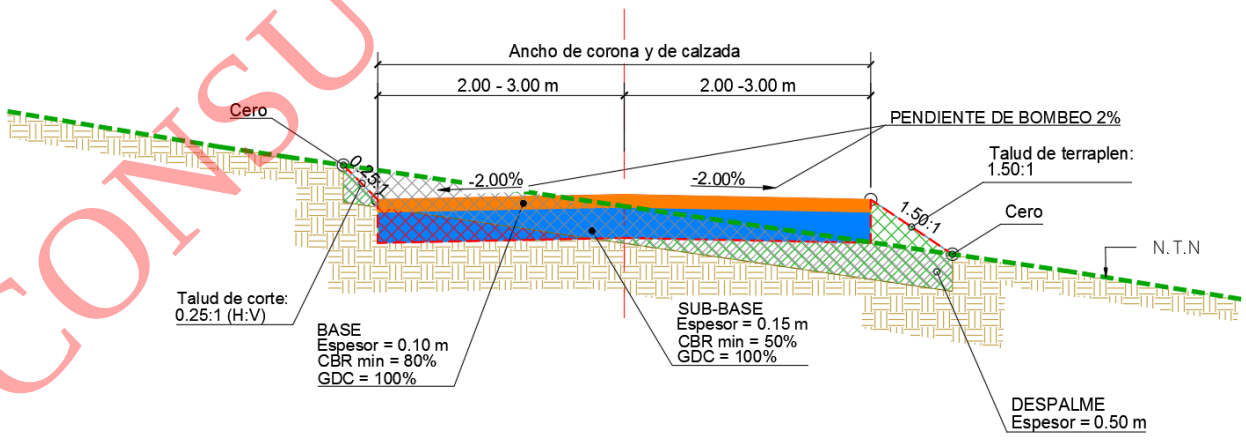


Figura I-14. Sección transversal tipo

CONSULTA AL PUBLICO

Viales internos

Se proyectaron cuatro poligonales delimitados por la valla perimetral con vías internas conectadas a las diferentes vías de acceso con una longitud total de 14,100.77 m. Para el diseño se ha tomado una anchura de 4 m.

Viales de acceso

Se proyectó una vía de acceso conectada a la comunidad Tepetates.

Subestación

La energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos, una vez convertida a corriente alterna por los inversores y colectada mediante la red de media tensión (34.5 kV), será conducida a la subestación elevadora interna del parque fotovoltaico.

En esta instalación se realizará la elevación del nivel de tensión de 34.5 kV a 115 kV mediante un transformador de potencia, permitiendo la interconexión y entrega de la energía generada al Sistema Eléctrico Nacional. La subestación elevadora ocupará una superficie aproximada de 4,149.95 m².

CONSU A AL PÚBLICO

I.8.2. Programa de trabajo

A continuación, se presenta el programa de trabajo correspondiente a las obras y/o actividades, de forma calendarizada y para toda la vida útil del proyecto (*Tabla I-9*).

Tabla I-9. Cronograma de actividades del Proyecto

Etapa	Actividades	Año		Mes																								Años 1 a 35	Año 1
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Planeación	Gestión de trámites y permisos	*	*																										
Preparación de sitio	Desmonte			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*										
	Despalme			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*										
	Nivelación del terreno			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
	Adecuación de caminos existentes					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
	Apertura de caminos nuevos										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
	Apertura de zanjas										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
	Instalación de pilotes												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
	Instalación del sistema fotovoltaico																						*	*	*	*			
	Montaje de paneles solares																			*	*	*	*	*	*	*			
	Obra civil subestación										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
	Retiro de maquinaria y materiales																								*	*			
Operación y mantenimiento	Generación de energía																											*	
	Conducción eléctrica (subterránea)																											*	

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividades	Año		Mes																						1 a 35 Años	Año
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		1
	Transformación																											*	
	Mantenimiento de paneles solares																											*	
Desmantelamiento y abandono	Desconexión de paneles																												*
	Desmontaje de paneles																												*
	Desmantelamiento instalaciones eléctricas																												*
	Retiro de cimentaciones																												*

CONSULTA AL PÚBLICO

I.8.3. Duración estimada del Proyecto

Se estima que la vida útil del Proyecto será de al menos 35 años. Al término de este periodo se evaluará la continuidad de la operación, considerando el estado de la infraestructura y las condiciones técnicas, económicas y regulatorias aplicables. En caso de concluir su operación, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones y a la restauración de las áreas intervenidas, conforme a las disposiciones ambientales vigentes.

No obstante, la vida útil del Proyecto podría extenderse mediante la sustitución, mantenimiento o reacondicionamiento de los equipos e infraestructura que lo conforman, permitiendo mantener condiciones adecuadas de operación durante un periodo mayor.

I.8.3.1. Preparación de sitio y construcción

I.8.3.1.1. Preparación del sitio

Esta etapa comprende las actividades previas a la instalación de los sistemas fotovoltaicos y de la infraestructura asocia, cuyo objetivo es acondicionar el terreno para el desarrollo de las obras proyectadas.

Los trabajos iniciarán con el replanteo topográfico, trazo y marcaje de las áreas destinadas a los distintos componentes del Proyecto, incluyendo las zonas operativas, caminos internos, cimentaciones y demás infraestructura requerida.

Desmonte y despalme

Posteriormente se realizarán las actividades de desmonte, despalme y acondicionamiento del terreno en las áreas donde se instalará la infraestructura del Proyecto. Estas actividades incluirán el retiro de la cobertura vegetal autorizada, la remoción de la capa superficial del suelo cuando resulte necesario y la ejecución de movimientos de tierra para generar superficies estables que permitan la construcción de cimentaciones, canalizaciones y demás obras civiles.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contará con instalaciones provisionales de apoyo, incluyendo oficinas, servicios sanitarios, vigilancia, telecomunicaciones, almacenamiento temporal de materiales y áreas destinadas al manejo de residuos.

Los residuos generados serán segregados de acuerdo con su clasificación (residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos), almacenados temporalmente en áreas acondicionadas para tal fin y entregados a empresas o prestadores de servicios autorizados para su transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final, según corresponda.

CONSULTA AL PÚBLICO

Asimismo, durante el desarrollo de las obras se dará cumplimiento a la normativa ambiental aplicable, implementando las medidas necesarias para la protección de la flora y fauna silvestres, así como para la prevención y control de impactos sobre el suelo, el agua y la atmósfera.

I.8.3.1.2. Construcción

Durante esta etapa se llevará a cabo la instalación de la infraestructura y de los equipos que conforman el parque fotovoltaico, de acuerdo con las especificaciones técnicas y criterios de ingeniería del Proyecto.

Las actividades constructivas iniciarán con la instalación del vallado perimetral, el cual tendrá como finalidad delimitar las áreas operativas y restringir el acceso de personas no autorizadas. Posteriormente, se desarrollarán las obras civiles necesarias para la habilitación de caminos, cimentaciones, canalizaciones eléctricas, drenajes, centros de transformación, subestación elevadora, edificios auxiliares y demás infraestructura asociada.

Caminos internos y acceso

Como parte de las obras de construcción se habilitará la infraestructura vial necesaria para garantizar el acceso, circulación y operación de los distintos componentes del Proyecto. Esta infraestructura estará integrada por el camino de acceso principal y por los caminos internos que comunicarán las diferentes áreas operativas de la planta fotovoltaica.

El diseño de los caminos considerará las condiciones topográficas del terreno, la distribución de los componentes del Proyecto y los requerimientos geotécnicos aplicables. Asimismo, el acceso al sitio aprovechará la infraestructura vial existente en la zona, en tanto que los caminos internos permitirán la conexión entre las áreas de módulos fotovoltaicos, centros de transformación, subestación elevadora y demás instalaciones asociadas.

Las características técnicas y dimensiones de los caminos proyectados se describen en el apartado correspondiente a los componentes del Proyecto

Corte y conformación de viales

En los tramos donde la rasante de diseño de los caminos se ubique por debajo del nivel natural del terreno, se realizarán cortes para conformar la sección requerida y garantizar las condiciones de operación y seguridad de las vialidades.

Cuando sea necesario, se efectuarán rellenos utilizando material procedente de las excavaciones o de bancos de préstamo autorizados que cumplan con las especificaciones técnicas del Proyecto. Los materiales empleados estarán libres de materia orgánica y otros elementos que puedan afectar la estabilidad de la infraestructura.

CONSULTA AL PÚBLICO

Posteriormente, se llevarán a cabo trabajos de conformación, nivelación y compactación del terreno, así como la colocación de material estabilizado cuando las condiciones geotécnicas lo requieran, con el fin de proporcionar una superficie adecuada para el tránsito de vehículos y las actividades de operación y mantenimiento.

Estructura de soporte de los paneles solares

Una vez acondicionado el terreno, se procederá a la instalación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos. El sistema de seguimiento estará integrado por hincas, tubo de torque, eje de transmisión, sistema motorizado de rotación, sistema de comunicación y los elementos de soporte necesarios para el montaje de los módulos y de los sistemas eléctricos asociados.

La instalación de las estructuras se realizará mediante el hincado de perfiles metálicos en el terreno utilizando maquinaria especializada. La profundidad de hincado y la porción expuesta de los perfiles dependerán de las características geotécnicas del sitio y de los criterios de diseño estructural, pudiendo requerirse cimentaciones auxiliares en casos específicos (*Figura I-15* y *Figura I-16*).



Figura I-15. Hincadora para estructura de seguir

CONSULTA AL PÚBLICO



Figura I-16. Montaje de Torque Tube

Montaje de módulos solares

Una vez instaladas las estructuras de soporte, se procederá al montaje de los módulos fotovoltaicos conforme a las especificaciones técnicas del fabricante y a los criterios de diseño del Proyecto. La instalación se realizará mediante sistemas de fijación diseñados para garantizar la estabilidad de los módulos y evitar daños en los elementos estructurales o en las celdas fotovoltaicas durante su operación (*Figura I-17*).

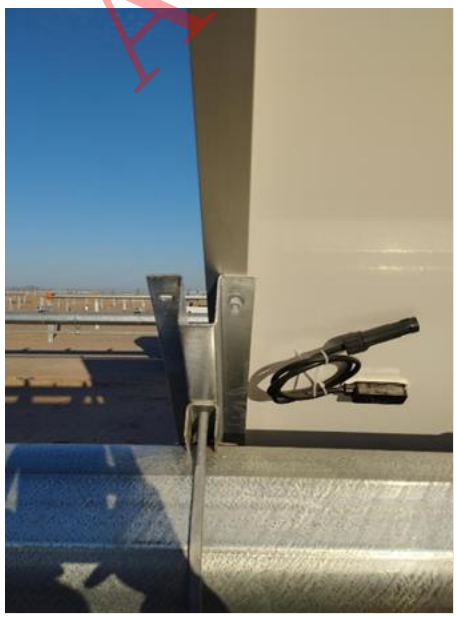


Figura I-17. Fijación de panel

CONSULTA AL PÚBLICO

Red de Media Tensión

Como parte de las obras eléctricas, se construirá la red de media tensión que permitirá la interconexión de los centros de transformación con la subestación elevadora del Proyecto. El tendido de esta infraestructura se desarrollará principalmente a lo largo de los caminos internos y áreas de servicio, considerando las condiciones topográficas y los cruces requeridos con otras obras proyectadas.

De manera simultánea, se instalarán los sistemas asociados de comunicación y puesta a tierra necesarios para la operación y seguridad de la planta (*Figura I-18*).



Figura I-18. Zanja de media tensión

Obras de drenaje

Durante esta etapa se construirán las obras de drenaje previstas para el manejo de los escurrimientos superficiales dentro del área del Proyecto. Estas obras tendrán como finalidad captar, conducir y desalojar el agua de lluvia de manera controlada, reduciendo el riesgo de erosión y protegiendo la infraestructura proyectada.

El sistema estará conformado principalmente por cunetas y obras de drenaje transversal, incluyendo vados y otras estructuras que permitan el paso seguro de los escurrimientos a través de los caminos internos, de acuerdo con los requerimientos hidráulicos identificados para el sitio.

Drenaje Longitudinal

Como parte del sistema de manejo de escurrimientos superficiales, se construirán cunetas longitudinales destinadas a captar y conducir el agua de lluvia generada dentro del área del Proyecto, contribuyendo a la protección de los caminos e infraestructura asociada.

De manera preliminar, se contempla la construcción de aproximadamente 50 cunetas, las cuales serán dimensionadas conforme a los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos del Proyecto. Dependiendo

CONSULTA AL PÚBLICO

de las condiciones particulares de cada sitio, podrán emplearse secciones trapezoidales, triangulares o de talud (*Figura I-19*).

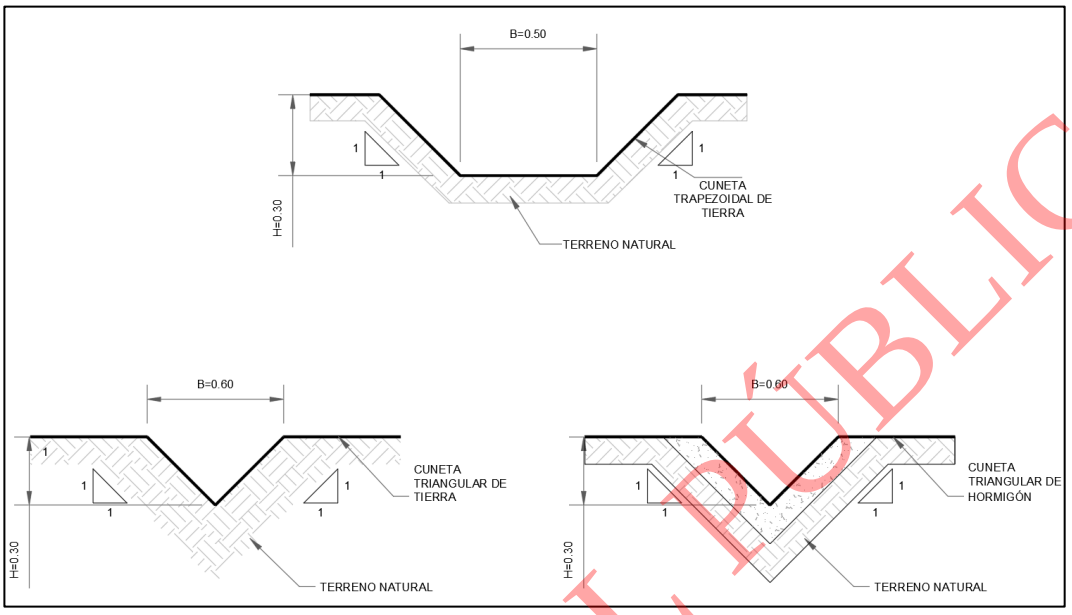


Figura I-19. Tipo de sección de cuneta

Drenaje Transversal

Adicionalmente, se contempla la construcción de 19 obras de drenaje transversal para permitir el paso seguro de los escurrimientos a través de los caminos internos y evitar afectaciones a la infraestructura vial.

De forma preliminar, las obras podrán consistir en vados, tuberías o cajones de concreto, seleccionándose la alternativa más adecuada de acuerdo con las características hidráulicas de cada punto de cruce. El diseño definitivo de estas estructuras se desarrollará durante las etapas posteriores de ingeniería, considerando los caudales de diseño y las condiciones específicas del terreno.

I.8.3.2. Operación y mantenimiento

Engloba la producción y transporte de la energía eléctrica, así como las tareas de mantenimiento (tanto preventivas como correctivas) necesarias para garantizar un buen funcionamiento de la central eléctrica en su conjunto. Se iniciarán una vez que termine la etapa de construcción e interconexión a la red.

En la etapa de operación se tendrán lugar las siguientes actividades:

- Funcionamiento de la planta solar.
- Funcionamiento de la línea de transmisión y subestaciones.
- Operación y supervisión de equipos.
- Supervisión de contratistas para actividades de mantenimiento.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Labores de mantenimiento (correctivo y preventivo).

I.8.3.2.1. Operación

Durante la etapa de operación, la planta fotovoltaica tendrá como función principal la generación y entrega de energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La operación de las instalaciones será supervisada desde el Cuarto de Control Central mediante sistemas de monitoreo, medición y control que permitirán verificar el desempeño de los equipos y asegurar el cumplimiento de los parámetros operativos establecidos.

La energía eléctrica será generada por los módulos fotovoltaicos en forma de corriente continua (CC), la cual será conducida mediante cableado subterráneo hacia los inversores ubicados en los centros de transformación. En estos equipos se realizará la conversión de corriente continua a corriente alterna (CA), adecuada para su integración a la red eléctrica.

Posteriormente, la energía será conducida a través de la red de media tensión interna hacia la subestación elevadora del Proyecto, donde el voltaje será incrementado hasta el nivel requerido para su interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional. Una vez transformada, la energía será inyectada a la red eléctrica para su transmisión y posterior suministro a los centros de consumo.

Durante la operación se efectuarán actividades permanentes de supervisión, monitoreo y control de los sistemas eléctricos, con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio, la eficiencia operativa de la planta y el cumplimiento de las disposiciones técnicas aplicables.

I.8.3.2.2. Mantenimiento

Con el propósito de garantizar la continuidad operativa, la seguridad y la eficiencia de la planta fotovoltaica, durante toda la vida útil del Proyecto se llevarán a cabo actividades de mantenimiento preventivo y correctivo sobre los módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, sistemas eléctricos, centros de transformación, subestación elevadora, sistemas de comunicación e infraestructura auxiliar.

Previo a la ejecución de cualquier actividad de mantenimiento, los equipos y circuitos involucrados serán aislados y desenergizados conforme a los procedimientos de seguridad aplicables, a fin de prevenir riesgos para el personal encargado de las labores.

Mantenimiento de paneles solares

Antes de las operaciones de mantenimiento, el interruptor entre los equipos y todas las fuentes de alimentación deben desconectarse para evitar accidentes. Deben ser realizadas por profesionales, utilizando herramientas de inspección para garantizar que no haya voltaje y corriente.

CONSULTA AL PÚBLICO

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consistirá en inspecciones programadas, revisiones periódicas y actividades de conservación orientadas a mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, detectar oportunamente posibles anomalías y reducir la probabilidad de fallas no programadas.

Las actividades incluirán, entre otras:

- Inspección y revisión de módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte y sistemas de seguimiento.
- Verificación del estado de conexiones eléctricas, cableado, sistemas de puesta a tierra y equipos de protección.
- Inspección de inversores, centros de transformación y subestación elevadora.
- Revisión de sistemas de ventilación, alumbrado, señalización y dispositivos de seguridad.
- Verificación del estado físico de gabinetes, envolventes, cerraduras, sellos y elementos expuestos a la intemperie.
- Evaluación de posibles procesos de corrosión, desgaste o deterioro en componentes metálicos.
- Mantenimiento y actualización de sistemas de monitoreo, control y software.
- Inspecciones termográficas y pruebas eléctricas especializadas en equipos críticos.
- Control de vegetación y manejo de plagas en las áreas operativas del Proyecto.

La frecuencia de estas actividades será determinada con base en las recomendaciones de los fabricantes, la criticidad de los equipos, las condiciones ambientales del sitio y los requerimientos operativos de la planta. De manera general, se prevén inspecciones semestrales y anuales para los principales componentes de la instalación.

Actividades y periodicidad de Mantenimiento preventivo

Aparte de que la tarea se aplique a los equipos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, procedimientos seguros de trabajo y los estándares de un buen mantenimiento, es muy importante que se haga con una frecuencia adecuada, atendiendo a la criticidad de los equipos dentro de la instalación y a las condiciones climáticas y ambientales.

Actividades semestrales

Se refiere a los trabajos que requieren mayor periodicidad en su supervisión debido a las características y ubicaciones de los equipos y sus componentes.

La periodicidad de las labores puede variar dependiendo de las características de la instalación, a continuación, se enlistan algunas actividades importantes:

- Funciones de seguridad.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Mantenimiento de software.
- Inspección de componentes internos.
- Entrada y salida de ventilación de dispositivos y cuartos de operación.
- Comprobar el alumbrado normal y de emergencia.
- Controlar las señales de seguridad, rutas de evacuación, puertas, escaleras, etc.
- Control de plagas anuales.
- Verificar componentes internos, ruidos anormales durante la operación.
- Verifique si el equipo de protección contra rayos y los fusibles, etc. están bien sujetos.
- Compruebe si hay oxidación u óxido dentro de los dispositivos.
- Verifique si los puntos de soldadura son firmes y si hay óxido.
- Verifique si la presión del gas de los gabinetes sellados es la establecida por el fabricante.
- Revisión celdas de MT y cables de Alta Tensión, inspección visual de cuchillas seccionadoras de línea / tierra en SE.
- Ensayos de transformador de Potencia en SE.

Actividades anuales

- Verificar componentes internos, ruidos anormales durante la operación.
- Verificar que las señales y etiquetas de advertencia sean claramente visibles y estén libres de daños. Reemplace si es necesario.
- Verifique si la conexión entre cable y terminal al interior de los dispositivos es correcta.
- Verifique si el equipo de protección contra rayos y los fusibles, etc. están bien sujetos.
- Compruebe si hay oxidación u óxido dentro de los dispositivos.
- Verifique si los puntos de soldadura son firmes y si hay óxido.
- Verifique si las carcasas de los dispositivos expuestos a intemperie están dañadas, pintura pelada, oxidada, etc.
- Verifique si las cerraduras de las ventanas y las puertas de los gabinetes se pueden abrir de forma flexible.
- Verifique si las tiras de sellado, etc. está bien fijadas.
- Verifique si la presión del gas de los gabinetes sellados es la establecida por el fabricante.
- Revisar mediante termografía las instalaciones y equipos.
- Revisión celdas de MT y cables de Alta Tensión, inspección visual de cuchillas seccionadoras de línea / tierra en SE.
- Ensayos de transformador de Potencia en SE.

CONSULTA AL PÚBLICO

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo tendrá como finalidad evaluar continuamente el estado operativo de los equipos mediante técnicas de monitoreo y diagnóstico que permitan identificar oportunamente posibles anomalías, reduciendo la probabilidad de fallas y optimizando el desempeño de la planta.

Para ello se utilizarán herramientas y sistemas de monitoreo que permitan analizar parámetros operativos de los equipos y detectar desviaciones respecto a las condiciones normales de funcionamiento. Entre las principales actividades consideradas se encuentran:

- Inspecciones termográficas para la detección de puntos calientes, sobrecargas o deterioro de componentes eléctricos.
- Monitoreo de parámetros eléctricos, incluyendo voltaje, corriente, potencia y otros indicadores de desempeño.
- Seguimiento de indicadores operativos mediante los sistemas de control y monitoreo de la planta.
- Evaluación del comportamiento de equipos críticos para anticipar necesidades de mantenimiento o sustitución de componentes.

La información obtenida permitirá programar oportunamente las actividades de mantenimiento y prolongar la vida útil de los equipos, reduciendo tiempos de inactividad y costos operativos.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo comprenderá las actividades destinadas a restablecer las condiciones normales de operación de los equipos e instalaciones cuando se presenten fallas, averías o condiciones que afecten su funcionamiento.

Estas actividades podrán incluir ajustes, reparaciones, sustitución de componentes, reposición de equipos y corrección de anomalías detectadas durante las inspecciones o durante la operación de la planta. Dependiendo de la naturaleza de la falla y de su impacto sobre la generación eléctrica, las acciones correctivas podrán programarse o ejecutarse de manera inmediata.

Las labores de mantenimiento correctivo podrán realizarse sobre componentes mecánicos, eléctricos, electromecánicos, sistemas de control, comunicación y demás infraestructura asociada al Proyecto.

Mantenimiento extraordinario

De manera eventual, podrán realizarse actividades de mantenimiento extraordinario cuando se requieran intervenciones de mayor alcance para conservar, mejorar o modernizar la infraestructura y los equipos de la planta fotovoltaica.

CONSULTA AL PUBLICO

Estas actividades podrán incluir la rehabilitación o sustitución de componentes mayores, mejoras tecnológicas, actualización de sistemas de control y monitoreo, reforzamiento de estructuras, modernización de equipos o cualquier otra acción orientada a mantener la confiabilidad, eficiencia y seguridad operativa del Proyecto.

La ejecución de estas actividades permitirá extender la vida útil de la infraestructura y asegurar que la planta continúe operando conforme a los estándares técnicos y de desempeño previstos durante su etapa de diseño.

I.8.3.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La vida útil estimada del Proyecto es de al menos 35 años; sin embargo, ésta podría extenderse mediante programas de mantenimiento mayor, modernización tecnológica o repotenciación de las instalaciones, que permitan sustituir equipos y componentes por tecnologías más eficientes sin necesidad de desarrollar una nueva infraestructura de generación.

En caso de que al término de la vida útil del Proyecto no se determine su continuidad operativa, se procederá a la ejecución de un programa de desmantelamiento y abandono, cuyo objetivo será retirar la infraestructura instalada y restablecer, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales del sitio.

Previo al inicio de estas actividades se elaborará un plan específico de cierre y abandono, en el que se definirán los procedimientos constructivos, las medidas de seguridad, las acciones de protección ambiental y los mecanismos para el manejo de los residuos generados, conforme a la normativa aplicable vigente al momento de su ejecución.

Las actividades de desmantelamiento incluirán, entre otras:

- Desconexión y desenergización de los sistemas eléctricos.
- Desmontaje de módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, equipos electromecánicos y sistemas auxiliares.
- Retiro de cableado, centros de transformación, subestación elevadora y demás infraestructura asociada.
- Desmantelamiento de edificaciones, instalaciones temporales y obras complementarias que no se determine conservar.
- Recolección, clasificación, reutilización, reciclaje o disposición final de materiales y residuos conforme a su naturaleza y a la normatividad aplicable.

Los módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, conductores eléctricos y demás componentes susceptibles de aprovechamiento serán destinados preferentemente a procesos de reutilización o reciclaje. Aquellos materiales que no puedan ser valorizados serán entregados a empresas o instalaciones autorizadas para su tratamiento o disposición final.

CONSULTA AL PÚBLICO

Una vez concluido el retiro de la infraestructura, se implementarán las acciones de restauración, rehabilitación o compensación ambiental que resulten procedentes, con la finalidad de favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del sitio y minimizar los efectos derivados de la ocupación del terreno durante la vida útil del Proyecto.

I.8.3.4. Requerimientos de personal e insumos

Se procurará que la mayor parte del personal requerido para el desarrollo del Proyecto sea contratada en localidades y municipios cercanos al área de influencia, contribuyendo así a la generación de empleo local y a la derrama económica regional. La contratación de personal especializado podrá complementarse con trabajadores provenientes de otras regiones del país cuando la disponibilidad de mano de obra local no sea suficiente para cubrir los requerimientos técnicos específicos del Proyecto. El personal será trasladado diariamente al sitio de trabajo, por lo que no se contempla la instalación de campamentos para pernocta.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se habilitarán instalaciones temporales de apoyo para los trabajadores, incluyendo sanitarios portátiles en una proporción mínima de una unidad por cada 20 trabajadores, así como áreas provisionales sombreadas destinadas al consumo de alimentos y periodos de descanso.

Se estima que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá una plantilla máxima aproximada de 520 trabajadores, integrada por personal técnico, operativo y administrativo. En la etapa de operación y mantenimiento, debido al alto grado de automatización de los sistemas, la demanda de personal disminuirá considerablemente, estimándose una plantilla permanente de 21 trabajadores. Por su parte, en una eventual etapa de desmantelamiento se prevé la participación de hasta 165 trabajadores.

En el *Tabla I-10* se presentan los requerimientos estimados de personal para cada una de las etapas del Proyecto.

Tabla I-10. Requerimientos de personal por etapa del proyecto

Especialidad/ Actividad	Empleados/ Boques	Máximo número de empleos	Tipo de empleo	Origen
PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SITIO				
Dirección de obra	2	10	Temporal	Nacional
Electricistas	45	130	Temporal	Nacional/ Local
Mecánicos	30	195	Temporal	Nacional/ Local
Encargado de obra	1	7	Temporal	Nacional/ Local
Albañiles	7	45	Temporal	Local
Ayudantes de construcción	3	52	Temporal	Local
Conductores	4	33	Temporal	Nacional/ Local
Operación de equipos portátiles livianos y pesados	11	48	Temporal	Nacional/ Local
Subtotal de empleos		**520**		

CONSULTA AL PÚBLICO

Especialidad/ Actividad	Empleados/ Boques	Máximo número de empleos	Tipo de empleo	Origen
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
Personal de vigilancia	2	2	Fijo	Local
Supervisores de operación	2	2	Fijo	Nacional/ Local
Gestor social	1	1	Fijo	Nacional/ Local
Mantenimiento preventivo	4	4	Fijo	Nacional/ Local
Empleos diversos	12	12	Temporal	Nacional/ Local
Subtotal de empleos		**21**		
DESMANTELAMIENTO				
Electricistas	26	26	Temporal	Nacional/ Local
Mecánicos	110	110	Temporal	Nacional/ Local
Maestro de obra	9	9	Temporal	Nacional/ Local
Albañiles	4	4	Temporal	Local
Ayudantes de construcción	6	6	Temporal	Local
Conductores	10	10	Temporal	Nacional/ Local
Subtotal de empleos		**165**		

REQUERIMIENTOS DE AGUA

El agua constituye un insumo indispensable durante las distintas etapas del Proyecto. Durante la preparación del sitio y construcción será requerida para actividades como el control de polvo, elaboración de mezclas para construcción y servicios básicos para el personal. Asimismo, se considera el suministro de agua potable para consumo humano y para actividades de higiene.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, los requerimientos de agua disminuirán significativamente y estarán asociados principalmente al uso sanitario del personal y a las actividades de limpieza de los módulos fotovoltaicos. En todos los casos, el abastecimiento se realizará a través de proveedores autorizados y bajo criterios de uso eficiente y responsable del recurso.

En la *Tabla I-11* se presentan los requerimientos estimados de agua para cada etapa del Proyecto.

Tabla I-11. Requerimientos de agua por etapas del proyecto

Concepto	Origen	Cantidad
PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION		
Labores de Preparación del sitio y construcción	Agua cruda (también puede ser agua tratada) por contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	260 m^3 por mes (considerando una pipa promedio de 10 m^3, un control de polvo alto y suministro para mezclas de concreto).
Preparación de alimentos y aseo del personal	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 2000 litros. Se considera un total de 520 empleados.	208 m3 al mes (considerando una tasa media de gasto de agua considerando sanitarios tipo seco y que no se establecen regaderas en sitio).
Consumo personal (agua para beber)	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales. Se estiman 3 litros diarios por trabajador	60 litros por día (3 garrafones de 20L cada uno)

CONSULTA AL PÚBLICO

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Uso sanitario	Agua para uso de las instalaciones sanitarias en sitio (lavabos). El almacenamiento será en contenedores de 1000 litros.	200 litros por día (considerando un consumo medio, considerando el uso de sanitarios tipo seco y considerando que no existen regaderas en sitio)
Limpieza de módulos fotovoltaicos	Agua tratada, suministrada por medio de pipas por empresas autorizadas o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen. Se almacenará en tanques de 1000 litros.	1 litro por panel con mantenimiento semestral, dando un gran total aproximado de 536 m^3 anuales.

MAQUINARIA Y COMBUSTIBLES

Durante las actividades de construcción se ocupará maquinaria, equipos y por tanto combustible. A continuación, se muestra el detalle de los requerimientos que se han estimado para el Proyecto en el *Tabla I-12*, *Tabla I-13* y *Tabla I-14*:

Tabla I-12. Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y la construcción

Concepto	Total	Concepto	Total
Hincadoras hidráulicas	13	Vibradores	9
Grúas	5	Tractores sobre llantas / orugas	5
Retroexcavadoras	7	Manipuladores telescópicos	9
Traccionadoras	5	Tractores con remolque	8
Plantas soldadoras	5	Cargadores de cuatro ruedas directrices	13
Cortadores manuales	86	Moto conformadoras	4
Compresores de aire 250 psi	8	Desbrozadora industrial	8

Tabla I-13. Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y la construcción

Concepto	Total	Número de semanas que se van a utilizar	Número de camiones por mes
Camiones de trasporte de maquinaria	26	2	26
Camiones de carga pesada	286	12	95
Camiones de transporte desbroce	416	8	208
Camiones de carga ligera	455	28	65
Camiones de transporte de módulos	346	20	69
Camiones de transporte de inversores	14	12	41
Camiones de transporte de estructura	520	12	173
Camiones de transporte de cable y varios	104	16	26
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	84	48	7
Camiones de transporte de concreto	182	28	26
Camiones de transporte de maquinaria	58	6	39
SE Eléctrica			
Camiones de carga pesada	18	8	8
Camiones de transporte de estructura	6	6	4
Camiones de transporte de cableado y varios	22	12	8
Camiones de transporte de equipos generales	26	12	9

CONSULTA AL PÚBLICO

Camiones de transporte de equipos principales	12	12	4
Camiones de transporte de concreto	22	16	5
Camino de acceso y caminos interiores			
Camiones de carga pesada	18	8	4
Camiones de carga ligera	18	8	4
Camiones de material subrasante	18	8	4
Camiones de material subbase	26	10	11
Camiones de material base	42	12	12

Tabla I-14. Requerimiento de combustible y energía por etapas del proyecto

Consumo	Origen	Cantidad
PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION		
Electricidad para maquinaria y equipo	La energía eléctrica requerida se contratará a proveedor local.	Electricidad para La energía eléctrica requerida se contratará a horas semanalmente; y cinco generadores
OPERACION Y MANTENIMIENTO		
Gasolina y diésel para vehículos y maquinaria	Se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa a los vehículos para evitar el almacenamiento	Indefinida
Electricidad para maquinaria y equipo	Autoabastecimiento	Indefinida

RESIDUOS

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial y posiblemente peligrosos) y aguas sanitarias, su manejo se realizará de acuerdo con las resoluciones ambientales que se emitan y conforme a la legislación correspondiente, siguiendo siempre las buenas prácticas en protección del medio ambiente.

TIPOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

La clasificación de la gestión de residuos se basa, principalmente, en el origen de estos. Así, dependiendo del origen de los residuos, de manera general su gestión se puede clasificar en:

Gestión de residuos sólidos urbanos

Son aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia.

La recogida de los residuos puede ser global o selectiva, esta última clasifica los residuos dependiendo su composición para después ser reciclados (plástico, vidrio, papel, cartón, etc.) o recibir un tratamiento específico.

Gestión de residuos peligrosos

Está gestión engloba todos aquellos procesos que sufren los residuos catalogados como peligrosos o muy peligrosos para la salud y el medio ambiente.

CONSULTA AL PÚBLICO

Para su gestión se sigue una serie de normas desde su recogida, clasificándolos según varios criterios, luego pasan por tratamientos químicos y físicos para convertirlos en sustancias inertes y se dejan en depósitos reforzados para reducir la peligrosidad de estos.

Gestión de residuos sanitarios

Estos residuos tienen un alto riesgo biológico, por lo que es muy importante su manipulación. Durante la gestión de residuos sanitarios u hospitalarios, deben ser clasificados y almacenados correctamente y hay que emplear medidas específicas para su destrucción, con el fin de reducir o eliminar el alto peligro que suponen para el medio ambiente y la salud.

Los residuos deben entregarse a empresas que estén acreditadas para su transporte hasta donde son eliminados.

Gestión de residuos industriales

Son aquellos residuos que provienen de los procesos de producción de las industrias. Para la gestión de residuos industriales, las empresas que generan los residuos deben mantenerlos en condiciones óptimas hasta que un gestor los recoge, para ser transportados y recibir su tratamiento y reciclaje. Algunos de los tratamientos empleados son físicos, químicos, biológicos o térmicos.

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPAS

Etapa de construcción

- Residuos inertes: No presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos. Por ejemplo: Escombro limpio, como ladrillos, hormigón endurecido, restos de hormigón, vidrio, cualquier tipo de tierra o canto, escombros de demolición, etc.
- Residuos no peligrosos: Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.
  Por ejemplo: Metales, como armaduras de acero y restos de estructuras metálicas, perfiles para montar el cartón — yeso. Madera, como restos de corte, restos de encofrado, pallets, papel y cartón, como sacos de cemento, de yeso, de arena y de cal, cajas de cartón, etc. Plástico, como lonas o cintas de protección no reutilizables, conductos y canalizaciones.
- Residuos peligrosos: Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medioambiente.
  Por ejemplo: Envases y restos de: aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles, desencofrantes, anticongelantes y líquidos para curado de hormigón, adhesivos, aerosoles y agentes espumantes, disolventes y detergentes, pinturas y barnices, silicona y otros productos de sellado, tubos fluorescentes,

CONSULTA AL PÚBLICO

trapos, brochas y otros Útiles de obra contaminados con productos peligrosos, restos de desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales, amianto y sus derivados, incluyendo envases, etc.

Etapa de operación y mantenimiento

- Residuos inertes: Por ejemplo: Desbroce de terreno, tierra vegetal, arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente.
- Residuos no peligrosos de disposición especial: para estos se realiza un acopio en sitio posteriormente son retirados a sitios específicos para este tipo de desechos.
  Por ejemplo: Placas solares (aquellas que estén deterioradas y necesitan reemplazarse), cableado DC o AC que necesite ser reemplazado, cajas de control de string que necesiten ser sustituidas, así como también inversores.

Etapa de retiro y abandono

Aplican los mismos tipos de residuos y disposición que para la etapa de construcción.

Actividades que dan lugar a la generación de residuos durante la fase de construcción serán las siguientes:

- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Movimiento de tierras: excavaciones (cimentaciones), movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, concretos, drenajes, etc.
- Montaje electromecánico: tendido eléctrico, servicios auxiliares, etc.
- Limpieza de obra y restauración.
- Actividades auxiliares (oficina).

Las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción serán aquellas producidas por el personal de construcción, no emitiéndose en ningún momento residuos líquidos industriales.

Para el almacenamiento de estas aguas residuales, se dispondrá de un depósito estanco que almacene las aguas residuales para posteriormente, retirarse de forma periódica para su tratamiento mediante gestor autorizado.

En la fase de operación, al igual que durante la construcción las aguas residuales generadas serán las provenientes del personal que se encontrará en la planta durante los años de vida útil del mismo, estos residuos, al igual que durante la etapa de construcción, se retirarán de forma periódica para su tratamiento mediante gestor autorizado.

La planta solar fotovoltaica verterá el agua residual procedente de las instalaciones del edificio de control, a una fosa séptica para su posterior recogida por parte de un gestor autorizado.

CONSULTA AL PUBLICO

Está prohibido el verter a causes, ramblas o al terreno.

I.8.3.5. Generación de gases de efecto invernadero

I.8.3.5.1. Identificar por etapas del Proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

En un Proyecto de parque fotovoltaico, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son considerablemente más bajas en comparación con las fuentes tradicionales de energía, como las plantas de carbón o gas natural. Sin embargo, a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde la fabricación hasta el desmantelamiento, se generan ciertos GEI. A continuación, se describen los principales:

1. Dióxido de carbono (CO_2):

Fabricación de paneles solares: El proceso de producción de los paneles fotovoltaicos, especialmente en la extracción y purificación del silicio, genera CO_2 debido al consumo de energía, que en muchos casos proviene de fuentes no renovables. Aunque no son parte directa del alcance del proyecto se puede considerar como un enfoque integral basado en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y la huella de carbono total del sistema.

Transporte: El traslado de los componentes del parque, como paneles solares, inversores y estructuras, desde las fábricas hasta el sitio de instalación, también genera emisiones de CO_2, principalmente a través del uso de combustibles fósiles en los vehículos de transporte.

Construcción: Las actividades de construcción y montaje del parque, que incluyen el uso de maquinaria pesada, consumo de electricidad y combustible, emiten CO_2.

2. Hexafluoruro de azufre (SF_6):

Equipos de conmutación y aislamiento: El SF_6 es un gas utilizado en equipos eléctricos como interruptores y transformadores por sus excelentes propiedades aislantes y de corte de corriente. Sin embargo, es un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global mucho mayor que el CO_2. Aunque se libera en pequeñas cantidades durante las operaciones normales o si hay fugas, su impacto ambiental es significativo.

3. Óxidos de nitrógeno (NOx):

Transporte y construcción: Las emisiones de óxidos de nitrógeno provienen principalmente de los vehículos y maquinaria que funcionan con combustibles fósiles durante la fase de construcción, transporte e instalación del parque fotovoltaico.

4. Metano (CH_4):

CONSULTA AL PÚBLICO

Extracción y transporte de materiales: Aunque en cantidades mucho menores, el metano puede emitirse durante la producción y el transporte de materiales requeridos para la fabricación de los componentes del parque fotovoltaico. Este gas se libera durante la extracción de combustibles fósiles necesarios para producir los materiales de los paneles y equipos.

En resumen, aunque el desarrollo de un parque fotovoltaico genera emisiones de GEI a lo largo de su ciclo de vida (especialmente en las fases de fabricación, transporte, construcción y mantenimiento), estas emisiones son significativamente inferiores a las que producen las plantas de energía que funcionan con combustibles fósiles. La energía solar es considerada una fuente de energía limpia y sostenible, ya que, durante su operación, prácticamente no genera emisiones de gases de efecto invernadero.

I.8.3.5.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

Para determinar los Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados en las diferentes etapas del proyecto fotovoltaico, se elabora un Inventario de Emisiones de GEI considerando:

- Tipo de gas emitido (CO_2, CH_4, N_2O, etc.).
- Fuente de emisión (combustión de diésel en vehículos, procesos de construcción, etc.).
- Descripción de la actividad generadora (transporte, operación de maquinaria, generación de energía).

A continuación, se presenta una tabla que identifica los GEI esperados, su fuente y su origen en la planta fotovoltaica (*Tabla I-15*):

Tabla I-15. GEI esperados, fuente y origen

Fuente Generadora	Tipo de Gas Emitido	Origen de Emisión
Camiones de transporte y carga (diésel)	CO_2, CH_4, N_2O	Combustión de combustible en motores de combustión interna
Camiones de transporte de concreto	CO_2	Producción y transporte de concreto
Maquinaria pesada para movimiento de tierras	CO_2, CH_4, N_2O	Uso de diésel en excavadoras, niveladoras, compactadoras
Camiones pipa de agua	CO_2	Transporte de agua para actividades de construcción
Generadores eléctricos a diésel	CO_2, CH_4, N_2O	Combustión de diésel para suministro de energía temporal
Actividades de excavación y construcción	CO_2, CH_4, N_2O	Uso de maquinaria para cimentación y preparación del sitio
Materiales de construcción (cemento, acero)	CO_2	Procesos industriales previos (fabricación y transporte)
Transporte de módulos e inversores	CO_2	Emisiones por el traslado de equipos desde fábricas o puertos
Caminos de acceso y caminos interiores	CO_2, CH_4, N_2O	Compactación y transporte de materiales de construcción

Este inventario ayuda a cuantificar la huella de carbono del proyecto y permite definir estrategias para mitigar las emisiones, como el uso de combustibles más limpios o la optimización de rutas de transporte.

CONSULTA AL PÚBLICO

Para determinar los factores de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) asociados al consumo de diésel, se utilizan referencias del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México.

Factores de Emisión del IPCC:

El IPCC proporciona factores de emisión por defecto para diversos combustibles en sus directrices. Por ejemplo, en el "Anexo 7. Factores de Emisión de CO_2 y PCI de los Combustibles" del Inventario Nacional de Emisiones de España, se detallan estos factores basados en las directrices del IPCC.

Factores de Emisión de la SEMARNAT:

La SEMARNAT, a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), ha publicado documentos que detallan los factores de emisión para diferentes combustibles consumidos en México. En el documento "Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y sus derivados que se consumen en México", se presentan estos factores específicos para el contexto mexicano.

Estos documentos son fundamentales para estimar las emisiones de GEI derivadas del uso de combustibles fósiles, como el diésel, en diversas actividades económicas y sectores industriales.

Para calcular las emisiones de GEI en toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e), se siguen los siguientes pasos:

1. Determinar el consumo de combustible:

- Se usa un consumo promedio de diésel por tipo de camión.
- Se puede considerar de acuerdo con la experiencia, un rendimiento promedio de 2.5 km/L y una distancia recorrida estimada de 100 km por viaje.

2. Factores de emisión (de acuerdo con el IPCC y la SEMARNAT):

- CO_2: 2.68 kg CO_2/L de diésel
- CH_4: 0.0001 kg CH_4/L de diésel (factor de calentamiento global de 25 veces el CO_2)
- N_2O: 0.0002 kg N_2O/L de diésel (factor de calentamiento global de 298 veces el CO_2)

3. Cálculo de emisiones:

- Se multiplica el consumo estimado de diésel por los factores de emisión y el número de viajes de cada tipo de camión.

De acuerdo con lo anterior el inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados durante las diferentes etapas del proyecto podría estimarse de la siguiente manera (*Tabla I-16*):

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla I-16. Estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Fuente Generadora	Cantidad de Vehículos	Emisiones CO_2 (t)	Emisiones CH_4 (tCO_2e)	Emisiones N_2O (tCO_2e)	Total Emisiones (tCO_2e)
Transporte de maquinaria	26	2.79	0.0026	0.0620	2.85
Carga pesada	286	30.66	0.0286	0.6818	31.37
Transporte desbroce	416	44.60	0.0416	0.9917	45.63
Carga ligera	455	48.78	0.0455	1.0847	49.91
Transporte de módulos	346	37.09	0.0346	0.8249	37.95
Transporte de inversores	14	1.50	0.0014	0.0334	1.54
Transporte de estructura	520	55.74	0.0520	1.2397	57.04
Transporte de cableado y varios	104	11.15	0.0104	0.2479	11.41
Pipa de agua	84	9.00	0.0084	0.2003	9.21
Transporte de concreto	182	19.51	0.0182	0.4339	19.96
Carga pesada (SE Eléctrica)	18	1.93	0.0018	0.0429	1.97
Transporte de estructura (SE)	6	0.64	0.0006	0.0143	0.66
Transporte de cableado y varios (SE)	22	2.36	0.0022	0.0524	2.41
Transporte de equipos generales	26	2.79	0.0026	0.0620	2.85
Transporte de equipos principales	12	1.29	0.0012	0.0286	1.32
Transporte de concreto (SE)	22	2.36	0.0022	0.0524	2.41
Carga pesada (Caminos)	18	1.93	0.0018	0.0429	1.97
Carga ligera (Caminos)	18	1.93	0.0018	0.0429	1.97
Material subrasante	18	1.93	0.0018	0.0429	1.97
Material subbase	26	2.79	0.0026	0.0620	2.85
Material base	42	4.50	0.0042	0.1001	4.61

Como se puede observar el mayor impacto proviene de los camiones de carga pesada y transporte de estructura, ya que realizan la mayor cantidad de viajes.

Las emisiones totales son principalmente de CO_2, pero también hay pequeñas contribuciones de CH_4 y N_2O, cuyos efectos en el calentamiento global son más intensos por unidad de masa.

Estrategias de mitigación podrían incluir la optimización logística para reducir la cantidad de viajes.

CONSULTA AL PÚBLICO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR

CONSULTA AL PÚBLICO

CAPÍTULO II

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

Julio 2026

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO II-1

II.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE II-1

II.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL II-2

II.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera II-4

II.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO) II-5

II.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) II-5

II.3.2. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (PEOTDUV) II-13

II.4. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO II-18

II.4.1. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 ..... II-18

II.4.2. Plan Municipal de Desarrollo de Soledad de Doblado 2022-2025 ..... II-20

II.4.3. Plan Municipal de Desarrollo de Comapa, Veracruz 2022-2025 ..... II-20

II.5. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC) II-21

II.5.1. Áreas Naturales Protegidas II-21

II.5.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales II-22

II.6. ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN. II-24

II.6.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). II-24

II.6.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias II-24

II.6.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves II-24

II.6.4. Humedales de importancia internacional (Sitios Ramsar) II-25

II.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS II-27

II.8. OTROS INSTRUMENTOS JURÍDICOS II-29

II.8.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos II-29

II.8.2. Convenios internacionales II-30

II.8.3. Ley General para la Prevención y la Gestión de los Residuos II-31

CONSULTA AL PÚBLICO

II.8.4. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos II-33
II.8.5. Ley de Aguas Nacionales II-36
II.8.5.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales II-38
II.8.6. Ley General de Cambio Climático II-38
II.8.7. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-39
II.8.8. Ley General de Vida Silvestre II-40
II.8.9. Ley de Transición Energética II-41
II.8.10. Ley del Sector Eléctrico II-42
II.8.11. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento II-43
II.8.12. Leyes y Reglamentos Estatales II-44
II.8.13. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 ..... II-46
II.8.14. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 – 2030 ..... II-48
II.8.15. Estrategia Nacional de Cambio climático II-48
II.9. BIBLIOGRAFÍA II-50

CONSULTA AL PÚBLICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1. Localización del área que comprende el POEGT II-6
Figura II-2. Mapa Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT en las que se sitúa el Proyecto II-7
Figura II-3. Unidades de Gestión del PEOTDUV II-14
Figura II-4. Unidades de Gestión Territorial del PEOTDUV incidentes con el Proyecto II-15
Figura II-5. Áreas Naturales Protegidas y Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación II-23
Figura II-6. Áreas de interés para la conservación II-26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente II-1
Tabla II-2. Vinculación entre el Proyecto y el reglamento de la LGEEPA II-3
Tabla II-3. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica II-4
Tabla II-4. Características y estrategias de la UAB 122 ..... II-9
Tabla II-5. Vinculación del Proyecto con los lineamientos Ecológicos de la POEGT II-11
Tabla II-6. Descripción general de las UGT de PEOTDUV incidentes con el Proyecto II-16
Tabla II-7. Vinculación de las UGT del PEOTDUV con el Proyecto II-16
Tabla II-8. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en su desarrollo II-27
Tabla II-9. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos II-29
Tabla II-10. Convenios Internacionales vinculantes con el Proyecto II-30
Tabla II-11. Disposiciones reglamentarias de la LGPGIR vinculantes al Proyecto II-31
Tabla II-12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos II-34
Tabla II-13. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales II-36
Tabla II-14. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales II-38
Tabla II-15. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático II-38
Tabla II-16. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-39
Tabla II-17. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-40
Tabla II-18. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre II-41
Tabla II-19. Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética II-41
Tabla II-20. Disposiciones reglamentarias de la Ley del Sector Eléctrico y su vinculación con el Proyecto II-42
Tabla II-21. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto II-43
Tabla II-22. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Protección Ambiental II-44

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla II-23. Vinculación del Proyecto con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-45

Tabla II-24. Vinculación del Proyecto con la Ley de Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático II-46

Tabla II-25. Repúblicas consideradas para el PND 2025-2030 de acuerdo con los 100 compromisos de gobierno II-46

Tabla II-26. Objetivos, Estrategias y Acciones puntuales del PROMARNAT 2025-2030 que se vinculan con el Proyecto II-48

Tabla II-27. Vinculación del Proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio Climático II-48

CONSULTA AL PÚBLICO

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

II.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el DOF el 28 de enero de 1988 y cuya última reforma se realizó el 19 de enero de 2026, tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo. Debido a ello, en la *Tabla II-1* se presenta la vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Tabla II-1. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:* *II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.* *VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*	Considerando que el Proyecto corresponde a la generación de energía eléctrica y que para su establecimiento se realizará un cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selva, la Promovente, en cumplimiento con lo estipulado en el artículo 28, fracciones II y VII, ingresa ante la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar.
Artículo 30.- *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*	La presente Manifestación de Impacto Ambiental que la Promovente ingresa ante la Secretaría para su evaluación correspondiente, exhibe el contenido que dicta el presente artículo, así como el definido en el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Artículo 98.- *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:* *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.*	Durante el desarrollo del Proyecto, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se realizarán actividades que podrán repercutir en el componente suelo, debido a ello, se establecerán dentro de las medidas ambientales aquellas concernientes a la protección y conservación de los suelos presentes en el área del Proyecto y sus alrededores, tales como el rescate de suelo orgánico durante las actividades de despalme, la prevención de su contaminación mediante un programa de manejo de residuos, su enriquecimiento mediante la incorporación de residuos vegetales, su protección contra agentes erosivos mediante actividades de revegetación y/o reforestación, entro otras medidas.
Artículo 110.- *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*	Las principales emisiones de contaminantes a la atmósfera serán por el uso de vehículos y maquinaria, debido a ello, con el fin de minimizar las emisiones o controlarlas, se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que las

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
II. *Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.* **Artículo 113.-** *No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.*	unidades que se utilicen en todas las etapas del Proyecto se encuentren en condiciones óptimas de operación y que cumplan con las especificaciones de cada una de las normas oficiales aplicables a los mismos, tales como: NOM-041-SEMARNAT- 2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018 y NOM-076-SEMARNAT-2012. Además de la regulación de las emisiones para vehículos y maquinaria, se llevarán a cabo distintas medidas ambientales para prevenir, minimizar o controlar otros tipos de emisiones a la atmósfera, entre ellas: riego de áreas sin cobertura vegetal y restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria, prohibición de quemas y el uso de químicos para la remoción de cobertura vegetal.
Artículo 121.- *No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.*	Las aguas residuales que se generen por parte del Proyecto, serán manejadas y dispuestas a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones necesarias para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de las descargas con los límites máximos permisibles de contaminantes estipulados en la NOM-001-SEMARNAT-2021 o NOM-002-SEMARNAT-1996 respectivamente.
Artículo 134.- *Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:* *II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;* *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;*	Respecto de los residuos de manejo especial, quedará prohibida su disposición sobre vegetación o en sitios donde pudieran obstruir flujos hidrológicos superficiales. Aquellos que no puedan reutilizarse dentro del Proyecto deberán transportarse a sitios autorizados para su disposición.
Artículo 155.- *Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales según su esfera de competencia adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.* *En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.*	Las unidades vehiculares que se utilicen durante las actividades del Proyecto se sujetaran a las disposiciones estipuladas en la NOM-080-SEMARNAT-1994 para regular sus emisiones de ruido, solicitando para ello que las unidades se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento. El Proyecto durante su operación se sujetará a los límites máximos permisibles de ruido dispuestos en la NOM-081- SEMARNAT-1994.

II.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

De conformidad con el artículo 5, fracción X, de la LGEEPA, corresponde a la Federación, entre otras atribuciones, la evaluación del impacto ambiental de las obras y actividades previstas en el artículo 28 del propio ordenamiento, así como, en su caso, el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

El presente Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en materia de impacto ambiental dentro del ámbito federal.

CONSULTA AL PÚBLICO

En este contexto, el Reglamento contiene disposiciones directamente aplicables al Proyecto. En la *Tabla II-2* se presenta el análisis técnico, jurídico y administrativo de los artículos del Reglamento de la LGEEPA que resultan vinculantes con su desarrollo.

Tabla II-2. Vinculación entre el Proyecto y el reglamento de la LGEEPA

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 5.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* *K) Industria Eléctrica:* *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;* *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 (…).*	El Proyecto al corresponder a obras o actividades definidas en los incisos K y O del artículo 5o, previo a su desarrollo o construcción, la Promovente ingresa ante la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional como parte de los requisitos para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.
Artículo 9.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*	Con base en las características, ubicación y alcance del Proyecto, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad Regional, conforme a lo previsto en este artículo.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular. **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* *IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.* **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; (…)* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.* **Artículo 17.-** *El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:* I. *La manifestación de impacto ambiental;* II. *Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y* III. *Una copia sellada de la constancia del pago de derechos.* **Artículo 19.-** *La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.* **Artículo 20.-** *Con el objeto de no retardar el procedimiento de evaluación, la Secretaría comunicará al promovente, en el momento en que éste presente la solicitud y sus anexos, si existen deficiencias formales que puedan ser corregidas en ese mismo acto.*	El Proyecto es acorde con lo dispuesto en el artículo 11, por lo cual, la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a su modalidad Regional, acotándose para ello al contenido estipulado en el artículo 13, misma que se presenta en conjunto con el resto de los requisitos especificados en el artículo 17 y bajos los lineamientos de los artículos 19 y 20.

CONSULTA AL PÚBLICO

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría con el objeto de que ésta, en un plazo no mayor de diez días, proceda a: **I.** Solicitar información adicional para evaluar los efectos al ambiente derivados de tales modificaciones, cuando éstas no sean significativas, o **II.** Requerir la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental, cuando las modificaciones propuestas puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud, o causar impactos acumulativos o sinérgicos. **Artículo 28.-** Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará: I. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental; II. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o III. Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata. IV. En este último caso, las modificaciones a la autorización deberán ser dadas a conocer al promovente en un plazo máximo de veinte días.	De llevarse algún tipo de modificación en el Proyecto, ya sea durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental o posterior a la emisión de la autorización correspondiente, la Promovente hará del conocimiento a la Secretaría de los cambios realizados y se sujetará a las disposiciones que resulten de ello.

II.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El presente Reglamento es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, y reglamenta la LGEEPA en lo relativo a la prevención y al control de la contaminación de la atmósfera. En la *Tabla II-3* se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este ordenamiento.

Tabla II-3. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica

Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 13.- *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:* *II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.*	En atención a este artículo, durante la ejecución del Proyecto se aplicarán las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos que pudieran generarse. Debido al uso de maquinaria y vehículos que emiten gases de efecto invernadero, se prevé la realización de mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, con el fin de asegurar su operación en condiciones óptimas, mejorar su eficiencia y disminuir al mínimo la generación de contaminantes. En el caso de los vehículos empleados en el Proyecto, el mantenimiento mecánico correspondiente permitirá verificar el cumplimiento de los límites establecidos en las NOM aplicables, según el tipo de combustible utilizado (gasolina: NOM-041-SEMARNAT-2015; diésel: NOM-045-SEMARNAT-2017; y/o gas licuado de petróleo: NOM-050-SEMARNAT-2018). Esta obligación será responsabilidad del contratista. Asimismo, se precisa que el Proyecto no contempla la instalación ni la operación de fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmósfera.

CONSULTA AL PÚBLICO

Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 28.- *Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.*	Cuando durante la construcción y operación del Proyecto se generen olores, gases o partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, se observarán los límites máximos permisibles de emisión previstos en las disposiciones técnicas aplicables emitidas por la Secretaría, en coordinación con las dependencias competentes. En cuanto a la emisión de partículas sólidas, se colocarán señalamientos en los costados de la brecha de mantenimiento para indicar un límite máximo de velocidad de 30 km/h, a fin de reducir el levantamiento de polvo ocasionado por el tránsito de vehículos de obra. De manera complementaria, el material edáfico resultante de las actividades de despalme será humedecido con agua tratada para evitar la dispersión de partículas suspendidas durante su traslado, y los camiones que lo transporten deberán cubrirse con lonas con el mismo propósito.

II.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO)

II.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el DOF el 07 de septiembre del año 2012, y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, tiene como objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT está conformado por 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) y comprende la totalidad del territorio nacional. Su extensión y la distribución de dichas UAB se muestran en la *Figura II-1*.

CONSULTA AL PÚBLICO

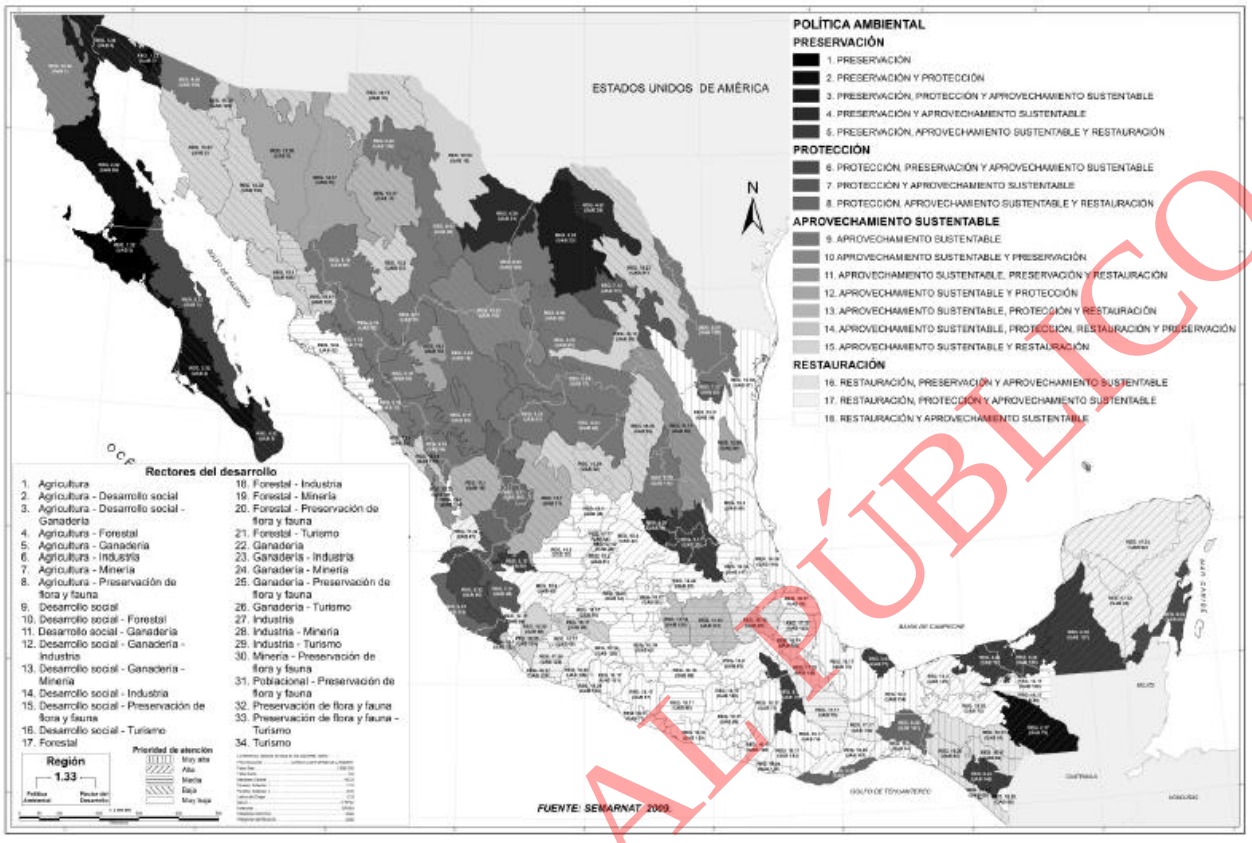


Figura II-1. Localización del área que comprende el POEGT

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene por finalidad autorizar o prohibir usos del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales específicas. Su función principal consiste en orientar la toma de decisiones de la Administración Pública Federal mediante criterios de planeación y ejecución de políticas públicas que vinculan los recursos naturales, su aprovechamiento y la atención de las necesidades sociales bajo un enfoque de desarrollo sustentable.

El área de influencia del Proyecto se ubica en la UAB 122, denominada Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote. En la *Figura II-2* se muestra la sobreposición del Proyecto con el POEGT.

CONSULTA AL PÚBLICO

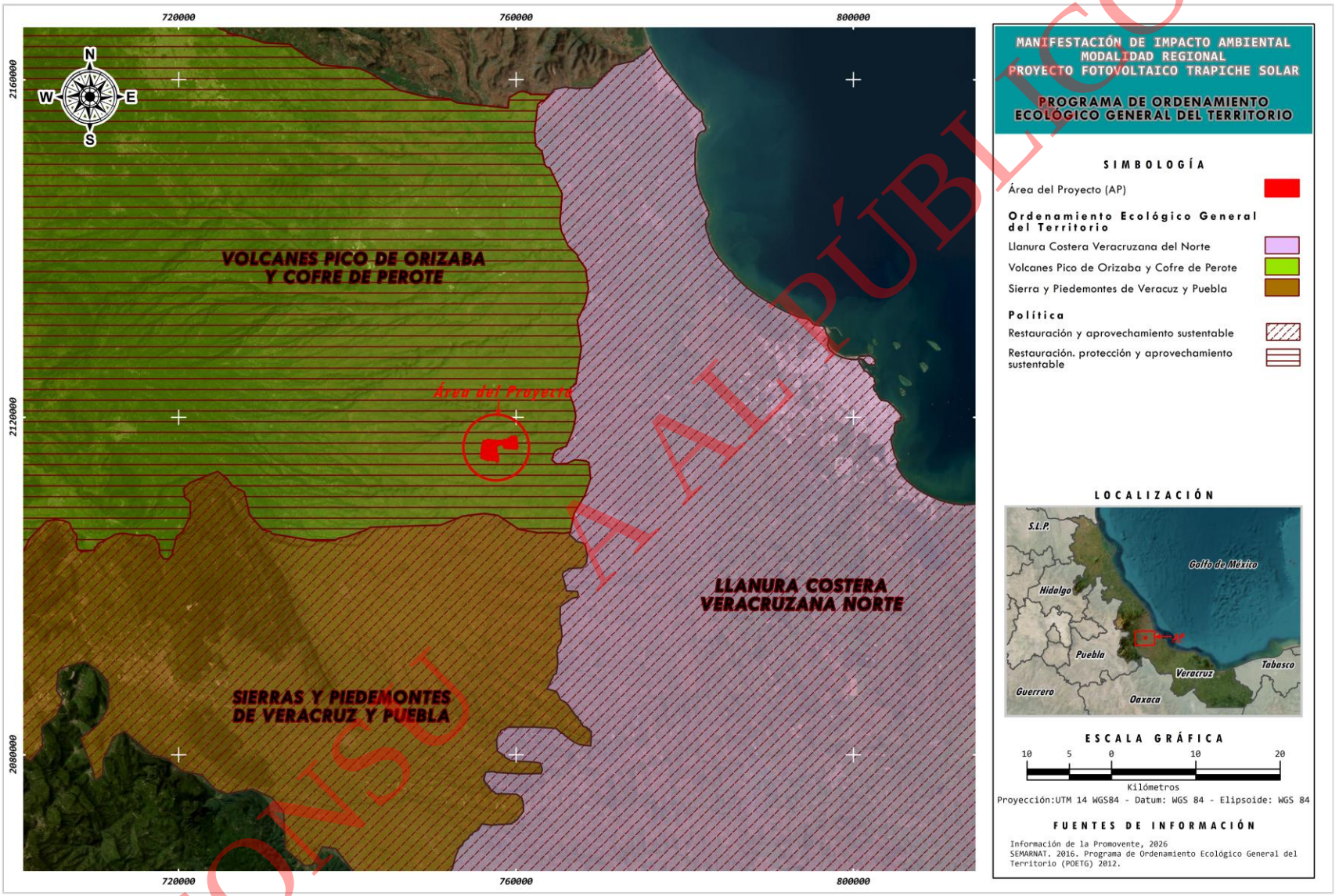


Figura II-2. Mapa Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT en las que se sitúa el Proyecto

CONSULTA AL PÚBLICO

Unidad Ambiental Biofísica 122. Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote

Prioridad de Atención: Media.

Política Ambiental: Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

Estado del Medio Ambiente: Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Se encuentra caracterizado por los siguientes elementos:

- 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 muy baja.
- Longitud de Carreteras (km): Baja.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información.
- Densidad de población (hab/km?): Alta.
- Eluso de suelo es Agrícola y Forestal.
- Déficit de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 53.4.
- Alta marginación social.
- Muy bajo índice medio de educación.
- Bajo indice medio de salud.
- Medio hacinamiento en la vivienda.
- Bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Medio indicador de capitalización industrial.
- Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola: Sin información.
- Alta importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla II-4. Características y estrategias de la UAB 122

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
122	Preservación del Flora y Fauna	Desarrollo Social Forestal	Agricultura Ganadería	Minería Pueblos indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 BIS 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44



Región ecológica: 17.32

Unidad ambiental biofísica que la compone: Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote

Localización: Centro Oeste de Veracruz

Superficie: 6,155.51 Km^2	Población por UAB: 1,279,982 habitantes	Población indígena: Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolica

Estado actual del Medio Ambiente 2008	Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. 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 muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km^2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Medio Ambiente | Porcentaje de Zona Funcional Alta: 53.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de 2008: educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033: Inestabilidad a Crítico	
Política Ambiental: Restauración y aprovechamiento Sustentable	
Prioridad de Atención: Media	

Estrategias		Congruencia o cumplimiento del Proyecto
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
A) Prevención	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad	Durante la ejecución del Proyecto se aplicarán medidas de manejo ambiental, entre ellas acciones de rescate y reubicación de flora y fauna, con el propósito de prevenir afectaciones a los ecosistemas y favorecer la conservación de la biodiversidad, en congruencia con esta estrategia.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Los ejemplares de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que, en su caso, se localicen dentro del área del Proyecto serán objeto de medidas específicas de protección, rescate, reubicación o ahuyentamiento, según corresponda, a fin de mantener la continuidad ecológica de dichas especies.

CONSULTA AL PÚBLICO

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
		3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la elaboración de la presente MIA-R se realizó el análisis del medio físico y biótico, incluyendo flora y fauna, con el propósito de identificar su estado actual y establecer las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental que resultan procedentes. La información correspondiente se desarrolla en los Capítulos III y IV.		
B) Aprovechamiento sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento directo de ecosistemas, especies o recursos genéticos. Sus actividades se desarrollarán bajo criterios de protección del medio biótico y abiótico con el que interactúa.		
		5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	En la ejecución del Proyecto no se prevé el aprovechamiento de suelos agrícolas ni pecuarios; en consecuencia, esta estrategia no resulta aplicable.		
		6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Esta estrategia no resulta aplicable al Proyecto, al no estar vinculada con actividades de infraestructura hidroagrícola ni con la tecnificación de superficies agrícolas.		
		7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no implica el aprovechamiento de recursos forestales; por tanto, esta estrategia no le resulta aplicable.		
		8. Valoración de servicios ambientales.	El presente estudio incorpora el análisis de los servicios ambientales del sitio donde se desarrollará el Proyecto, con el fin de contar con elementos técnicos que permitan prevenir, minimizar o, en su caso, compensar los efectos asociados a la remoción de vegetación.		
C) Protección de los recursos naturales		9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Las estrategias señaladas corresponden principalmente a la actuación de la Administración Pública; no obstante, el Proyecto aplicará criterios de uso racional del agua y buenas prácticas de manejo en todas las actividades que requieran este recurso.		
		10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos			
		11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.			
		12. Protección de los ecosistemas.	Mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental, el Proyecto prevé la protección de componentes como agua, aire, suelo, flora y fauna, conforme a lo desarrollado en el Capítulo IV.		
		13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El Proyecto no contempla el uso de agroquímicos; en consecuencia, esta estrategia no resulta aplicable.		
D) Restauración		14. Restauración de ecosistemas, forestales y suelos agrícolas	El Proyecto implementará actividades de reforestación como parte de las medidas de manejo ambiental incluidas en el Capítulo IV de este estudio.		
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Para el desarrollo del Proyecto se tomaron en cuenta datos geográficos y topográficos como planos de curvas de nivel para su diseño, así como bases de datos para determinar el tipo de suelo, la ubicación de zonas de importancia ecológica y zonas urbanas para evitar afectaciones futuras.		
		15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El Promovente no llevará a cabo actividades mineras, por tanto, esta estrategia no aplica al Proyecto.		
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA					
A) Suelo urbano y vivienda		24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública, y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto, por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de condiciones de vivienda y entorno.		
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias		25. Prevenir y atender los riesgos en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El Promovente del Proyecto, establecerá la creación y ejecución de un Plan Interno de Protección Civil, a fin de atender riegos naturales, tener identificadas las zonas seguras y, al mismo tiempo, promover una cultura de prevención para reducir la vulnerabilidad física a través de esta.		
		26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física			
C) Agua y saneamiento		27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo, el Proyecto, según, sea necesario se ajustará en calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento regional.		
D) Infraestructura u equipamiento urbano y regional		31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas,			

CONSULTA AL PÚBLICO

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
		sustentables, bien estructuradas y menos costosas.			
		32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.		Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de ciudades.	
E) Desarrollo Social		35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos		Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto buscará (si es técnicamente viable) la contratación de personal de la región en las etapas de construcción, promoviendo la inclusión de grupos vulnerables.	
		36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa, llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.			
		37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.			
		38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.			
		39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza			
		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.			
		41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.			
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL					
A) Marco jurídico		42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural		La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: la Promovente es arrendataria del terreno donde se llevará a cabo el Proyecto.	
B) Planeación del ordenamiento territorial		43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.		Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto respetará y se alineará con el ordenamiento territorial nacional, estatal y municipal aplicable. En todas las etapas de desarrollo se cumplirá con la normativa federal y estatal.	
		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.			

CONSULTA AL PÚBLICO

Vinculación del Proyecto con los Lineamientos Ecológicos de la POEGT.

Tabla II-5. Vinculación del Proyecto con los lineamientos Ecológicos de la POEGT

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)		
Lineamiento	Descripción del lineamiento	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
1	Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el	El promovente del proyecto se compromete a dar cumplimiento a toda la Normatividad Ambiental de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Rural

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)		
Lineamiento	**Descripción del lineamiento**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
	cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	aplicable para el proyecto, como parte de este compromiso se presenta ante esta autoridad esta MIA-R.
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 promovente se muestra a favor de realizar la comunicación pertinente acerca del proyecto para promover la participación activa entre las distintas instancias involucradas en la zona.
3	Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	El promovente dentro de sus medidas de mitigación realizará pláticas al personal contratado sobre conciencia ambiental y el responsable del uso sustentable del territorio.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	El promovente se compromete a cumplir con la Normativa Federal, Estatal, Municipal aplicable para el proyecto.
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.	El Promovente se compromete a no realizar extracción de flora o fauna, además se compromete a mitigar todo impacto mediante el establecimiento de diversos Programas, como Conservación de Suelos, Reforestación, Rescate y Reubicación de Flora, Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, y el Monitoreo de Fauna Voladora.
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.	El Promovente se compromete a no realizar extracción de flora o fauna, además se compromete a mitigar todo impacto mediante el establecimiento de diversos Programas, como Conservación de Suelos, Reforestación, Rescate y Reubicación de Flora, Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, y el Monitoreo de Fauna Voladora.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del Ordenamiento Ecológico territorial y la planeación sectorial.	Se realizarán y entregarán los informes ambientales actualizados del Proyecto a la autoridad Ambiental, en el periodo y formato que los requiera.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	El presente lineamiento es responsabilidad de la Administración Pública por lo que el Promovente no puede intervenir en la actividad.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	Dentro del proyecto no se considera establecer o incorporar áreas prioritarias para la conservación al SINAP.
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.	El Promovente se compromete a dar seguimiento a los siguientes programas propuestos: Conservación de Suelos, Reforestación, Rescate y Reubicación de Flora, Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, y el Monitoreo de Fauna Voladora.

De manera general, el Proyecto resulta compatible con las estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Lo anterior obedece a que dichas estrategias se orientan, conforme al propio programa, a la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social y de la infraestructura urbana, así como al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

- Lograr la sustentabilidad ambiental del territorio;
- Al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana;
- Al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En ese sentido, puede concluirse que uno de los objetivos esenciales del Proyecto consiste en incorporar infraestructura para la generación de energía limpia, con potencial para contribuir al desarrollo social en el ámbito regional. Dicha finalidad incorpora criterios de sustentabilidad, tanto por la naturaleza del Proyecto como por las medidas ambientales previstas para su ejecución. Asimismo, la vinculación previamente expuesta permite acreditar su compatibilidad con las estrategias contenidas en el Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

CONSULTA AL PÚBLICO

La UAB 122, denominada Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote, no presenta superficies de Áreas Naturales Protegidas dentro de su ámbito, de acuerdo con su ficha técnica. No obstante, su política ambiental se orienta a la restauración y al aprovechamiento sustentable. En este contexto, el Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento directo de los recursos naturales del sitio, salvo el uso de la radiación solar como fuente de energía. Asimismo, aun cuando el rector de desarrollo de la UAB 122 corresponde a la preservación de flora y fauna, el Proyecto se desarrollará sobre terrenos arrendados por la promovente y considera la aplicación de medidas de mitigación y manejo ambiental dirigidas a prevenir, minimizar y compensar los impactos asociados a su ejecución, las cuales se describen en el Capítulo IV.

II.3.2. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (PEOTDUV)

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave tiene como objetivo general contribuir a la disminución de las desigualdades socioterritoriales en la entidad, a partir del reconocimiento de las diferencias territoriales que en ella se manifiestan. Para ello, se sustenta en un análisis normativo y programático construido con participación y validación social, orientado a propiciar un desarrollo sostenible que genere bienestar para la población veracruzana.

Este instrumento de política pública fue publicado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) el 18 de junio de 2021 en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de Veracruz. El PEOTDUV delimita sus Unidades de Gestión Territorial (UGT) considerando diez regiones del estado (Las Montañas, Sotavento, Huasteca Alta, Huasteca Baja, Nautla, Capital, Olmeca, Los Tuxtlas, Papaloapan y Totonaca), categorías de manejo territorial y usos de suelo normados, dando como resultado un total de 616 UGT agrupadas en 17 categorías de manejo territorial sujetas a seis políticas de ordenamiento territorial (*Figura II-3*).

CONSULTA AL PÚBLICO

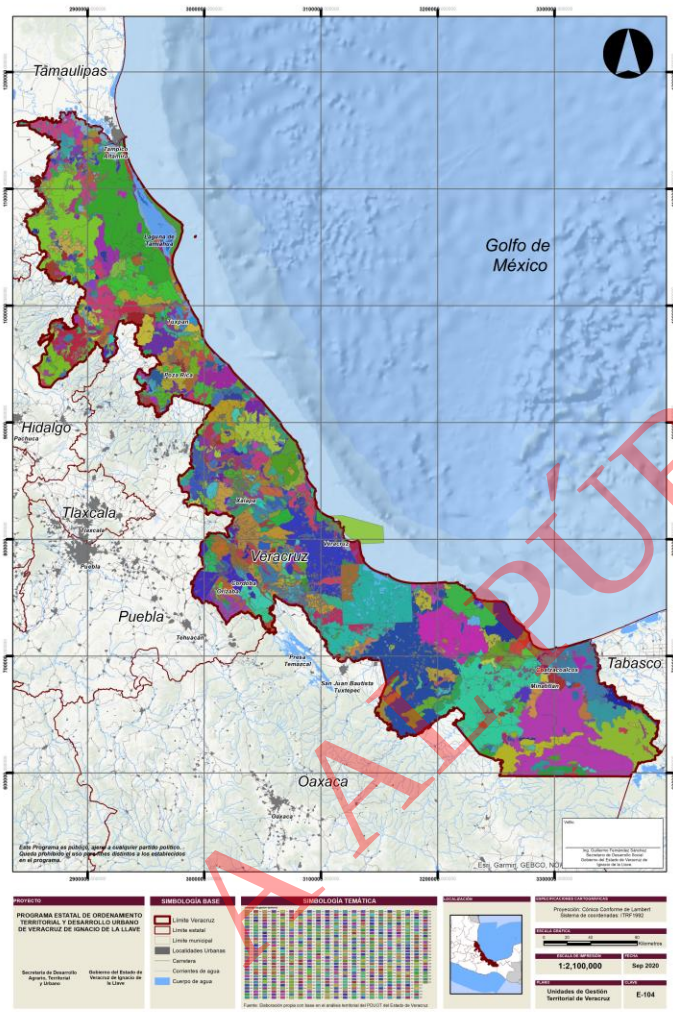


Figura II-3. Unidades de Gestión del PEOTDUV

Cada categoría de manejo territorial se traduce en una política de ordenamiento orientada a definir acciones y metas prioritarias para asegurar el cumplimiento de los objetivos en cada unidad. En este contexto, el predio del Proyecto incide en dos UGT del PEOTDUV: la UGT SOAT352 y la UGT LMAT378 (*Figura II-4*). A continuación, se presentan las políticas y lineamientos de dichas unidades (*Tabla II-6*), así como su vinculación con el Proyecto (*Tabla II-7*).

CONSULTA PÚBLICO

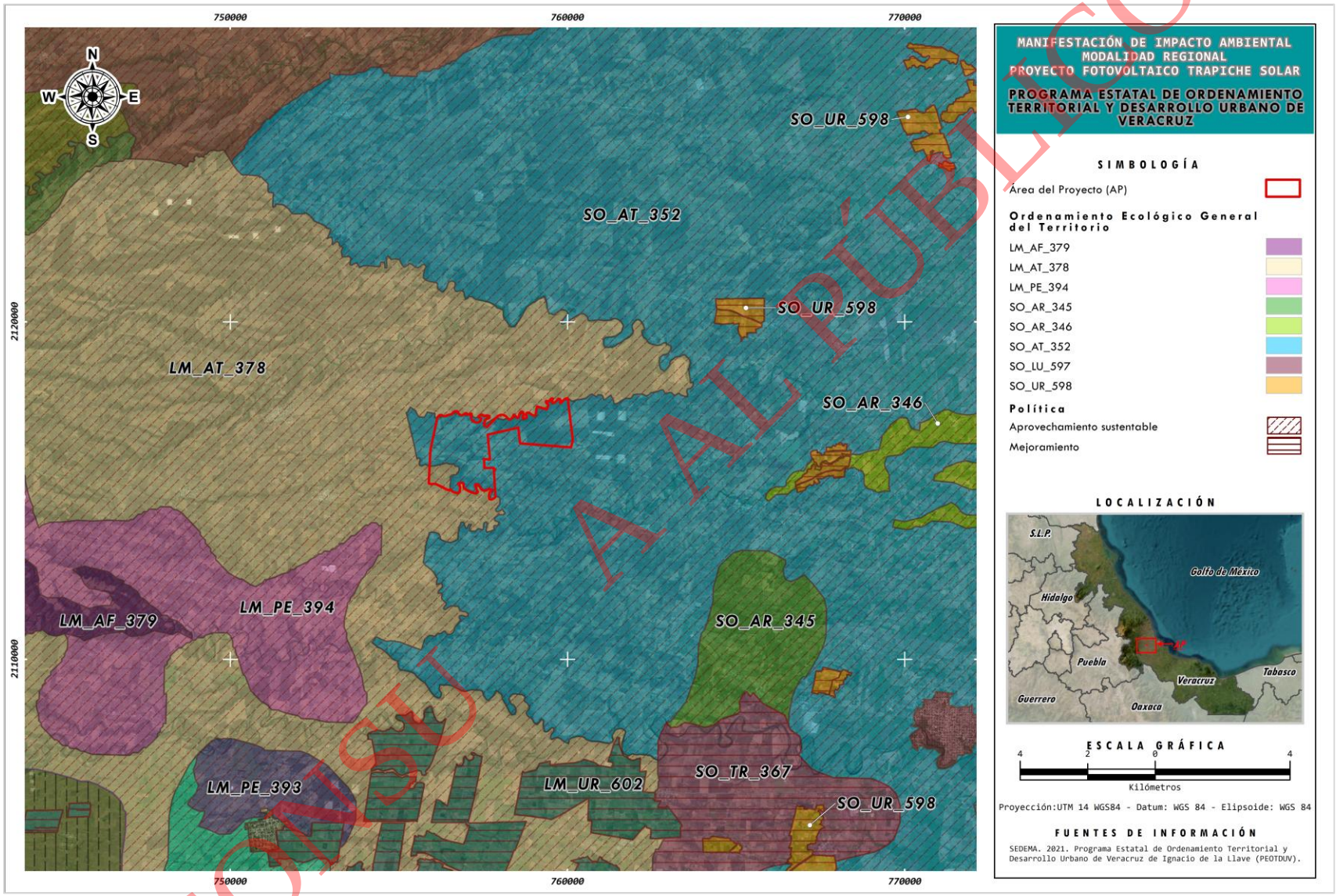


Figura II-4. Unidades de Gestión Territorial del PEOTDUV incidentes con el Proyecto

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla II-6. Descripción general de las UGT de PEOTDUV incidentes con el Proyecto

UGT	Región	Categoría de manejo	Política	Lineamiento
SO_AT_352	Sotavento	Agricola de Temporal	Aprovechamiento Sustentable	1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126
LM_AT_378	Las Montañas			

Tabla II-7. Vinculación de las UGT del PEOTDUV con el Proyecto

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (PEOTDUV)		
Lineamiento	**Descripción del lineamiento**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
1	Preservar la agricultura de riego por su elevado valor productivo.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas. Además, el área de implantación corresponde principalmente a pastizal con uso agropecuario rudimentario; por ello, este lineamiento no resulta aplicable de manera directa.
3	Conservar los ecosistemas prioritarios aprovechando las zonas agrícolas.	El Proyecto no prevé afectaciones sustantivas al ecosistema de la zona, el cual corresponde predominantemente a pastizal inducido.
7	Aprovechar de manera sustentable la cobertura forestal (implementación de acciones para mitigar como reforestación).	El Proyecto no realizará aprovechamiento forestal; por tanto, este lineamiento no le resulta aplicable.
10	Restringir la introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en las UGT's, quedan restringidas las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas de flora o fauna.
11	Asegurar que el manejo y aprovechamiento de la biodiversidad enlistada en la NOMO59-SEMARNAT-2010, quedará sujeto a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre.	No se prevé el aprovechamiento de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En caso de registrarse ejemplares dentro del área del Proyecto, se aplicarán las medidas de rescate, reubicación o manejo que correspondan.
13	Implementar criterios de sustentabilidad para toda actividad productiva que se pretenda desarrollar en zonas aledañas o limítrofes a las áreas naturales protegidas, cuerpos y humedales para prevenir impactos significativos durante su realización, operación y abandono.	Si bien el Proyecto no se ubica próximo a un área natural protegida, cuerpo de agua o humedal, en todo momento se implementarán medidas de prevención, mitigación y control de impactos, las cuales se desarrollan en el Capítulo IV.
15	Cumplir la normatividad para el cambio del uso de suelo forestal a otro tipo de uso de acuerdo con la autoridad ambiental correspondiente y lo establecido en el ordenamiento ecológico.	Dado que el Proyecto contempla cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la promovente elaborará y presentará el correspondiente Estudio Técnico Justificativo ante la autoridad competente.
23	Restringir los proyectos que se establezcan cerca de cuerpos de agua, por ningún motivo deberán de modificar las márgenes de estos ni verterse residuos de ninguna naturaleza.	El Proyecto no se establecerá en las inmediaciones de cuerpos de agua, por lo que no contraviene este lineamiento
24	Prohibir las obras que interrumpan y desvíen los cauces de los ríos, a excepción de aquellas cuyos propósitos sean disminuir el riesgo de inundación para la población y consideren una compensación ambiental en caso de dañar ecosistemas prioritarios.	El Proyecto no interrumpirá ni desviará escurrimientos superficiales o cauces; por tanto, este lineamiento no le resulta aplicable en forma directa.
25	Requerir e implementar estudios y justificaciones técnicas para las obras que requieran realizar rellenos y/o nivelaciones de terreno, que no afecten a los asentamientos humanos y los escurrimientos superficiales ante la autoridad correspondiente.	Por sus características, el Proyecto puede requerir nivelaciones puntuales del terreno; sin embargo, éstas se sustentarán técnicamente dentro de los instrumentos y estudios presentados a la autoridad competente.
28	Incorpora el empleo de tecnologías de energía renovable como energía solar, eólica, etc. en los nuevos asentamientos humanos.	Si bien este lineamiento no se refiere de manera directa al tipo de obra proyectada, resulta pertinente destacar que el Proyecto se basa precisamente en el aprovechamiento de tecnología de generación eléctrica a partir de energía solar renovable.
32	Garantizar la recolección, acopio, valorización, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial y peligroso generados por todo proyecto industrial, de acuerdo con la legislación ambiental correspondiente.	Todo residuo generado durante las distintas etapas del Proyecto será manejado integralmente conforme a la legislación ambiental aplicable.
36	Implementar tecnologías para controlar las emisiones de productos contaminantes del suelo y aire de las actividades	Este lineamiento resulta congruente con la naturaleza del Proyecto, en la medida en que la generación eléctrica se realizará

CONSULTA AL PÚBLICO

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (PEOTDUV)		
Lineamiento	**Descripción del lineamiento**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
	industriales conforme a la normatividad ambiental vigente, así como fomentar el reciclaje de los productos de desecho.	mediante tecnología solar fotovoltaica, la cual favorece el uso eficiente de la energía y reduce la dependencia de fuentes convencionales basadas en combustibles fósiles.
41	Establecer muros vivos en curvas de nivel, terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes en suelos con pendientes superiores al 40% entre otras prácticas.	Toda vez que el Proyecto intervenga en suelos con pendiente mayor al 40%, la Promovente considerará el establecimiento de muros vivos, terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes según corresponda.
42	Establecer vegetación arbórea y herbácea nativa en zonas con pendientes del 15 al 40%.	Según sea el caso, la Promovente establecerá la vegetación que corresponda en tal escenario.
44	Solicitar la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia para la construcción de infraestructura dentro o cerca de zonas arqueológicas.	La Promovente se encuentra gestionando esta autorización.
46	Requerir e implementar Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA) en todo proyecto de infraestructura respetando las superficies establecidas en las mismas.	En atención a este lineamiento se realiza el presente documento de MIA.
48	Establecer el uso de energías alternativas renovables para viviendas y sistemas productivos.	Si bien este lineamiento no es aplicable al Proyecto puesto que éste no está asociado al desarrollo de asentamientos humanos o sistemas productivos, es importante resaltar que el Proyecto está completamente asociado al empleo de tecnología de energías alternativas del tipo solar, contribuyendo de manera amplia al desarrollo y la obtención de energía a partir de estas.
50	Justificar técnicamente los proyectos o actividades que requieran de cambiar la cobertura forestal y en su caso, será la autoridad ambiental correspondiente, quién determine la aprobación del cambio de cobertura forestal y la superficie para tal propósito.	Se realizará cambio del uso de suelo forestal, por lo que la Promovente realizará y hará entrega del correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ).
56	Realizar, actualizar e implementar los planes de desarrollo urbano a nivel municipal y en su caso cabecera municipal o localidad.	El Proyecto se alinea a los objetivos del Plan Veracruzano de Desarrollo y Planes Municipales de Desarrollo (de los municipios de Soledad de Doblado y Comapa).
60	Restringir o prohibir la tala total o parcial en los márgenes de cuerpos de agua según determine la autoridad correspondiente.	El promovente no realizará tala en los márgenes de cuerpos de agua.
64	Prohibir la construcción de bordos en cuerpos de agua y zonas donde se alteren los patrones de escurrimiento del agua y el material excavado y/o dragado que no se utilice para la construcción de los terraplenes de los estanques y canales de llamada, se deben esparcir uniformemente en sitos donde no formen bordos que interrumpan el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales.	Toda vez que el Proyecto intervenga en zonas con escurrimiento de agua, la Promovente considerará el establecimiento de muros vivos, terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes según corresponda para evitar la interrupción del flujo superficial del agua.
66	Prohibir la extracción de material pétreo en áreas con presencia de vegetación primaria o con especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El Proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la extracción de material pétreo, por lo que este lineamiento no es vinculante.
79	Integrar en programas productivos existentes, criterios de adaptación al cambio climático.	Por su propia naturaleza, el Proyecto constituye una medida congruente con la adaptación y mitigación frente al cambio climático, al promover el aprovechamiento eficiente de un recurso renovable como la radiación solar.
86	Implementar técnicas y tecnologías en todos los sectores productivos que de fomentar y hacer uso eficiente de recursos y administren los riesgos asociados al cambio climático.	
88	Impulsar la gestión territorial integral para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático de ecosistemas, considerando el manejo y aprovechamiento sustentable, la protección, la conservación y la restauración; con énfasis en regiones prioritarias y cuencas hidrográficas.	En atención a este lineamiento, el Proyecto se alinea con los instrumentos de gestión territorial y con los criterios de planeación ambiental aplicables a su desarrollo.
92	Garantizar la conectividad ecohidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático.	Toda vez que el Proyecto intervenga en zonas con escurrimiento de agua, la Promovente considerará el establecimiento de muros vivos, terrazas de formación sucesiva y presas filtrantes según corresponda para evitar la interrupción del flujo superficial del agua y de servicios ambientales.
96	Aumentar la superficie bajo reforestación y restauración de ecosistemas con especies nativas, aptas para las condiciones climáticas regionales.	Cuando sea requerido realizar actividades de reforestación/restauración, serán empleadas especies nativas y se evitará en todo momento la introducción de especies exóticas.
98	Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de	Atendiendo a este lineamiento, el Proyecto realiza el presente documento de impacto ambiental, así como la vinculación con instrumentos de planeación y ordenamientos ecológicos

CONSULTA AL PÚBLICO

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (PEOTDUV)		
Lineamiento	**Descripción del lineamiento**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
	cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico.	aplicables, buscando en todo momento la protección de los ecosistemas.
101	Establecer y aplicar mecanismos de evaluación sobre el impacto de las medidas de adaptación implementadas a nivel local, como medio para asegurar su efectividad ante el cambio climático.	Atendiendo a este lineamiento, se describen y evalúan ampliamente impactos ambientales y medidas de prevención y mitigación de estos en el Capítulo IV de esta Manifestación.
102	Fortalecer a los organismos de vigilancia y protección ambiental, fomentar su cooperación y coordinación, así como reforzar sus capacidades de inspección, vigilancia y ejecución.	Durante las distintas etapas del Proyecto se podrán realizar monitoreos y acciones de seguimiento ambiental, conforme a las medidas establecidas para su manejo y control.
104	Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas con alto potencial.	Por su naturaleza, el Proyecto cumple de manera inherente a estos lineamientos.
105	Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.	
109	Promover la eficiencia energética y ahorro en el sistema energético, así como en cada actividad que conforme el PIB.	
115	Establecer esquemas de restauración, regeneración o reforestación para la captura y almacenamiento de carbono en Áreas Naturales Protegidas y otros instrumentos de conservación del territorio y ecosistemas terrestres.	En cada etapa del Proyecto, incluida su desmantelamiento, se realizarán las acciones que se requieran según se necesite restaurar, regenerar o reforestar para conservación del ecosistema.
116	Implementar esquemas de conservación de suelos, que aseguren su integridad e incrementen la captura de carbono.	Ante la ejecución del Proyecto, en todas sus etapas será puesto en práctica un programa de conservación de suelos.
122	Instrumentar acciones de eficiencia energética y utilización de energía renovable en proyectos del sector agrícola, pecuario y pesquero, como el impulso a los biodigestores.	Si bien este lineamiento no es aplicable al Proyecto puesto que éste no está asociado al desarrollo de actividades agropecuarias o de pesca, es importante resaltar que el Proyecto está completamente asociado al empleo de tecnología de energías renovables del tipo solar, contribuyendo de manera amplia al desarrollo y la obtención de energía a partir de estas.

Del análisis de las UGT incidentes y de los lineamientos del PEOTDUV aplicables, se concluye que el Proyecto no contraviene disposición alguna de dicho instrumento. Por el contrario, se ubica dentro de actividades compatibles y atiende los criterios que resultan aplicables en función de sus características. En consecuencia, puede afirmarse que el Proyecto es compatible con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave.

II.4. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO

II.4.1. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 establece la dirección política general que da sustento a los objetivos y lineamientos básicos de los programas de las dependencias y organismos descentralizados. Asimismo, define las estrategias y acciones específicas del gobierno, orientadas a garantizar el respeto a los derechos humanos, la justicia social, la austeridad republicana, la transparencia y la rendición de cuentas, la erradicación de la corrupción y el impulso al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar.

El objetivo principal de este instrumento de planeación es promover el bienestar en los ámbitos público, privado y social, mediante los programas específicos de las distintas secretarías que integran la administración pública del Gobierno del Estado de Veracruz. Cabe destacar que el Plan incorpora de manera expresa los

CONSULTA AL PÚBLICO

Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), comúnmente identificados como Agenda 2030.

Para alcanzar estos fines, se establecieron dos ejes transversales y tres ejes generales, que se enlistan a continuación:

Ejes transversales

- Eje: Cultura de Paz y Derechos Humanos. Busca que la cultura de paz y los derechos humanos permitan de forma interrelacionada la paz social y el orden público entre las y los veracruzanos y sus instituciones, con la finalidad de que prevalezca un ambiente de tranquilidad social a partir del ejercicio del Estado de Derecho. Este eje permite tener presente la atención a los diferentes grupos de la población, en especial a aquellos históricamente vulnerados.
- Eje: Honestidad y Austeridad. Este Eje va orientado a la planeación, organización, manejo y uso de los recursos humanos, materiales, financieros y de informática del Estado, así como en todas las áreas del desarrollo del proceso de gestión del gobierno, a través de sus servidores públicos y la toma de decisiones en las diferentes instituciones que integran la administración pública, con la finalidad, en todo momento, del bienestar de la sociedad veracruzana.

Ejes generales

- Eje A - Eje de Derechos Humanos. En este se concentran las políticas y programas implementados por las Secretarías de Gobierno, Educación, Seguridad Pública y la Coordinación General de Comunicación Social, a través de sus respectivos programas sectoriales, sumándose las acciones realizadas por los institutos veracruzanos de Asuntos Indígenas, de las Mujeres y de la Juventud.
- Eje B - Desarrollo Económico. Tiene por objetivo lograr que la ciudadanía veracruzana y sus familias obtengan un nivel adecuado de vida mediante la mejora de sus condiciones de subsistencia económica y social; se comprenden en este Eje sendos Programas Sectoriales elaborados por las Secretarías de Desarrollo Económico, Turismo, Infraestructura y Obras Públicas; Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca; Trabajo, Previsión Social y Productividad; Finanzas y Planeación y Contraloría General.
- Eje C - Bienestar Social. Concentra los esfuerzos de las Secretarías de Desarrollo Social, Salud, Protección Civil, Medio Ambiente y el actual Instituto Veracruzano de la Cultura, dependencias y entidades que conjugan los esfuerzos para la mejora de la calidad de vida y desarrollo humano de las y los veracruzanos.

Vinculación: El Proyecto se vincula con el Eje C, “Bienestar Social”, particularmente en su componente ambiental. Dentro de este eje, el Objetivo 3 establece la necesidad de garantizar un medio ambiente sano en el que la población veracruzana pueda desarrollarse de manera integral, en armonía y equilibrio con la biodiversidad,

CONSULTA AL PÚBLICO

mediante la preservación y restauración del patrimonio natural del estado. En este marco, el Proyecto guarda relación con la línea de acción consistente en gestionar alianzas estratégicas con el sector empresarial, agroindustrial y comercial, bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

En ese contexto, el Proyecto se encuentra intrínsecamente vinculado con el objetivo y la línea de acción referidos, al contribuir al incremento en la generación de energía no contaminante. De esta manera, se alinea con las directrices del Plan orientadas al impulso de energías limpias y renovables, sostenibles y compatibles con la protección ambiental, además de favorecer el desarrollo económico de las zonas donde se prevé su ejecución.

II.4.2. Plan Municipal de Desarrollo de Soledad de Doblado 2022-2025

Este Plan constituye el instrumento rector de carácter normativo que orienta y define las acciones del gobierno municipal durante el periodo 2022-2025. Su integración derivó de un proceso de participación ciudadana desarrollado mediante foros de consulta convocados por el Ayuntamiento. Su contenido se estructura a partir de los ejes, estrategias, objetivos, programas y acciones previstos en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, así como de la metodología del COPLADEB (Comité de Planeación Democrática para el Bienestar), lo que permite su alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Vinculación: En este instrumento se contempla el objetivo de mejorar el equipamiento urbano, respecto del cual el Proyecto puede constituir un elemento coadyuvante, en atención a su naturaleza y a la disponibilidad de infraestructura eléctrica que aportaría.

II.4.3. Plan Municipal de Desarrollo de Comapa, Veracruz 2022-2025

El Plan Municipal de Desarrollo de Comapa se integra por cinco ejes centrales, alineados, en el ámbito estatal, con el Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD); en el ámbito nacional, con el Plan Nacional de Desarrollo (PND); y, en el ámbito internacional, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Asimismo, incorpora dos ejes transversales que buscan permear en todas las áreas del gobierno municipal, como se señala a continuación:

- Eje 1. Servicios Públicos de Calidad. Tiene por objetivo garantizar que los servicios públicos sean accesibles para todas y todos en las mismas condiciones, permanentes, continuos y de calidad.
- Eje 2. Programas para el Bienestar de Todos y Todas. Busca garantizar el bienestar y mejoría de la calidad de vida de los habitantes, además de cubrir con las necesidades básicas relacionadas a los servicios públicos mencionados en el eje 1.
- Eje 3. Crecimiento y Desarrollo Económico Sustentable. Tiene como finalidad impulsar el crecimiento económico de la región y del municipio de Comapa, contemplando el enfoque de sustentabilidad en todos sus aspectos, logrando esto por medio del fortalecimiento de las actividades económicas, respetando la vocación productiva del municipio (agricultura y ganadería)

CONSULTA AL PÚBLICO

pero también generando nuevas capacidades que permitan mejorar otras actividades productivas y mejorando la calidad de los empleos en el municipio.

- Eje 4. Desarrollo Humano Incluyente para las Familias. El propósito de este eje es el desarrollo humano integral de toda la ciudadanía de Comapa bajo un gobierno incluyente que contemple las necesidades específicas de cada grupo y trabaje para cubrirlas es su quehacer diario, siempre con miras a la realización de las personas.
- Eje 5. Gobierno Cercano, Transparente y Democrático. Un gobierno Cercano, Transparente y Democrático busca que su gestión sea un instrumento al servicio de las y los ciudadanos y con esto garantizar mejores resultados con los recursos que se cuentan.
- Eje Transversal con Enfoque de Derechos Humanos. Este enfoque identifica por un lado a los titulares de derechos y por otro a los titulares de deberes, y contribuye a fortalecer las capacidades de los titulares de derechos para elevar sus reclamos, así como las de los titulares de deberes para cumplir con sus obligaciones. Se toma como referente la universalidad, la igualdad y la no discriminación, de donde se derivan acciones preferenciales hacia los grupos vulnerables o excluidos.
- Eje Transversal con Enfoque de Desarrollo Sustentable. Busca el fomento del desarrollo económico respetuoso del medioambiente y la población, con el diseño de políticas públicas y regulaciones que prioricen la sustentabilidad, estableciendo procesos participativos junto a mecanismos que garanticen la aplicación y el buen funcionamiento de dichas políticas, con obras públicas que apoyen la estrategia de sustentabilidad, el aprovechamiento de los recursos naturales, etc.

Vinculación: En relación con este instrumento, el Proyecto puede contribuir de manera relevante mediante la provisión de energía limpia y sostenible, la generación de empleos durante sus etapas de instalación y operación, y el impulso al desarrollo de tecnologías renovables. Asimismo, puede fortalecer la conciencia ambiental en la población y favorecer el desarrollo económico y social de la comunidad. En consecuencia, se considera que el Proyecto es compatible con las directrices establecidas en este Plan.

II.5. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC)

II.5.1. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 2024), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son "Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley", debido a ello, las actividades que pueden llevarse dentro de las ANP se establecen de acuerdo

CONSULTA AL PÚBLICO

con la LGEEPA y su Reglamento, así como a las previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna zona núcleo, restrictiva o prohibitiva para la ejecución de obras o actividades al interior de un Área Natural Protegida (ANP), la ubicación más cercana corresponde al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), situado aproximadamente a 37 km al noreste del Proyecto.

II.5.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

El Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida Estatal, las ubicaciones más cercanas corresponden al Corredor Biológico Multifuncional "Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua", localizado aproximadamente a 30 km al noroeste del predio del Proyecto, y la Reserva Ecológica "Tembladeras-Laguna Olmeca", situada a 35 km al sureste.

En la *Figura II-5* se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales.

CONSULTA AL PÚBLICO

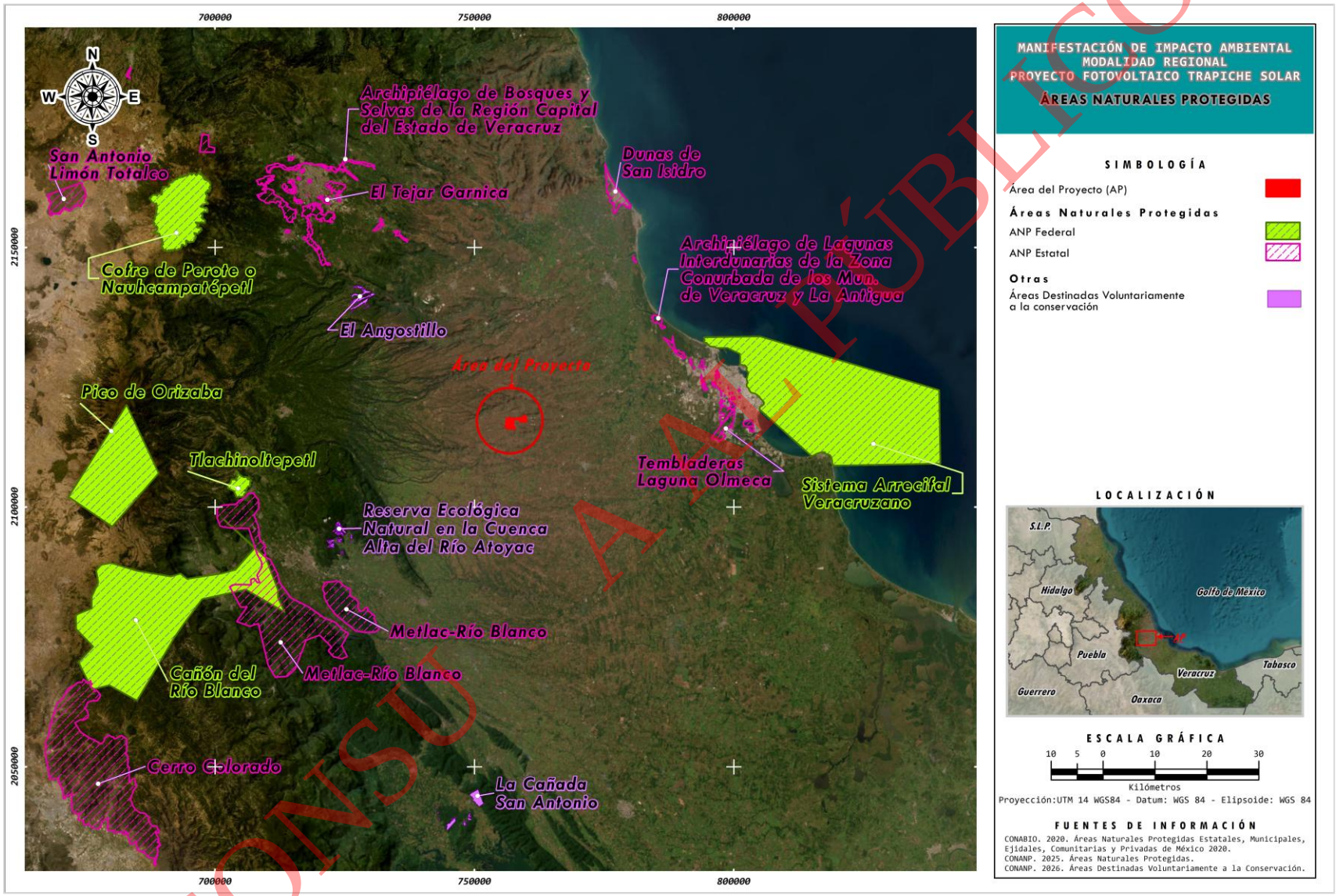


Figura II-5. Áreas Naturales Protegidas y Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación

CONSULTA AL PÚBLICO

II.6. ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN.

II.6.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tiene una oportunidad real de conservación (Arriaga et al., 2000).

Dentro del área del proyecto no se identificaron Regiones Terrestres Prioritarias La Región Terrestres Prioritarias (RTP), la más cercana al proyecto se sitúa 24 km al noroeste del sitio y se denomina RTP-104, Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana. En la *Figura II-6* se muestra la ubicación del Proyecto con respecto a la RTP mencionada.

II.6.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) surgen del objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido (Arriaga et al., 2002).

Dentro del área del proyecto no incide ninguna RHP, la región hidrológica más cercana al área del Proyecto se encuentra ubicada aproximadamente a 3 km al norte del sitio y corresponde a la Región Hidrológica Prioritaria 77 (RHP-77) Río La Antigua, *Figura II-6.*

II.6.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs) surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio (CONABIO, 2015).

El Proyecto se localiza dentro del AICA 150: Centro de Veracruz (*Figura II-6*). La CONABIO justifica la importancia de esta AICA debido a que el centro de Veracruz constituye una región crítica, o cuello de botella, para aproximadamente 236 especies migratorias neotropicales de relevancia mundial. Asimismo, alberga poblaciones de alrededor de doce especies de aves endémicas o de distribución restringida, así como cuatro de las 19 especies de aves enlistadas para México en el libro rojo de la IUCN. Adicionalmente, concentra cerca del 34% de las especies incluidas en la NOM-059.

CONSULTA AL PÚBLICO

La región del centro de Veracruz está integrada por una prolongación del Eje Neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que divide la Planicie Costera del Golfo en dos porciones. Presenta el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo, con excepción del norte de la Península de Yucatán, además 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. Su vegetación principal corresponde a matorral xerófilo, bosque de coníferas y encino, y bosque mesófilo.

La Promovente establecerá medidas de prevención y control para mitigar el impacto adverso que pueda producirse, dichas medidas se presentan en el Capítulo IV en el presente Estudio.

II.6.4. Humedales de importancia internacional (Sitios Ramsar)

Los Humedales de Importancia Internacional, son áreas que han sido reconocidas al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional" (CONANP, 2016). El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica (Ramsar, 2014).

En relación con los humedales de importancia internacional o sitios Ramsar, dentro del área del Proyecto o en sus alrededores no se encuentra alguno de ellos.

CONSU A AL PÚBLICO

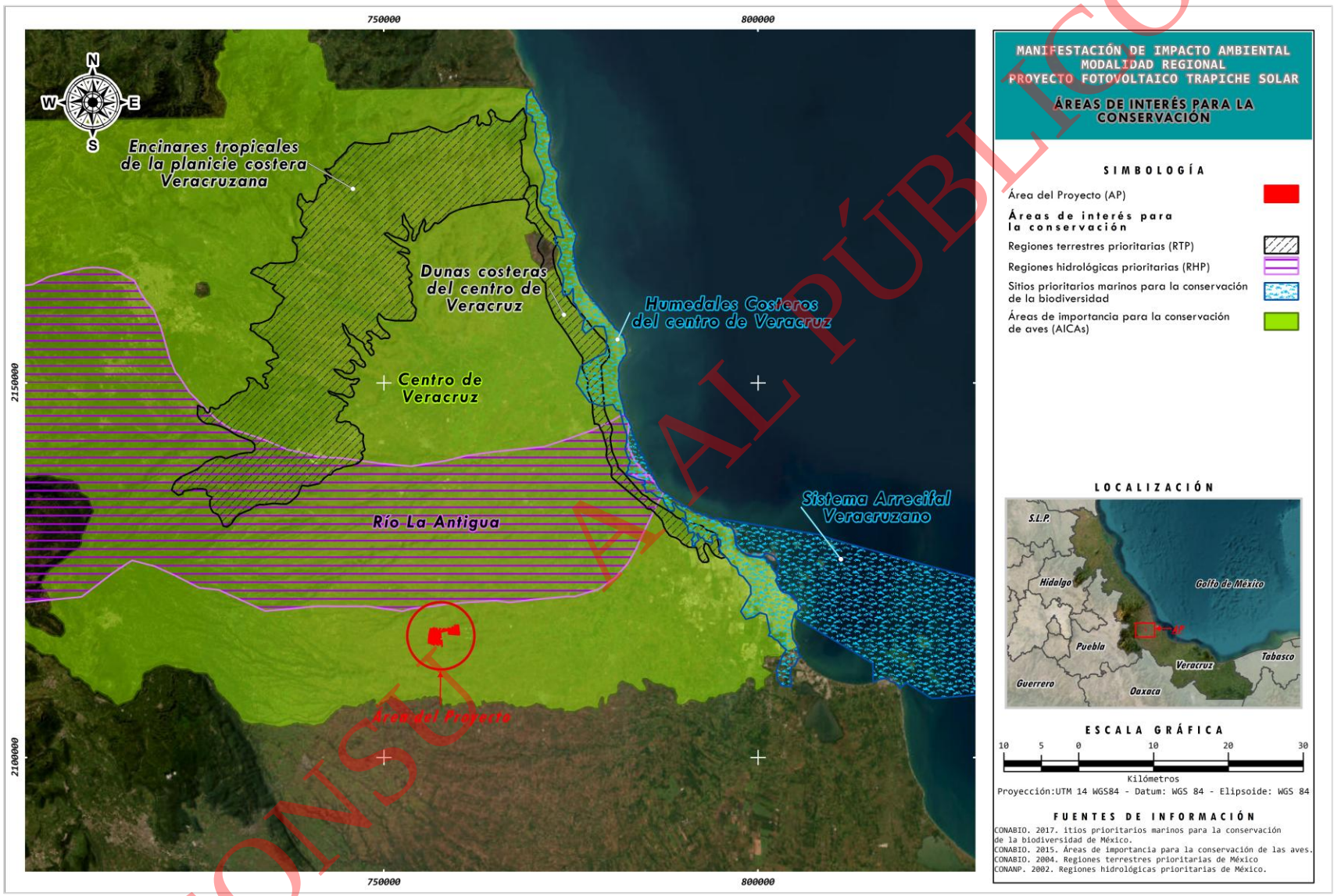


Figura II-6. Áreas de interés para la conservación

CONSULTA AL PÚBLICO

II.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Considerando las actividades que se llevarán a cabo para el establecimiento del Proyecto y posteriormente su operación y mantenimiento. En la *Tabla II-8* se establecen las Normas Oficiales Mexicanas que serán aplicables al Proyecto, así como las estrategias para su cumplimiento.

Tabla II-8. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en su desarrollo

Normas Oficiales Mexicanas		
Tema	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Residuos Peligrosos	**NOM-052-SEMARNAT-2005**.-Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	En el Proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos, por lo que, para un adecuado manejo de los mismos, se realizará su identificación y clasificación utilizando para ello lo estipulado en la presente Norma.
	NOM-054-SEMARNAT-1993.- Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.	Durante las diferentes etapas del Proyecto, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, en el cual, los residuos generados serán dispuestos en contenedores individuales por tipo de residuo. De ser requerido el almacenamiento de distintos residuos en un mismo contenedor, se verificará previamente su compatibilidad de acuerdo con el procedimiento estipulado en la presente Norma.
Residuos de manejo especial	**NOM-161-SEMARNAT-2011**.- Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuales están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto y que cumplan con los criterios definidos en la presente Norma, serán clasificados como de manejo especial. De corresponder a residuos enlistados en la Norma, se realizará el correspondiente Plan de Manejo de acuerdo con los elementos requeridos para su formulación.
Lodos y biosólidos	**NOM-004-SEMARNAT-2002**.- Protección Ambiental. - Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	En el Proyecto no se tendrá conexión con el sistema de alcantarillado urbano o municipal ni se contará con alguna planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que, la presente Norma no es aplicable al Proyecto, sin embargo, ya que durante la etapa de operación y mantenimiento se contará con una fosa séptica para las aguas residuales provenientes del uso doméstico de los trabajadores, generando con ello la presencia de lodos, se contratarán los servicios de una empresa autorizada para el manejo de los mismos (retiro, transporte, tratamiento y/o disposición final). Dependiendo del destino de los lodos, se solicitará al proveedor de los servicios que además de los permisos de las autoridades correspondientes para el manejo de estos, se realicen los análisis y procedimientos requeridos para demostrar el cumplimiento con la presente Norma y normatividad asociada.
Emisiones de fuentes móviles	**NOM-041-SEMARNAT-2015**.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El uso de vehículos y maquinaria, durante las distintas etapas del Proyecto, estará condicionado a su cumplimiento con las especificaciones de cada una de las normas oficiales aplicables a los mismos, por lo que, se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que, sus unidades se encuentren en óptimas condiciones, requiriendo para ello su verificación vehicular al corriente y la realización de los mantenimientos preventivos y en dado caso, mantenimientos correctivos.
	NOM-042-SEMARNAT-2003.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
	NOM-044-SEMARNAT-2017.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	
	NOM-045-SEMARNAT-2017.- Protección ambiental.- Vehículos en	

CONSULTA AL PÚBLICO

Normas Oficiales Mexicanas		
Tema	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
	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.	
	NOM-076-SEMARNAT-2012.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos valorativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	
Contaminación del agua	**NOM-001-SEMARNAT-2021**.- Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Las aguas residuales que se generen por parte del Proyecto, serán manejadas y dispuestas a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones necesarias para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes que se estipulan en las presentes Normas.
	NOM-002-SEMARNAT-1996.- Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	
Contaminación del suelo	**NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.-** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En dado caso de que se presenten derrames de hidrocarburos sobre el suelo, en primera instancia se llevarán a cabo medidas para su contención, siendo posteriormente realizadas acciones de limpieza y recuperación del suelo contaminado para su procesamiento como residuo peligroso, para finalmente ser puesto a disposición de empresas autorizadas para el transporte, tratamiento y/o disposición de estos, para lo cual, se solicitará a los proveedores que se realicen los análisis y procedimientos requeridos para demostrar el cumplimiento con la presente Norma.
Contaminación por ruido	**NOM-080-SEMARNAT-1994**.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que sus unidades vehiculares se encuentren en óptimas condiciones para su operación, para lo cual, se vigilará que las unidades cuenten con sus correspondientes mantenimientos preventivos.
	NOM-081-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	El Proyecto se sujetará a los límites máximos permisibles definidos para zonas industriales y comerciales: 68 dB (A) en horario de 6:00 a 22:00 horas y 65 dB (A) en horario de 22:00 a 6:00 horas, para ello, se vigilarán las emisiones de ruido de las instalaciones de acuerdo con el método de medición definido en la presente Norma. De superarse los límites, se realizarán los ajustes necesarios.
Especies en riesgo (Flora y fauna silvestre)	**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.	Con el fin de proteger a las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la presente Norma, aquellas que se ubiquen en el Proyecto serán consideradas como prioritarias dentro de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.
Suelo orgánico	**NOM-027-SEMARNAT-1996**.- Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.	Para la instalación de infraestructura del Proyecto, principalmente edificaciones y caminos, se requerirá la realización del despalme del suelo o remoción del suelo orgánico, para lo cual, con el fin de conservar este recurso, se rescatará y almacenará temporalmente, para finalmente ser utilizado para actividades de restauración de suelos y/o actividades de recuperación de la cobertura vegetal. Durante todo el proceso de manejo del suelo orgánico, se tomarán en cuenta lo dispuesto en la presente Norma.
Seguridad e higiene	**NOM-004-STPS-1999**.- Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	La maquinaria y equipo que se utilice en el Proyecto, contará con los sistemas de protección y dispositivos de seguridad necesarios para reducir el riesgo de accidentes a sus operadores o personal que se encuentre en los alrededores durante su funcionamiento, y para lo cual, se verificará que se cumplan con las disposiciones estipuladas en las presentes Normas.
	NOM-011-STPS-2001.- Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	
	NOM-017-STPS-2008.- Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El personal que labore en el Proyecto contará con el equipo de protección personal (EPP) necesario para el tipo de actividad que realice, el cual se verificará que este en óptimas condiciones.

CONSULTA AL PÚBLICO

II.8. OTROS INSTRUMENTOS JURÍDICOS

II.8.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y su última reforma el 17 de enero de 2025, es la máxima ley que rige la vida económica, social y política en México. El Proyecto se vincula con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de acuerdo con lo que se establece en la *Tabla II-9*.

Tabla II-9. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
Disposiciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 4o. (...) *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.*	De acuerdo con las regulaciones establecidas por el Estado, para garantizar el respeto al derecho de un medio ambiente sano, se presenta ante la Secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), para su evaluación y obtención de la autorización en Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, en la cual se establecen las medidas a llevar a cabo para la protección y conservación del medio ambiente, así como aquellas medidas para prevenir, controlar y/o mitigar los impactos que pudieran presentarse por el desarrollo del presente Proyecto.
Artículo 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución.* *(...) El Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo.* *(...) El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución* *Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.* *(...) Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.*	Con el desarrollo del Proyecto, se contribuirá al crecimiento económico y a la generación de empleos en la región, además de que, al producir energía eléctrica a través de un recurso natural renovable como lo es la energía solar, se evitará una influencia negativa sobre el medio ambiente, fomentando el desarrollo sostenible.
Artículo 27. *La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.* *Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.* *(...) 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 estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica (...).*	La Promovente llevará a cabo los contratos y/o procedimientos necesarios para la legal ocupación de los terrenos en los que se establecerá el Proyecto, así como también, celebrará los contratos requeridos con las autoridades correspondientes para su participación en la industria eléctrica.
Artículo 73. *El Congreso tiene facultad:* *XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.*	El Proyecto se sujetará a los instrumentos jurídicos en materia ambiental que existen en los tres niveles de gobierno: Federal, Estatal, y Municipal, por lo que, en el presente Capítulo, además de la vinculación del Proyecto con los instrumentos jurídicos ambientales de competencia federal, también se especifica su vinculación con los

CONSULTA AL PÚBLICO

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
Disposiciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
	instrumentos jurídicos ambientales correspondientes al estado y al municipio.
Artículo 115. *Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:* V. *Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:* *Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial;* *Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;* *Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;* *Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;* *Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;* *Otorgar licencias y permisos para construcciones;* *Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;*	La Promovente acatará las regulaciones en materia de uso de suelo y zonificación del territorio, emitidas por el gobierno municipal, realizando para ello, los procedimientos o trámites para la obtención de las autorizaciones, licencias y permisos requeridos para la utilización del suelo y la construcción del Proyecto.

II.8.2. Convenios internacionales

Los tratados y convenios internacionales aprobados por el Senado de la República y que resultan jurídicamente vinculantes con el Proyecto se presentan en la *Tabla II-10*.

Tabla II-10. Convenios Internacionales vinculantes con el Proyecto

Convenios Internacionales		
Convenio	**Disposiciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Convención marco sobre el cambio climático	La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), creada en 1992, es el organismo de la ONU encargado de establecer las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático, con el objetivo último de lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático. Esta Convención es la base de un régimen jurídico que entra en vigor el 21 de marzo de 1994 como un instrumento vinculante, es decir establece una obligación de todas las disposiciones mencionadas, y es a partir de este marco que se subordinan el Protocolo de Kyoto y posteriormente el Acuerdo de París (ICAyCC – UNAM, 2021).	La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, así como los Protocolos de Kyoto y el Acuerdo de París han sido firmados y ratificados por el Gobierno de México, debido a ello, debe de acotarse al cumplimiento de los objetivos y compromisos adquiridos con la adopción de dichos instrumentos. Al respecto, y tal como se estableció en la Ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, instrumentos del marco legal del Gobierno de México para hacer frente al cambio climático considerando sus compromisos internacionales, con la implementación del Proyecto, debido a que consistirá en la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía solar, se aumentará el uso de tecnologías limpias como una alternativa al uso y consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, lo que permitirá la disminución de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, contribuyendo al cumplimiento del Gobierno de México con la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático así como al Acuerdo de París, con respecto a la regulación de sus emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
Protocolo de Kioto	Adoptado durante la Tercera Conferencia de las Partes (COP 3) celebrada en la ciudad de Kyoto, Japón, en 1997, en aras de alcanzar el objetivo último de la CMNUCC. Este instrumento entró en vigor en 2005, comprometiendo a los países industrializados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Así mismo, establece una serie de mecanismos de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) (SEMARNAT, 2015a).	
Acuerdo de Paris sobre cambio climático	Entrado en vigor el 4 de noviembre de 2016 a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrado en París, Francia Dicho acuerdo es una respuesta por parte de la ONU para mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C.	

CONSULTA AL PÚBLICO

Convenios Internacionales		
Convenio	Disposiciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	México firmó este acuerdo, en el cual se compromete al cumplimiento de cinco acciones concretas: Alcanzar una tasa cero de deforestación Mejorar la capacidad adaptativa de los 160 municipios más vulnerables Proteger a la población de los fenómenos hidrometereológicos extremos Aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica del país y de los ecosistemas Desacoplar el crecimiento económico de la emisión de contaminantes de efecto invernadero.	

II.8.3. Ley General para la Prevención y la Gestión de los Residuos

Las distintas etapas del Proyecto estarán reguladas en materia de residuos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el DOF el 8 de octubre de 2003 y su última reforma el 19 de enero de 2026, la cual tiene 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, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En relación con la LGPGIR. En la *Tabla II-11* se muestran las disposiciones legales vinculantes con el desarrollo del Proyecto.

Tabla II-11. Disposiciones reglamentarias de la LGPGIR vinculantes al Proyecto

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- *La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de estos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*	Los residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante las distintas etapas del Proyecto deberán identificarse y clasificarse conforme a lo previsto en este artículo. Para ello, se atenderá particularmente a la NOM-052-SEMARNAT-2005, a efecto de determinar si presentan características de peligrosidad y definir su manejo procedente.
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.*	En todas las etapas del Proyecto, se llevarán a cabo actividades relacionadas con el manejo de los distintos residuos que se produzcan, entre ellas, las concernientes al manejo de los residuos sólidos urbanos, en los cuales se privilegiará la separación de orgánicos e inorgánicos, utilizando para ello contenedores debidamente rotulados con el tipo de residuo a almacenar.
Artículo 20.- *La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.*	El manejo de los residuos peligrosos dentro del área del Proyecto, tales como su recolección, transporte, clasificación y almacenamiento temporal, se realizará de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos, mientras que, para el traslado fuera del área del Proyecto y su disposición final, se realizará mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de los mismos.
Artículo 22 *Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.*	
Artículo 31.- *Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:* *Aceites lubricantes usados;* *Disolventes orgánicos usados;* *Convertidores catalíticos de vehículos automotores;* *Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;*	Como parte de las actividades del Proyecto, principalmente en la etapa de construcción, se prevé la generación de residuos peligrosos, entre ellos: aceites lubricantes usados por la operación de la maquinaria, residuos de pintura, solventes, estopas y demás objetos impregnados con este tipo de sustancias, debido a ello y considerando lo dispuesto en el artículo 31, se llevará a cabo un plan de manejo para dichos residuos.

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Vinculación con el Proyecto**
Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; *Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;*	
Artículo 40 *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*	El manejo de los residuos peligrosos dentro del área del Proyecto, tales como su recolección, transporte, clasificación y almacenamiento temporal, se realizará de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos, mientras que, para el traslado fuera del área del Proyecto y su disposición final, se realizará mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de estos mismos.
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 minimización 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 éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*	Considerando que la generación estimada de residuos peligrosos sería menor a 400 kg anuales, el Proyecto se ubicaría en la categoría de microgenerador, en términos del artículo 42, fracción III, del Reglamento de la LGPGIR. En consecuencia, el promovente podrá trasladar los residuos peligrosos debidamente embalados a un centro de acopio autorizado y presentar el aviso correspondiente ante la autoridad competente.
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.*	Como parte del desarrollo del Proyecto, se llevará a cabo el registro como generador de residuos peligrosos ante la Secretaría, realizando para ello la estimación anual de residuos peligrosos que se prevé serán generados, definiendo con ello su categoría de registro y las disposiciones a las que quedará sujeto el manejo de los residuos peligrosos.
Artículo 44.- *Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:* *Grandes generadores;* *Pequeños generadores, y* *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.*	El manejo de los residuos peligrosos dentro del área del Proyecto, tales como su recolección, transporte, clasificación y almacenamiento temporal, se realizará de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos, mientras que, para el traslado fuera del área del Proyecto y su disposición final, se realizará mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de los mismos. Una vez que el Proyecto deje de operar, se llevaran a cabo las actividades necesarias para realizar la remoción total de las instalaciones y estructuras, incluyendo el retiro en su totalidad de todo tipo de residuos presentes en el área del Proyecto.
Artículo 48.- *Las personas consideradas como micro generadores 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 micro generadores 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.*	Se estima que la generación de Residuos Peligroso sea menor a 400 kg anuales, y en términos del artículo 42, fracción III, del Reglamento de la LGPGIR, éste se ubicaría en la categoría de microgenerador. En consecuencia, el promovente podrá trasladar los residuos peligrosos debidamente embalados a un centro de acopio autorizado y presentar el aviso correspondiente ante la autoridad competente.
Artículo 54.- *Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.*	Los residuos peligrosos que se generen en el Proyecto no se mezclaran con otros materiales o residuos, llevando a cabo su manejo de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos.
Artículo 55.- *La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes*	La reutilización de envases o embalajes, que contuvieron materiales peligrosos, únicamente se permitirá cuando estos sean utilizados para los

CONSULTA AL PUBLICO

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Vinculación con el Proyecto**
que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. *Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.* *En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.*	mismos materiales que originalmente contuvieron, en caso contrario, serán considerados como residuos peligrosos.
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 Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.*	Los residuos peligrosos que se generen durante la ejecución del Proyecto serán resguardados en un almacén temporal que reúna las condiciones necesarias para evitar la generación de lixiviados, la infiltración al suelo, el arrastre por lluvia o viento, así como incendios, explosiones, fugas o derrames. Considerando que la generación estimada sería menor a 400 kg anuales, el Proyecto se ubicaría en la categoría de microgenerador. Asimismo, se observará el plazo máximo de almacenamiento temporal previsto por la normatividad aplicable. Asimismo, no deberá excederse el tiempo máximo de 6 meses que los residuos pueden permanecer en el almacén temporal, contados a partir de su generación.
Artículo 67.- *En materia de residuos peligrosos, está prohibido:* *El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;* *El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;*	El almacenamiento de residuos peligrosos, dentro del área del Proyecto, no sobrepasará los seis meses, para lo cual, se mantendrá la vigilancia de las fechas de generación de los residuos mediante su correspondiente bitácora. De ser requerido un mayor tiempo para su almacenamiento, se solicitará una prórroga ante la Secretaría cumpliendo para ello con los requisitos que establece el Reglamento de la LGPGIR. Los residuos peligrosos incompatibles no serán almacenados o confinados en el mismo lugar o celda, para lo cual, se tomará en cuenta lo estipulado en la NOM-054-SEMARNAT-1993, además de que el almacenamiento se mantendrá por debajo de su capacidad instalada.
Artículo 68.- *Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.* *Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.*	Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas enfocadas a la prevención de la contaminación, sin embargo, en el caso de que esta ocurra, tal como lo indican los artículos 68 y 69, se asumirán las responsabilidades correspondientes a ello, llevando a cabo las acciones necesarias para su remediación, y en dado caso, la compensación por los daños causados.
Artículo 69.- *Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.*	
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.*	En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se observarán las disposiciones emitidas por las autoridades estatales y municipales competentes. Para ello, el Proyecto contará con una persona responsable del manejo de residuos, quien tendrá a su cargo la capacitación del personal y el registro de la generación, almacenamiento y salida de los residuos para su disposición final.

II.8.4. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Reglamento de la LGPGIR se publicó el 30 de noviembre de 2006 en el DOF, siendo su última reforma publicada el día 31 de octubre de 2014. El objetivo de este instrumento es reglamentar la Ley General para la

CONSULTA AL PÚBLICO

Prevención y Gestión Integral de los Residuos. La vinculación del Proyecto con el Reglamento en comento se presenta en la *Tabla II-12*.

Tabla II-12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 40.- *La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*	Durante las distintas etapas del proyecto se contempla la implementación de acciones de manejo de residuos y sustancias peligrosas, tendientes a evitar su derrame o fuga que pudiera llegar a contaminar al suelo. En el caso de que por accidente se contamine el suelo con residuos o sustancias peligrosas, este será considerado como residuo peligroso, llevando a cabo las acciones de manejo que este tipo de residuos requiere.
Artículo 42.- *Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:* **I.** *Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* **II.** *Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y* **III.** *Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.*	
Artículo 43.- *Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:* **I.** *Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:* **a)** *Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;* **b)** *Nombre del representante legal, en su caso;* **c)** *Fecha de inicio de operaciones;* **d)** *Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;* **e)** *Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;* **f)** *Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y* **g)** *Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;* *(...)* *III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.* *En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.*	Como parte del desarrollo del Proyecto, se llevará a cabo el registro como generador de residuos peligrosos ante la Secretaría, realizando para ello los procedimientos correspondientes, entre los cuales, se realizará la estimación anual de residuos peligrosos que se prevé serán generados, definiendo con ello su categoría de registro y las disposiciones a las que quedará sujeto el manejo de los residuos peligrosos.
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;*	El manejo de residuos peligrosos en el Proyecto, se realizará en apego a lo establecido en el presente Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables a ello, con los cuales se realizará adecuadamente la identificación de los residuos peligrosos, su separación, envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte y disposición final.

CONSULTA AL PÚBLICO

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
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 autorice 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, y las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.*	
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, y* **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;* *(...)* *e) El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.*	Una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o suspensión de la actividad generadora de estos, se avisará a la SEMARNAT, dando cabal cumplimiento a lo especificado en este artículo.
Artículo 71.- *Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:* *I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:* **a)** *Nombre del residuo y cantidad generada;* **b)** *Características de peligrosidad;* **c)** *Área o proceso donde se generó;* **d)** *Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;* **e)** *Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;* **f)** *Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y* **g)** *Nombre del responsable técnico de la bitácora.* *La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.* *III. Para el control de los procesos de remediación de sitios contaminados:* **a)** *Tipo de tecnología utilizada;* **b)** *Fecha de inicio y término de acciones de remediación;* **c)** *Volumen a tratar;* **d)** *Puntos y fecha de muestreo;* **e)** *Resultados analíticos del muestreo del suelo durante la remediación;* **f)** *Nombre, cantidad y fechas de adición de insumos;* **g)** *Fecha de volteo y homogenización del suelo, en caso de que esto se realice, y* **h)** *Nombre del responsable técnico de la remediación.*	El control de los residuos peligrosos que se generen en el Proyecto se llevará a cabo mediante el uso de bitácoras, las cuales contendrán la información señalada en el presente artículo, fracción I y sus respectivos incisos. En el caso de que se realicen procesos de remediación de sitios contaminados por el desarrollo del Proyecto, se recabará la información concerniente a lo dispuesto en la fracción III y sus respectivos incisos.
Artículo 75.- *La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de*	En el área del Proyecto se mantendrá toda la información y documentación relacionada con el cumplimiento a lo estipulado en la LGPGIR y su Reglamento, tal como:

CONSULTA AL PÚBLICO

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente: **I.** *Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;* **II.** *El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;*	registro como generador de residuos peligrosos, bitácoras de control de generación y almacenamiento, manifiestos de transporte y disposición final, así como la documentación que ampare el manejo de residuos peligrosos de los proveedores de servicios a los que sean entregados los residuos peligrosos para su transporte y disposición final.
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 (...).* **II.** *Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo (...).* **III.** *Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo (...).* *En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.*	El área de almacenamiento para los residuos peligrosos que se generen en las diferentes etapas del Proyecto, se realizará de conformidad a lo establecido en este artículo, fracciones e incisos correspondientes.
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.*	El almacenamiento de residuos peligrosos, dentro del área del Proyecto, no sobrepasará los seis meses, para lo cual se mantendrá la vigilancia de las fechas de generación de los residuos mediante su correspondiente bitácora. De ser requerido un mayor tiempo para su almacenamiento, se solicitará una prórroga ante la Secretaría cumpliendo para ello con los requisitos que establece el presente Reglamento.
Artículo 87.- *Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.*	La reutilización de envases o embalajes, que contuvieron materiales o residuos peligrosos, únicamente se permitirá cuando estos sean utilizados para los mismos materiales que originalmente contuvieron, en caso contrario, serán considerados como residuos peligrosos.
Artículo 88.- *La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.*	Los residuos peligrosos que se generen en el Proyecto no se mezclaran con otros materiales o residuos, llevando a cabo su manejo de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos. La incompatibilidad entre residuos peligrosos se definirá de acuerdo con lo estipulado en la NOM- 054-SEMARNAT-1993.

II.8.5. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales, publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y su última reforma el 11 de diciembre de 2025, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Su vinculación con el Proyecto se presenta en la *Tabla II-13*.

Tabla II-13. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Ley de Aguas Nacionales	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 14 Bis 5. *Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:* *IX. La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos;* *XII. El aprovechamiento del agua debe realizarse con eficiencia y debe promoverse su reúso y recirculación;*	Como parte del manejo ambiental que se realizará en el Proyecto, se contemplan acciones enfocadas al uso adecuado del agua, así como para la prevención de su contaminación, teniendo como base la concientización ambiental de todo el personal que labore en el Proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley de Aguas Nacionales	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
XVII. Las personas físicas o morales que contaminen los recursos hídricos son responsables de restaurar su calidad, y se aplicará el principio de que "quien contamina, paga", conforme a las Leyes en la materia; *XX. La participación informada y responsable de la sociedad, es la base para la mejor gestión de los recursos hídricos y particularmente para su conservación; por tanto, es esencial la educación ambiental, especialmente en materia de agua;*	
Artículo 85. *En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.* *Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:* **a.** *Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y* **b.** *Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.*	
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.*	Para evitar la contaminación del agua, se implementarán actividades enfocadas al manejo adecuado de los diferentes residuos que se generen en el Proyecto, en las cuales se incluirán actividades de recolección, separación, almacenamiento, transporte y disposición final. Para el conocimiento del manejo de los residuos se realizarán pláticas o capacitaciones a todo el personal que labore en el Proyecto, mismas que serán reforzadas mediante la instalación de señaléticas informativas o restrictivas con respecto al tema en cuestión.
Artículo 88. *Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.*	El manejo y disposición de las aguas residuales que se generen en las distintas etapas del Proyecto se realizará a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los permisos de descarga así como los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de las descargas con los límites máximos permisibles de contaminantes estipulados en la NOM-001- SEMARNAT-2021 o NOM-002-SEMARNAT-1996 respectivamente.
Artículo 88 Bis. *Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán:* **I.** *Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior;* **II.** *Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas;* *(...)* *XV. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias aplicables.*	
Artículo 91 Bis. *Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga que emita el estado o el municipio.* *Las descargas de aguas residuales por uso doméstico y público urbano que carezcan o que no formen parte de un sistema de alcantarillado y saneamiento, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que se expidan y mediante aviso. Si estas descargas se realizan en la jurisdicción municipal, las autoridades locales serán responsables de su inspección, vigilancia y fiscalización.*	
Artículo 113. *La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":* *III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;* *IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;*	Dentro del área del Proyecto se presentan corrientes de agua de tipo intermitente, mismas que se consideran bienes nacionales, por lo que, para la instalación de infraestructura sobre ellos, la Promovente llevará a cabo ante la CONAGUA los trámites para obtener el permiso para construcción de obras en cauces y zonas federales y la concesión para la ocupación de terrenos federales.

CONSULTA AL PÚBLICO

II.8.5.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El presente ordenamiento fue publicado en el DOF el 12 de enero de 1994 y su última reforma el 25 de agosto de 2014, teniendo como objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. El Proyecto se vincula al presente Reglamento de acuerdo con lo establecido en la *Tabla II-14*.

Tabla II-14. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Articulo 135.- *Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:* *Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;* *II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;* *(...)* *XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.*	Las aguas residuales que se generen en el Proyecto quedaran sujetas al manejo y disposición de un proveedor con las autorizaciones y permisos necesarios para ello, entre los cuales, deberá de contar con el permiso para la descarga de aguas residuales y cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes dispuestos en la normatividad aplicable al sitio de su descarga.
Articulo 151.- *Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga 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.*	En el Proyecto se realizarán las medidas pertinentes para evitar la contaminación del agua, siendo las de mayor relevancia las correspondientes al manejo de residuos (sólidos urbanos, manejo especial, peligrosos).

II.8.6. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC), publicada en el DOF el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 01 de abril de 2024, 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, en la que se establecen las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En la *Tabla II-15*.

Tabla II-15. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Ley General de Cambio Climático	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 2o. *Esta Ley tiene por objeto:* **I.** *Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;* **II.** *Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;* **III.** *Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;* **IV.** *Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;* **V.** *Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;* **VI.** *Establecer las bases para la concertación con la sociedad;* **VII.** *Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas*	El Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, por su naturaleza, es acorde con los objetivos de la LGCC, ya que, su implementación reducirá la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles, contribuyendo a la disminución de emisiones de gases y sustancias de efecto invernadero, así como con el precepto de un medio ambiente sano.

CONSULTA AL PUBLICO

Ley General de Cambio Climático	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y **VIII.** *Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos 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;*	El Proyecto es una alternativa al uso y consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, utilizando para ello fuentes renovables de energía como es la energía solar.
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 Sustentable 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.*	Con la implementación del Proyecto, tal como lo indica el presente artículo, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, contribuirán a la reducción de emisiones en la generación de energía, ya que se fomentará la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, siendo el caso del Proyecto, mediante energía solar.

II.8.7. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el DOF el 5 de junio de 2018 y su última reforma el 01 de abril de 2024, tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Considerando el Proyecto que se pretende establecer, en la *Tabla II-16*, se define su vinculación con la LGDFS.

Tabla II-16. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley General de Desarrollo Forestal	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 68. *Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:* *I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;*	Para el desarrollo del Proyecto, se requerirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo cual, la Promovente solicitará su autorización ante la Secretaría, ingresando para ello, entre otros requerimientos, la presentación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) del Proyecto.
Artículo 93. *La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*	
Artículo 98. *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,*	La Promovente realizará el correspondiente depósito ante el Fondo Forestal Mexicano por el concepto de compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley General de Desarrollo Forestal	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	terrenos forestales que se llevará a cabo para el desarrollo del Proyecto, presentando el comprobante del mismo ante las autoridades correspondientes.

II.8.7.1. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente ordenamiento, publicado en el DOF el 9 de diciembre de 2020, y su última reforma el 20 de noviembre de 2025 tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. La vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS se presenta en la *Tabla II-17*.

Tabla II-17. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 139. *Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:* *Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;* *Lugar y fecha;* *Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y* *Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.* *A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:* *Copia simple de la identificación oficial del solicitante;* *Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;* *(...)* *V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.*	La solicitud para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el desarrollo del Proyecto se presentará mediante el formato que para tal efecto expide la Secretaría, anexando, entre otros requerimientos o documentos, el Estudio Técnico Justificativo del Proyecto.
Artículo 141. *Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:* *Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;* *Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;* *(...)* *XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.*	El Estudio Técnico Justificativo, que se ingresará ante la Secretaría para solicitar la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cumplirá con el contenido establecido en el presente artículo.

II.8.8. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicada en el DOF el 3 de julio de 2000 y su última reforma el 16 de julio de 2025, tiene como objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y

CONSULTA AL PÚBLICO

aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El Proyecto se vincula con la LGVS mediante los artículos que se presentan en la *Tabla II-18*.

Tabla II-18. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

Ley General de Vida Silvestre	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 4o. *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.* *Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.* *Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.* **Artículo 18**. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.* *Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.*	Durante las diferentes etapas del Proyecto, no se tiene contemplado el aprovechamiento de ejemplares de fauna o flora silvestre que pudieran encontrarse en los predios del Proyecto, sin embargo, se consideran medidas ambientales para mitigar los efectos negativos que pudieran tenerse sobre la vida silvestre y su hábitat, tal como la implementación de programas de rescate y reubicación, programa de reforestación, instalación de señaléticas y la realización de pláticas alusivas al cuidado y protección de la vida silvestre y de su hábitat.
Artículo 31. *Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.*	El traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre se realizará como parte de las actividades a implementar en el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, para lo cual, el traslado lo realizará personal especializado en el manejo de fauna silvestre y mediante el uso de equipo adecuado para ello.

II.8.9. Ley de Transición Energética

La presente Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015 tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. La vinculación de la Ley de Transición Energética con el Proyecto se presenta en la *Tabla II-19*.

Tabla II-19. Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética

Ley de Transición Energética	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 2.- *Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros:* *Prever el incremento gradual de la participación de las Energías Limpias en la Industria Eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones;* *Facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable;* *Incorporar las externalidades en la evaluación de los costos asociados a la operación y expansión de la Industria Eléctrica, incluidos aquellos sobre la salud y el medio ambiente;* *Determinar las obligaciones en materia de aprovechamiento sustentable de la energía y Eficiencia Energética;* *Establecer mecanismos de promoción de energías limpias y reducción de emisiones*	El Proyecto cumple con las disposiciones establecidas en el presente artículo, ya que consiste en la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables de energía como es la energía solar, lo que contribuye con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley de Transición Energética	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
contaminantes; *Reducir, bajo condiciones de viabilidad económica, la generación de emisiones contaminantes en la generación de energía eléctrica;* *Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia;*	
Artículo 5.- *La Estrategia establecerá políticas y medidas para impulsar el aprovechamiento energético de recursos renovables y para la sustitución de combustibles fósiles en el consumo final.*	El Proyecto consiste en utilizar energía solar para generar energía eléctrica, por lo que, con su implementación se impulsará el aprovechamiento energético de recursos renovables, sustituyendo o reduciendo con ello la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles.
Artículo 117.- *La CRE y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en el ámbito de sus respectivas competencias, realizarán actos de inspección y vigilancia a los integrantes de la Industria Eléctrica, de acuerdo con las disposiciones de regulación y cumplimiento de las obligaciones establecidas en la presente Ley.*	La Promovente colaborará con los actos de inspección y vigilancia que la CRE ahora (CNE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en el momento que crean conveniente, pudieran llevar a cabo al Proyecto.

II.8.10. Ley del Sector Eléctrico

La Ley del Sector Eléctrico se publicó el 18 de marzo de 2025 en el DOF, 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. En relación con la Ley del Sector Eléctrico el Proyecto se vincula principalmente con los artículos que se presentan en la *Tabla II-20*.

Tabla II-20. Disposiciones reglamentarias de la Ley del Sector Eléctrico y su vinculación con el Proyecto

Ley del Sector Eléctrico	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 6.- *El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes:* *II. Promover que las actividades del sector eléctrico se realicen bajo criterios de Sostenibilidad y Justicia Energética;* *III. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico;* *V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad energética nacional;*	El Proyecto no contraviene las disposiciones de la presente Ley, toda vez que corresponde a un desarrollo de generación eléctrica mediante una fuente renovable, lo que contribuye al desarrollo sustentable de la industria eléctrica y al aprovechamiento de tecnologías limpias. Asimismo, su ejecución favorece la participación de particulares en actividades permitidas por el marco jurídico aplicable, impulsa la inversión productiva y contribuye a la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica y al fortalecimiento de la seguridad energética nacional.
Artículo 90- *La contraprestación, los términos y las condiciones para el uso, goce o afectación de los terrenos, bienes o derechos necesarios para el Servicio Público de Transmisión y para la construcción de Centrales Eléctricas mediante el aprovechamiento de un yacimiento geotérmico o del recurso hidráulico, o cualquier otra, conforme a las disposiciones aplicables, deben ser negociados y acordados dentro de los instrumentos regulados por el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, entre las personas propietarias o personas titulares de dichos terrenos, bienes o derechos, incluyendo derechos reales, ejidales o comunales, y los personas interesadas en realizar dichas actividades. Tratándose de propiedad privada, además puede convenirse la adquisición.*	
Artículo 91.- *La negociación y acuerdo a que se refiere el artículo anterior deberá realizarse de manera transparente y sujetarse a las siguientes bases y a lo señalado en las disposiciones que emanen de esta Ley:* *V. La forma o modalidad de uso, goce, afectación o, en su caso, adquisición que se pacte deberá ser idónea para el desarrollo del proyecto en cuestión, según sus características. Al efecto, podrán emplearse las figuras de arrendamiento, servidumbre voluntaria, ocupación superficial, ocupación temporal, compraventa, permuta y cualquier otra que no contravenga la ley;*	
Artículo 136.- *La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos:*	Para atender lo previsto en este artículo, antes del inicio de actividades del Proyecto se presentará ante la autoridad competente la Manifestación de Impacto Social correspondiente.

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley del Sector Eléctrico	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo; *II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto;* *III. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y* *IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto.*	

II.8.11. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento

Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovable y de tecnologías limpias para la generación de electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

En su artículo 2 se establece que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública, y que deberá realizarse en el marco de la estrategia nacional para la transición energética, mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y la sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. En la *Tabla II-21* se presenta un resumen de las disposiciones legales contenidas en esta Ley que resultan vinculantes con el Proyecto.

Tabla II-21. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 1.- *Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional e instrumentos para el financiamiento de la transición energética.*	Si bien los lineamientos referidos corresponden principalmente a atribuciones del Estado, el Proyecto coadyuva al cumplimiento de sus objetivos al promover el aprovechamiento de fuentes renovables y de tecnologías limpias para la generación de electricidad. En ese sentido, su desarrollo favorece la eficiencia y la sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía, al considerar la generación eléctrica a partir de radiación solar.
Artículo 2.- *El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.*	
Artículo 3.- *Señala como fuentes de energías renovables, aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneren naturalmente, y que se encuentren disponibles de forma continua o periódica entre las cuales contempla:* *a) El viento.*	
Artículo 21.- *Estipula que los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con capacidad mayor a 2.5 MW, deberán:* *I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales y, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios ocupados por el proyecto de energía renovable.* *II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;*	

COPIA AL PÚBLICO

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.	

II.8.12. Leyes y Reglamentos Estatales

En el ámbito estatal, el Proyecto debe observar las disposiciones ambientales y administrativas aplicables en Veracruz de Ignacio de la Llave, particularmente aquellas relacionadas con protección ambiental, gestión integral de residuos y medidas de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático. La vinculación específica con dichos ordenamientos se desarrolla en las tablas correspondientes de esta sección.

II.8.12.1. Ley Estatal de Protección Ambiental (Veracruz)

Esta Ley tiene por objeto la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable, de conformidad con las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y disposiciones que de ella emanen. Este documento fue publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz-Llave el 30 de junio de 2000. En la *Tabla II-22* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables.

Tabla II-22. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Protección Ambiental

Ley Estatal de Protección Ambiental	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 15.- *En la formulación del ordenamiento ecológico del territorio, se considerarán:* *V. El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, obras o actividades.*	En atención a lo que establece estos artículos se presenta esta MIA-R ante la SEMARNAT para su evaluación, destacando que en este Capítulo I se asocia a los ordenamientos ecológicos correspondientes. Por su parte la promovente del Proyecto se compromete a esperar las autorizaciones de construcción emitidas por las autoridades correspondientes.
Artículo 39.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece y la Procuraduría controla las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades públicas y privadas, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y conservar, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determiné el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría y se someterán al control de la Procuraduría.* *XX.- Cualquiera que por su naturaleza o ejecución puedan causar impacto adverso y que, por razón de la misma, no estén sometidas a la regulación de leyes federales.*	
Artículo 47.- *La Secretaría requerirá que las manifestaciones de impacto ambiental, presentadas para su evaluación, sean elaboradas por equipos, conformados por profesionales debidamente acreditados, de por lo menos tres disciplinas.*	
Artículo 53.- *Los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigentes en la materia, comprometiéndose a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.*	En observaciones de lo que establece este articulo y para reducir al mínimo las afectaciones a los ecosistemas, así como a las especies que habitan en la zona, se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto, entre las que se encuentran acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos sobre el ambiente y la biodiversidad que se prevé sean generados por el Proyecto se pueden consultar a detalle en el Capítulo IV y anexos de esta MIA-R.

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley Estatal de Protección Ambiental	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 122.- *Deberá regularse la emisión de contaminantes a la atmósfera que ocasione o pueda ocasionar desequilibrios a los ecosistemas o daños al ambiente. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera tales como: olores, gases o partículas sólidas y líquidas que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Federación.*	Debido al uso de maquinaria y vehículos automotores durante las etapas de construcción y operación del Proyecto; se mantendrá un estricto control bajo el uso de la verificación vehicular, además de mantener el constante mantenimiento de la herramienta y maquinaria de manera periódica, así como la regulación de estos dentro de los límites máximos permisibles.

II.8.12.2. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley tiene por objeto regular la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no sean considerados como peligrosos por la legislación federal de la materia. Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave el 28 de junio de 2004. En el *Tabla II-23* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables al mismo.

Tabla II-23. Vinculación del Proyecto con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 26. *El transporte de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos, a través del territorio del Estado, se realizará con previa autorización de las autoridades estatales y municipales correspondientes.*	Se garantizará que los residuos generados durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, ya sean residuos sólidos urbanos, de manejo especial o, en su caso, peligrosos, sean manejados conforme a la normatividad aplicable. Para su transporte, la promovente realizará las gestiones necesarias para contar previamente con las autorizaciones que correspondan ante las autoridades estatales y municipales competentes, asegurando en todo momento el cumplimiento de las disposiciones ambientales y de seguridad aplicables.
Artículo 29. *En relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe:* *I. Verter residuos en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines;* *II. Incinerar residuos a cielo abierto, utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión o dar tratamiento a residuos de manejo especial sin la autorización correspondiente;* *III. Tratar o disponer finalmente de residuos en áreas de seguridad aeroportuaria u otras áreas no destinadas para dichos fines;* *IV. Instalar tiraderos a cielo abierto.*	Durante la ejecución del Proyecto se garantizará que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados no sean vertidos en sitios no autorizados, tales como vías públicas, cuerpos de agua, barrancas, áreas naturales protegidas o cualquier otro lugar prohibido por la Ley. Asimismo, no se realizará la incineración de residuos a cielo abierto ni su disposición final en zonas no autorizadas, incluidas áreas de seguridad aeroportuaria o tiraderos a cielo abierto. En consecuencia, el manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos se llevará a cabo conforme a las disposiciones estatales y municipales aplicables.
Artículo 70. *Las personas físicas o morales que realicen actividades de generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán otorgar a las autoridades correspondientes la información relativa a dichos residuos y sus actividades, a efecto de coadyuvar a la integración y difusión de la información en materia de residuos.*	El Proyecto preverá la integración, resguardo y, en su caso, entrega de la información relativa a la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a efecto de dar cumplimiento a las obligaciones de información previstas en este artículo. Para ello, se mantendrá el registro de los tipos, volúmenes, manejo y destino final de los residuos generados durante las distintas etapas del Proyecto, a fin de coadyuvar con las autoridades competentes en la integración y difusión de la información en materia de residuos, conforme a la normatividad aplicable.
Artículo 71. *Toda persona física o moral podrá denunciar ante la Secretaría o ante los Ayuntamientos, en el ámbito de las respectivas competencias, las conductas, hechos u omisiones, en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que produzcan o puedan producir desequilibrios ecológicos o daños al ambiente o a la salud, o que contravengan las disposiciones de la presente Ley y de los*	El Proyecto se desarrollará observando las disposiciones aplicables en materia de prevención, generación y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el propósito de evitar desequilibrios ecológicos, daños al ambiente o afectaciones a la salud. Asimismo, se implementarán mecanismos internos de supervisión y control para verificar el manejo adecuado de los residuos y corregir oportunamente cualquier

CONSULTA AL PÚBLICO

Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
demás ordenamientos que regulen la prevención, generación y manejo integral de estos residuos.	desviación, a fin de asegurar el cumplimiento de la Ley y reducir el riesgo de conductas u omisiones que puedan dar lugar a denuncias ante la autoridad competente.

II.8.12.3. Ley Estatal de Mitigación y adaptación ante los efectos del Cambio Climático (Veracruz)

Esta Ley tiene por objeto establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable. Este documento fue publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave el 03 de noviembre de 2010. En el *Tabla II-24* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables al mismo.

Tabla II-24. Vinculación del Proyecto con la Ley de Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático

Ley Estatal de Mitigación y adaptación ante los efectos del Cambio Climático (Veracruz)	
Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**Congruencia o cumplimiento del Proyecto**
Artículo 29. *Para la mitigación de los efectos nocivos del cambio climático, la prevención y el control de la contaminación de la atmósfera por gases de efecto invernadero y de otras partículas con las mismas consecuencias, se observarán los lineamientos siguientes:* *IV. Se promoverán prácticas de eficiencia energética, la sustitución del uso de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía y la transferencia e innovación de tecnologías limpias.*	El Proyecto es congruente con lo dispuesto en este artículo, en la medida en que promueve la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable, como es la radiación solar, favoreciendo con ello la sustitución relativa de combustibles fósiles y el uso de tecnologías limpias. Asimismo, por sus características, el Proyecto contribuye a la reducción de emisiones contaminantes, incluidos los gases de efecto invernadero, y se desarrolla bajo un enfoque de responsabilidad ambiental por parte de la promovente.

II.8.13. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025 – 2030 es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años para consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. Este instrumento se articula sobre cuatro ejes generales y tres transversales que estructuran la política pública en su conjunto: 1) Gobernanza con justicia y participación ciudadana, 2) Desarrollo con bienestar y humanismo, 3) Economía moral y trabajo, 4) Desarrollo sustentable; 1) Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres, 2) Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional, y 3) Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de los cuales, en *Tabla II-25* se estable la vinculación que se tendrá con el Proyecto:

Tabla II-25. Repúblicas consideradas para el PND 2025-2030 de acuerdo con los 100 compromisos de gobierno

Objetivos y estrategias de los ejes generales y transversales	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Eje General 3: Economía moral y trabajo	
Objetivo 3.5: Contribuir al bienestar y la inclusión social de la población rural, enfocándose en micro, pequeños y medianos productores agropecuarios, acuícolas y pesqueros, así como en las personas jornaleras, mediante acciones que mejoren sus ingresos.	

CONSULTA AL PÚBLICO

Objetivos y estrategias de los ejes generales y transversales	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Estrategia 3.5.1 Mejorar el ingreso y promover la inclusión social de la población rural y las personas jornaleras, a través de la formalización del empleo y la dignificación del trabajo, garantizando el reconocimiento de sus derechos y la mejora de sus condiciones laborales.	En las distintas etapas del Proyecto se generarán empleos en los que se buscará contratar gente de la región, por lo que la población rural y personas jornaleras podrán formar parte de la fuerza laboral del Proyecto. Los empleos contaran con prestaciones acorde a la ley, con lo cual, se garantizará el reconocimiento de los derechos del trabajador.
Eje General 4: Desarrollo sustentable	
Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.	
Estrategia 4.2.1 Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.	El Proyecto al consistir en la generación de energía eléctrica a través de la energía solar, promoverá el aprovechamiento energético de recursos renovables, sustituyendo o reduciendo la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles.
Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	
Estrategia 4.3.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	El Proyecto promoverá el uso de energías limpias para la generación de electricidad, por lo que su implementación contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, favoreciendo con ello la mitigación de los efectos del cambio climático.
Estrategia 4.3.2 Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas.	Para fortalecer la resiliencia de la sociedad al cambio climático, el Proyecto contempla la inclusión de grupos vulnerables en su fuerza laboral, la no discriminación, y el respeto a los derechos de los trabajadores, con lo cual se proporcionará al personal que labore en el Proyecto los recursos y servicios para hacer frente a la problemática asociada al cambio climático. En lo respectivo al componente ambiental, las estrategias estarán enfocadas principalmente a la reforestación y/o restauración de ecosistemas, así como a la gestión del agua y de los residuos que se generen en el Proyecto.
Estrategia 4.3.3 Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.	Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas enfocadas a la prevención de la contaminación, entre ellas las correspondientes a la gestión de los distintos residuos que se generen en el Proyecto (sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos). En aquellos residuos que sea factible se dará prioridad a su reutilización o reciclaje.
Estrategia 4.3.4 Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	Para la prevención y control de la contaminación, en el Proyecto se llevarán a cabo diversas medidas, como: gestión de residuos, uso de maquinaria y vehículos en condiciones óptimas de operación, implementación de superficies impermeables, prohibición de quemas, humedecimiento de suelos susceptibles a la generación de polvos y partículas suspendidas, entre otras.
Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	
Estrategia 4.5.1 Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.	Como parte de las medidas enfocadas a la compensación de la remoción de la cobertura vegetal forestal por el desarrollo del Proyecto, se contemplan actividades de restauración, principalmente a través de la reforestación con especies nativas, y el rescate y reubicación de flora de importancia ecológica, con lo cual se promoverá el que no se pierdan los ecosistemas presentes en la región, así como su biodiversidad.
Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	
Estrategia 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Durante todas las etapas del Proyecto se impartirán pláticas de concientización ambiental sobre la importancia del recurso hídrico y su gestión dentro del Proyecto, con lo cual, se promoverá que el personal que labore en el Proyecto realice un uso racional del agua en sus respectivas actividades, así como para su uso personal.
Estrategia 4.6.4 Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.	En el Proyecto se establecerán acciones enfocadas a la prevención de la contaminación del agua, tal como: manejo de residuos (sólidos urbanos, manejo especial, y peligrosos), instalación de sanitarios portátiles y sistema biodigestor para el manejo de las aguas residuales, uso de maquinaria y vehículos en condiciones óptimas de operación, implementación de superficies impermeables, entre otras.
Eje Transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres	
Objetivo T1.1: Impulsar la autonomía económica de las mujeres para cerrar brechas históricas de pobreza y precariedad laboral, garantizando condiciones equitativas de acceso al trabajo, ingresos dignos y una cultura de empoderamiento basada en la igualdad sustantiva.	
Estrategia T1.1.5 Promover la igualdad salarial y garantizar el acceso, contratación, participación, permanencia y promoción de las mujeres en el mercado laboral, eliminando estereotipos y prácticas sexistas para asegurar condiciones equitativas de trabajo.	En los empleos que se generen en las distintas etapas del Proyecto, se promoverá la contratación de personal en igualdad de condiciones, sin discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil.

COPIA AL PÚBLICO

II.8.14. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 – 2030

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 contribuirá con los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 como parte del Eje General 4 "Desarrollo Sustentable". el Programa se vincula de acuerdo con lo que se presenta en la *Tabla II-26*.

Tabla II-26. Objetivos, Estrategias y Acciones puntuales del PROMARNAT 2025-2030 que se vinculan con el Proyecto

Objetivos prioritarios del Programa	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Objetivo 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. Estrategia 4.1. Implementar, con una perspectiva de derechos humanos, igualdad y justicia climática, políticas de mitigación de emisiones, de conservación y protección de los sumideros de carbono, con la participación de la Administración Pública Federal, otros órdenes de gobierno y sectores de la sociedad. Acción 4.1.1. Diseñar e implementar la política climática nacional para alcanzar cero emisiones netas de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero hacia mediados de siglo, mediante la coordinación con las dependencias relevantes de la APF en la definición e implementación de rutas sectoriales de descarbonización.	El Proyecto promoverá la transición energética con fuentes limpias, ya que consistirá en la generación de electricidad a través del aprovechamiento de fuentes renovables como la energía solar.

II.8.15. Estrategia Nacional de Cambio climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) tiene como objetivo ser el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

La actualización de la ENCC se publicó en el DOF el 30 de septiembre de 2024, en la cual, se fortalecieron las Líneas de Acción de Adaptación, Mitigación y Política Climática Transversal, identificando y haciendo explícito, según el caso, el público objetivo de poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad social y climática a ser atendido o beneficiado.

La implementación de la ENCC a través de sus tres Componentes, sus Ejes Estratégicos y sus Líneas de Acción, es una tarea compartida por los tres órdenes de gobierno, la sociedad civil, el sector privado, la academia y los pueblos y comunidades, debido a ello, en la se presentan las líneas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático con las que estará relacionado el Proyecto (*Tabla II-27*).

Tabla II-27. Vinculación del Proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Componente	Eje estratégico	Líneas de acción	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Adaptación	A.3 Ecosistemas y biodiversidad	A.3.1 Garantizar la protección, conservación, restauración, conectividad y uso sostenible de ecosistemas (bosques, selvas, sistemas costeros, marinos y riparios, humedales, entre otros) su biodiversidad y los servicios ambientales que proveen, con total respeto a la diversidad cultural.	Con el desarrollo del Proyecto se llevarán a cabo una serie de medidas enfocadas a la protección y conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proveen, siendo algunas de ellas el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, la recuperación de cobertura forestal mediante actividades de reforestación, el manejo de residuos, y la protección de suelos contra agentes erosivos. Los impactos previstos y las medidas ambientales a implementar serán informadas a la SEMARNAT mediante el ingreso de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo para la obtención de las correspondientes autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

CONSULTA AL PÚBLICO

Componente	Eje estratégico	Líneas de acción	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
		A.3.5 Desarrollar y aplicar herramientas y esquemas de análisis de la salud de los ecosistemas y de valoración económica de los servicios ambientales que proveen, así como de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación implementadas en los mismos, para dar seguimiento a su impacto y asegurar su efectividad.	Los ecosistemas que se presentan en el área del Proyecto y sus alrededores han sido caracterizados para el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), aunado a ello, en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) requerido para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizará una valoración de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales en el Proyecto. La información obtenida en la MIA o la que se obtenga en el ETJ, serán la base de las medidas a implementar para la protección y conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan.
		A.3.7 Fomentar la conservación y restauración de suelos a través de la aplicación de medidas que incluyan protección, biorremediación y regulaciones, que garanticen su manejo equitativo y sostenible.	En el Proyecto, se contempla la aplicación de diversas medidas con las que se propiciará la protección y conservación del suelo, las cuales estarán enfocadas principalmente a la prevención de su contaminación, la conservación o incremento de su fertilidad, y su protección contra los agentes erosivos.
Mitigación	M.1 Mitigación de gases de efecto invernadero para el sector generación de energía eléctrica	M.1.1 Aumentar la participación de energías limpias en la generación eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional, bajo condiciones de confiabilidad, seguridad, calidad, continuidad y eficiencia, desde un enfoque de derechos humanos y perspectiva de género, para alcanzar los compromisos suscritos por el país.	La energía eléctrica que se producirá en el Proyecto será a partir de energías limpias como lo es la energía solar, la cual será suministrada al Sistema Eléctrico Nacional para el abastecimiento de energía a centros de consumo de cualquier tipo.
		M.1.4 Impulsar la transición energética justa y la reducción de emisiones de GyCEI en las Empresas Productivas del Estado, de acuerdo con sus capacidades, mediante la promoción de la eficiencia energética, el ahorro de energía y la utilización de energías limpias	La generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía solar que se obtendrá por el desarrollo del Proyecto, contribuirá a impulsar la transición energética en México, reduciendo emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
		M.1.5 Fomentar la participación pública y privada en la generación de electricidad con fuentes limpias y renovables, en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica, incluyendo de manera efectiva y oportuna a las comunidades locales que habitan los territorios con altos potenciales energéticos y respetando sus ecosistemas; que consideren los beneficios entre todas las entidades participantes, con perspectiva de género y culturalmente adecuada.	El Proyecto se llevará a cabo en una región con alto potencial eléctrico fotovoltaico, por lo que la producción de energía eléctrica mediante el uso de la energía solar es factible para su producción a nivel industrial. El desarrollo del Proyecto, en todas sus etapas, respetará el entorno ambiental y social en el que se establecerá, implementando para ello medidas para la protección del medio ambiente, así como medidas enfocadas al respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos que se presenten en la región.
		M.1.9 Asegurar el cumplimiento de las metas de generación de energía eléctrica mediante energías limpias, de acuerdo con la legislación mexicana vigente.	El Proyecto contribuirá al cumplimiento de las metas de generación de energía eléctrica mediante energías limpias, específicamente la energía solar la cual será la fuente con la que el Proyecto producirá energía eléctrica, aumentando además la capacidad de generación provenientes de fuentes renovables para el abastecimiento de la demanda actual y futura de energéticos.
		M.1.12 Aumentar la capacidad de generación eléctrica proveniente de fuentes limpias y renovables, priorizando la energía solar y eólica, y la generación distribuida y aislada bajo un enfoque de derechos humanos y perspectiva de género.	

CONSULTA AL PÚBLICO

II.9. BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Cámara de Diputados. DOF 18-03-2025. Ley del Sector Eléctrico. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 17-01-2025. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 01-04-2024. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 01-04-2024. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 01-04-2024. Ley General de Cambio Climático. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 08-05-2023. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 08-05-2023. Ley de Aguas Nacionales. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 20-05-2021. Ley General de Vida Silvestre. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 20-05-2021. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 20-05-2021. Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LORCME_200521.pdf

Cámara de Diputados. DOF 24-12-2015. Ley de Transición Energética. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 31-10-2014. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 31-10-2014. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 25-08-2014. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Los Sitios Ramsar de México. Consultado en: https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2015. AICA. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. AvesMX. Consultado en AvesMX en: http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Gobierno de México. DOF 08-07-2020. Programa Sectorial de Energía 2025-20. Consultada en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020#gsc.tab=

CONSULTA AL PÚBLICO

Gobierno de México. Reglamento DOF 28-10-2014. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Consultada en: https://www.gob.mx/inecc/documentos/reglamento-de-la-ley-general-de-cambio-climatico-en- materia-del-registro-nacional-de-emisiones?state=published

Gobierno de México. 2014. Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 2021. El acuerdo de París. Consultado en: https://www.atmosfera.unam.mx/el-acuerdo- de-paris/

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. Consultado en: https://www.iucnredlist.org

Secretaría de Energía (SENER). DOF: 16/02/2023. Programa Nacional Para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2020-2024. Consultada en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679748&fecha=16/02/2023#gsc.tab=0.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). DOF: 30/09/2024. Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40. Consultada en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5739992&fecha=30/09/2024#gsc.tab=0

SEMARNAT. DOF: 07/07/2020. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. Consultado en:https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0

SEMARNAT. 2015a. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. (CMNUCC). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion- marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico-y-su-protocolo-de-kioto-cmnucc

SEMARNAT. 2015b. Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y- programas/convencion-sobre-los-humedales-de-importancia-internacional-especialmente-como- habitat-de-aves-acuaticas-ramsar

SEMARNAT. 2015c. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion- sobre-el-comercio-internacional-de-especies-amenazadas-de-fauna-y-flora-silvestres-cites.

SEMARNAT. 2015d. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/union-internacional-para-la-conservacion-de-la- naturaleza-uicn.

SEMARNAT. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Consultado en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pdf.

CONSULTA AL PÚBLICO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR

CONSULTA AL PÚBLICO

CAPÍTULO III

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

Julio 2026

CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA III-1

III.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO III-1

III.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO III-7

III.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN ECOLÓGICA III-7

III.3.1. Medio abiótico III-7

III.3.1.1. Clima III-7

III.3.1.2. Geología y geomorfología III-9

III.3.1.2.1. Fisiografía III-9

III.3.1.2.2. Geomorfología III-9

III.3.1.2.3. Geología regional III-10

III.3.1.2.4. Vulcanismo activo III-12

III.3.1.2.5. Sismicidad y fallamientos III-13

III.3.1.3. Suelos III-14

III.3.1.4. Hidrología III-16

III.3.1.4.1. Hidrología superficial III-16

III.3.1.4.2. Hidrología subterránea III-18

III.3.2. Medio biótico III-22

III.3.2.1. Vegetación III-22

III.3.2.1.1. Caracterización de la flora y vegetación III-27

III.3.2.2. Fauna III-51

III.3.2.2.1. Listado de fauna con distribución potencial en la RE III-51

III.3.2.2.2. Metodología de muestreo III-56

III.3.2.2.3. Esfuerzo de muestreo III-71

III.3.2.2.4. Analis de datos III-71

III.3.2.2.5. Composición faunística de la Región Ecológica y árabe del Proyecto III-77

III.3.2.2.6. Abundancia y diversidad faunística III-85

III.3.2.2.7. Comparación ente la Región Ecológica y el Área del Proyecto III-91

III.3.2.2.8. Especies prioritarias para la conservación III-101

CONSULTA AL PÚBLICO

III.3.2.2.9. Conclusiones III-102
III.3.3. Medio socioeconómico III-104
III.3.3.1. Contexto Regional III-104
III.3.3.2. Metodología III-104
III.3.3.3. Resultados III-105
III.3.3.3.1. Aspectos sociales III-105
III.3.3.4. Indicadores socioeconómicos III-113
III.3.3.5. Conclusiones III-122
III.3.4. Paisaje III-122
III.3.4.1. Visibilidad III-123
III.3.4.1.1. Metodología III-123
III.3.4.1.2. Resultados III-123
III.3.4.2. Calidad del paisaje III-124
III.3.4.2.1. Metodología III-124
III.3.4.2.2. Resultados III-125
III.3.4.3. Fragilidad III-125
III.3.4.3.1. Metodología III-125
III.3.4.3.2. Resultados III-126
III.3.4.4. Conclusiones III-126
III.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL III-126
III.4.1. Descripción breve de la Región ecológica III-127
III.4.1.1. Clima III-127
III.4.2. Índice de criticalidad III-128
III.4.2.1. Índice de importancia de la unidad ambiental "I" según los servicios ambientales III-128
III.4.2.2. Calidad del hábitat III-129
III.4.2.3. Índice de importancia por especies III-130
III.4.2.4. Valor de importancia para la conservación III-131
III.4.2.5. Valor de criticalidad de las Unidades Ambientales III-133
III.4.3. Resultados obtenidos por las ecuaciones III-133
III.5. REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS III-134

CONSULTA AL PÚBLICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III-1. Delimitación de la Región ecológica III-6

Figura III-2. Precipitación media, máxima mensual y máxima diaria, estación Soledad de Doblado, Ver. 1981-2010. SMN, 2024. ..... III-8

Figura III-3. Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 3006 ..... III-20

Figura III-4. Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 3008 ..... III-21

Figura III-5. Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto III-23

Figura III-6. Principales usos de suelo y vegetación en el AP; vegetación secundaria de selva baja caducifolia y usos pecuarios III-24

Figura III-7. Uso agropecuario, principal usos de suelo existente en el área del Proyecto III-25

Figura III-8. Vegetación secundaria de selva baja caducifolia presente en el área del Proyecto III-26

Figura III-9. Sitios de muestreo de flora III-29

Figura III-10. Levantamiento de información de campo. A) Ubicación de sitio de muestreo. B) Colocación de estaca en centro de sitio. C) Toma de datos generales de sitio. D) Delimitación de sitio de 400 m^2. E) Delimitación del cuadrante de 9 m^2. F) Colocación del cuadrante de 1 m^2 ..... III-30

Figura III-11. Toma de datos. A) Medición de diámetro normal de especie arbórea. B) Medición de cobertura de arbustos. C) Conte de individuos herbáceos. D) Medición de cobertura de especie herbácea III-31

Figura III-12. Imagen de ejemplo de curvas de acumulación de especies III-37

Figura III-13. Curva de acumulación de especies identificadas en el AP, con estimadores de abundancia e incidencia III-50

Figura III-14. Curva de acumulación de especies identificadas en la RE, con estimadores de abundancia e incidencia III-51

Figura III-15. Distribución porcentual de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE III-53

Figura III-16 Distribución porcentual de especies de mamíferos por familia con distribución potencial en la RE III-54

Figura III-17 Distribución porcentual de especies de anfibios por familia con distribución potencial en la RE III-55

Figura III-18 Distribución porcentual de especies de reptiles por familia con distribución potencial en la RE III-56

Figura III-19 A) Búsqueda bajo piedras, troncos, arbustos, B) Registro de rastros durante los recorridos, C) y D) Toma de medidas de rastros de mamíferos encontrados durante los recorridos III-58

Figura III-20. Monitoreo de mastofauna mediante transectos III-60

Figura III-21. Método de fototrampeo. A) Ubicación de sitio idóneo para instalación de fototrampa, y B) Limpieza del sitio, quitando o eliminando obstáculos visuales como ramas y programación de fototrampa III-61

Figura III-22. Monitoreo de mastofauna por fototrampeo III-62

Figura III-23 Método de trampeo con trampas Sherman. A) Ubicación de sitio idóneo para instalación de trampa, B) Colocación de cebo en trampas, y C) y D) Colocación de trampas cebadas III-64

Figura III-24 Métodos de monitoreo de aves. A) y B) Realización de puntos de conteo de aves en sitios de agricultura, C) Punto de conteo de aves en sitio elevado para mejorar la visualización de individuos y D) Registro de aves durante recorrido de transectos III-66

Figura III-25. Puntos de conteo para el monitoreo de avifauna III-67

CONSULTA AL PÚBLICO

Figura III-26 Método de muestreo de herpetofauna. A) y B) Recorrido de transectos para el registro de individuos, C) Búsqueda debajo de rocas, y D) Encuentro de partes de individuos de reptiles III-68

Figura III-27. Monitoreo de herpetofauna a través de transectos III-70

Figura III-28 Especies de mamíferos representativas de la RE y del AP: A) *Procyon lotor* (Mapache), B) *Odocoileus virginianus* (Venado de cola blanca), C) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), D) *Reithrodontomys fulvescens* (Ratón cosechero leonado), E) *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), y E) *Canis latrans* (Coyote) III-78

Figura III-29. Especies de fauna exótica – invasoras registradas durante el muestreo. A) *Equus asinus* (Burro), B) *Bos tauros* (ganado vacuno) III-79

Figura III-30 Especies de aves observadas durante el muestreo en el AP y la RE. A) *Dives dives (Tordo Cantor)*, B) *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje), C) *Cardinalis cardinalis* (Cardenal Rojo), D) *Rupornis magnirostris* (Aguililla Caminera), E) *Columbina passerina* (Tortolita Pico Rojo) y F) *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy) III-82

Figura III-31 Especies de herpetofauna identificadas durante el muestreo. A) *Engystomops pustulosus* (Ranita túngara), B) *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa del Golfo), C) *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), D) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), E) *Holcosus undulatus* (Lagartija arcoiris) y E) *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado) III-84

Figura III-32 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP III-96

Figura III-33 Curvas de acumulación de especies de avifauna en el AP III-97

Figura III-34 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el AP III-98

Figura III-35 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE III-99

Figura III-36 Curvas de acumulación de especies de avifauna en la RE III-100

Figura III-37 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en la RE III-101

Figura III-38. Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2016-2030 de los municipios del área la RE III-108

Figura III-39. Tasa de crecimiento (2020-2040) poblacional en los municipios del área la RE. III-109

Figura III-40. Población por rango de edad y sexo III-110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III-1. Variables físicas utilizadas para la delimitación de las unidades de paisaje de la RE del Proyecto III-2

Tabla III-2. Criterios e instrumentos considerados para la delimitación de la Región Ecológica (RE) del Proyecto III-4

Tabla III-3. Superficies en kilómetros cuadrados y hectáreas del Proyecto, Área de influencia y RE III-5

Tabla III-4. Litología de la RE y del predio del proyecto. III-11

Tabla III-5. Uso de suelo y vegetación dentro del AP III-24

Tabla III-6. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora realizados en el AP y RE III-28

Tabla III-7. Especies identificadas en el muestreo de flora, dentro del AP y RE III-38

Tabla III-8. Índices de diversidad por estrato evaluado en el AP y RE III-41

Tabla III-9. Abundancia e IVI de las especies identificadas por estrato en el AP III-43

Tabla III-10. Abundancia e IVI de las especies identificadas por estrato en la RE III-46

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-11. Riqueza identificada, faltante y porcentaje de completitud para el muestreo en el AP III-49
Tabla III-12. Riqueza identificada, faltante y porcentaje de completitud para el muestreo en la RE III-50
Tabla III-13 Especies con distribución potencial en la RE por grupo faunístico III-52
Tabla III-14. Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de mamíferos, en AP y RE III-58
Tabla III-15. Coordenadas de la ubicación de las fototrampas para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE III-61
Tabla III-16 Coordenadas de la ubicación de las trampas Sherman para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE III-63
Tabla III-17 Coordenadas de la ubicación de los puntos de conteo de aves (PCA) para el registro de avifauna, en el AP y RE III-65
Tabla III-18 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de herpetofauna, en AP y RE III-69
Tabla III-19 Métodos de muestreo por grupo faunístico y tiempo invertido para cada método en horas totales y días totales trabajados III-71
Tabla III-20 Listado de especies de mamíferos registradas en la RE y el AP, con su categoría de riesgo y distribución III-77
Tabla III-21 Listado de especies de aves registrados en el RE y AP, categoría de riesgo y distribución III-79
Tabla III-22 Listado de especies de herpetofauna registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución III-83
Tabla III-23 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de los mamíferos registrados en la RE y en el AP III-85
Tabla III-24 Índices de diversidad para los mamíferos registrados en la RE y en el AP III-86
Tabla III-25 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las aves registradas en la RE y el AP III-87
Tabla III-26 Índices de diversidad para las aves registradas en la RE y en el AP III-89
Tabla III-27 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las especies de hepetofauna registradas en la RE y en el AP III-90
Tabla III-28 Índices de diversidad del grupo de herpetofauna registradas en la RE y en el AP III-90
Tabla III-29 Comparativa de las comunidades faunísticas entre la RE y el AP a través del índice de similitud de Jaccard para cada grupo faunístico III-91
Tabla III-30 Relación de presencia de especies en común entre la RE y el AP III-92
Tabla III-31 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en el AP III-96
Tabla III-32 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en la RE III-98
Tabla III-33 Especies de fauna prioritarias para su conservación III-101
Tabla III-34. Número de habitantes por municipios de la RE III-105
Tabla III-35. Localidades habitadas dentro la RE III-105
Tabla III-36. Localidades cercanas al área del Proyecto III-107
Tabla III-37. Pobreza de los municipios en el área de estudio. III-111
Tabla III-38. Medición de la pobreza en municipios del área de estudio. Porcentaje, número de personas y carencias promedio en los indicadores de pobreza, por municipio. III-112
Tabla III-39. Medición de la pobreza en el municipio del área de estudio. Porcentaje de población según carencia social en los municipios III-112
Tabla III-40. Grado de marginación en municipios del área de estudio III-113

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-41. Indicadores de vivienda y acceso a servicios básicos en los municipios del área de estudio III-114
Tabla III-42. Material en paredes de las viviendas III-114
Tabla III-43. Material en techos de las viviendas III-115
Tabla III-44. Tenencia de las viviendas III-115
Tabla III-45. Infraestructura para la atención en salud en el municipio de la RE III-115
Tabla III-46. Condición de afiliación a los servicios de salud en municipio del área de estudio III-116
Tabla III-47. Porcentaje de población de 15 y más años analfabeta y sin primaria completa III-117
Tabla III-48. Condición educativa de la población mayor de 15 años III-117
Tabla III-49. Población económicamente activa (PEA) III-118
Tabla III-50. Población económicamente no activa en el municipio la RE III-119
Tabla III-51. Sectores de actividad económicas en los municipios de la RE III-119
Tabla III-52. Posición en el trabajo III-120
Tabla III-53. Condición de percepción de ingresos monetarios de fuentes distintas al trabajo III-121
Tabla III-54. Movilidad por lugar de trabajo III-121
Tabla III-55. Índice de intensidad migratoria en el municipio la RE III-121
Tabla III-56. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase III-129
Tabla III-57. Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies III-131
Tabla III-58. Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies III-131
Tabla III-59. Valores del estatus de conservación según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. ..... III-131
Tabla III-60 Incidencia del Proyecto III-134

CONSU A AL PÚBLICO

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

III.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación de la Región Ecológica (RE) tiene como finalidad definir un espacio geográfico de referencia para la evaluación del impacto ambiental, acorde con la naturaleza, dimensiones y características del proyecto sujeto a evaluación. Dicha delimitación puede sustentarse en los límites naturales de los ecosistemas presentes en el entorno del proyecto; por ello, para el Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, la RE se definió considerando la naturaleza y alcance de las obras, su ubicación, así como las posibles interacciones con los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área de influencia.

De acuerdo con la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (SEMARNAT, 2022), la delimitación de la RE "equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental". Esta unidad debe fundamentarse en un sistema que permita analizar y comprender la dinámica de los ecosistemas presentes en el entorno donde se desarrollará el proyecto. En este sentido, se recomienda delimitar analítica y cartográficamente una región que presente relativa homogeneidad y continuidad en sus componentes, los cuales interactúan en el espacio y el tiempo. Lo anterior se logra mediante la identificación, reconocimiento y caracterización de unidades espaciales con características afines (SEMARNAT, 2022).

Con el propósito de identificar las unidades espaciales que interactúan entre sí y, a partir de ello, establecer los límites de la RE, se adoptó el enfoque paisajístico de la geografía. Este método integra diversos atributos ambientales y permite analizarlos de manera conjunta para establecer una clasificación jerárquica del territorio. De acuerdo con Priego *et al.* (2008), los paisajes pueden definirse a partir de dos principios fundamentales: el histórico-evolutivo y el estructural-genético. El principio histórico-evolutivo reconoce que los paisajes son el resultado de procesos desarrollados a lo largo de millones de años, por lo que elementos relativamente estables, como la litología, la estructura geológica y el clima, constituyen componentes esenciales de su génesis. Por su parte, el principio estructural-genético considera que las entidades geográficas poseen una estructura definida derivada de su proceso de formación, cuya jerarquía está determinada por factores como la geología, el relieve, las condiciones hidroclimáticas, la edafología y la biota, incluyendo la vegetación y los usos del suelo.

La aplicación conjunta de ambos principios permite incorporar tanto los componentes naturales como los elementos antrópicos del territorio, obteniendo una clasificación jerárquica del paisaje con bases conceptuales y metodológicas sólidas.

Con fundamento en lo anterior, se consideraron como unidades superiores del paisaje aquellas definidas por la combinación de litología, relieve y clima. Posteriormente, estas unidades fueron subdivididas mediante la

CONSULTA AL PÚBLICO

incorporación de variables edafológicas y de uso del suelo y vegetación, obteniéndose así las unidades inferiores del paisaje, las cuales permiten una representación más detallada de las características territoriales presentes en el área de análisis.

Para la delimitación de la RE del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar mediante Unidades de Paisaje, se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap 10.8. En este proceso se integró información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto de Geografía de la UNAM (IG-UNAM), la SEMARNAT y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), correspondiente a las variables de relieve, geología, clima, edafología y uso del suelo y vegetación (Serie VII). Toda la información fue procesada en la proyección UTM zona 14 Norte, con datum WGS84.

La delimitación de la RE se llevó a cabo mediante la generación de las unidades superiores e inferiores del paisaje. Para ello, las capas temáticas utilizadas fueron sometidas a un proceso de intersección espacial, aplicándose posteriormente un criterio de área mínima cartografiable, mediante el cual se excluyeron aquellos polígonos con una superficie inferior a 1 km².

Posteriormente, se seleccionaron las unidades de paisaje presentes dentro del predio del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar y en un radio de 10 km alrededor de éste. A partir de dicha selección, se identificaron aquellas unidades que mantienen condiciones de homogeneidad espacial y funcional en la región, y que representan características similares a las del área donde se desarrollará el proyecto. Estas características derivan de la interacción de las variables ambientales consideradas, las cuales se presentan en la *Tabla III-1*.

Tabla III-1. Variables físicas utilizadas para la delimitación de las unidades de paisaje de la RE del Proyecto

Características	Descripción
Litología	Depósito Aluvial, Arenisca-Conglomerado, Conglomerado, Toba básica
Relieve	Piedemonte
Clima	Aw0, Aw1
Edafología	Leptosol, Phaeozem, Vertisol
Uso de suelo y vegetación	Agricultura, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia,

Como resultado del análisis descrito anteriormente se obtuvo una poligonal preliminar de la RE. No obstante, dicha delimitación presentó una extensión considerable, ya que algunos de sus límites se localizaban a una distancia promedio cercana a 19 km respecto al área del proyecto. Considerando que en las zonas más alejadas no se identificó una interacción directa mediante flujos de materia y energía asociados al Proyecto, se consideró necesario ajustar la delimitación de la RE mediante la incorporación de instrumentos y criterios de regulación ambiental que permitieran obtener una delimitación más representativa y robusta.

Para ello, se integraron al análisis las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Áreas Naturales Protegidas

CONSULTA AL PÚBLICO

(ANP) federales y estatales, Sitios Ramsar, microcuencas y Programas de Ordenamiento Ecológico. La información correspondiente fue obtenida de la CONABIO, FIRCO, INEGI, CONANP y de los gobiernos estatales para el caso de los ordenamientos ecológicos.

La primera evaluación consistió en incorporar las Regiones Terrestres Prioritarias a la delimitación preliminar de la RE. Como resultado, se observó que ninguna RTP presenta incidencia directa sobre la RE ni sobre el predio del proyecto o sus inmediaciones, por lo que este criterio fue descartado para el ajuste de sus límites.

Posteriormente se analizaron las Regiones Hidrológicas Prioritarias. Se identificó que la Región Hidrológica Prioritaria Río La Antigua se encuentra al interior de la delimitación preliminar de la RE y próxima al área del proyecto. Sin embargo, utilizar esta poligonal como elemento delimitador habría generado una restricción excesiva de la RE en torno al predio del proyecto, por lo que se determinó no emplearla como criterio de delimitación.

Una vez analizadas las RHP, se evaluó la relación espacial entre la RE y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Se observó que el AICA Centro de Veracruz presenta incidencia directa sobre la porción suroeste de la delimitación preliminar, por lo que su límite fue incorporado como elemento de ajuste para la conformación final de la RE.

Asimismo, se analizaron las Áreas Naturales Protegidas federales y estatales, así como los Sitios Ramsar presentes en la región. Los resultados mostraron que estos instrumentos no presentan incidencia directa dentro de la RE ni se localizan próximos a sus límites, por lo que no fueron considerados como criterios para su delimitación.

Las microcuencas constituyeron otro de los elementos empleados para la definición de la RE. Su incorporación permitió ajustar principalmente la porción norte de la delimitación y, en menor medida, las porciones sur y este, logrando una mejor correspondencia espacial entre la RE y el área de influencia del proyecto. Para este análisis se utilizaron las microcuencas desarrolladas por FIRCO (2002).

Adicionalmente, se consideraron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) derivadas de los Programas de Ordenamiento Ecológico aplicables en la región. La inclusión de estos instrumentos se fundamenta en que las UGA representan unidades territoriales con relativa homogeneidad ambiental, integrando componentes naturales y antrópicos bajo criterios de regulación ambiental.

Para este análisis se consideraron los siguientes instrumentos de política ambiental:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

- Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave.

CONSULTA AL PÚBLICO

En primera instancia se analizaron las UGA del POEGT, identificándose que la delimitación preliminar de la RE se encuentra comprendida dentro de tres unidades. Debido a la configuración espacial de estas UGA, se observó que dos de ellas podían utilizarse para ajustar los límites en las porciones sur y este de la RE, por lo que fueron incorporadas al proceso de delimitación.

Posteriormente se evaluaron las UGA definidas en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave. Se identificó que dichas unidades presentan incidencia directa dentro de la RE, por lo que fueron empleadas para ajustar sus límites en las porciones norte, sur y este. En total se consideraron ocho UGA, las cuales, en conjunto con las unidades de paisaje y los demás elementos analizados, contribuyeron a la definición final de la RE.

Con base en el análisis de superposición espacial descrito anteriormente, la delimitación final de la RE del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, quedó definida de la siguiente manera:

- Hacia el norte, los límites se definieron principalmente a partir de las microcuencas de FIRCO, las UGA del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz y las unidades de paisaje.
- Hacia el este, los límites fueron determinados principalmente por las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; en segundo término, por las UGA del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz y, de manera complementaria, por las microcuencas de FIRCO.
- Hacia el sur, la delimitación resultó de la integración de unidades de paisaje, UGA del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz, microcuencas de FIRCO, el AICA Centro de Veracruz y las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- Hacia el oeste, las unidades de paisaje constituyeron el principal criterio de delimitación, debido a que ninguno de los demás elementos analizados presentó límites coincidentes en esta porción de la región.

La *Tabla III-2* presenta de manera resumida los criterios, instrumentos y elementos territoriales considerados para la delimitación de la RE, así como aquellos que fueron descartados durante el proceso de análisis.

Tabla III-2. Criterios e instrumentos considerados para la delimitación de la Región Ecológica (RE) del Proyecto

Elementos para delimitar la RE del Proyecto	
Considerados	**Desechados**
Unidad de Paisaje	ANP Federal
Microcuencas	ANP Estatal
AICA	Sitios Ramsar
UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Regiones Terrestres Prioritarias
UGA del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave	Regiones Hidrológicas Prioritarias

CONSULTA AL PÚBLICO

Como resultado del análisis espacial realizado, la Región Ecológica (RE) del Proyecto Fotovoltaico Trapiche Solar, quedó delimitada por un polígono irregular con una extensión de 285.599 km² (*Figura III-1, Anexo III.1*).

De manera complementaria, la *Tabla III-3* presenta una comparación de las superficies correspondientes al Proyecto, su área de influencia, cuya delimitación y descripción se presentan en el apartado siguiente, y la RE definida para la evaluación ambiental. Dichas superficies se expresan tanto en kilómetros cuadrados como en hectáreas para facilitar su interpretación y análisis.

Tabla III-3. Superficies en kilómetros cuadrados y hectáreas del Proyecto, Área de influencia y RE

Zona	Superficie	
	Km²	Hectáreas
Superficie del Proyecto	5.839	583.88
Área de	5.839	583.88
RE	285.599	28,559.853

CONSU A AL PÚBLICO

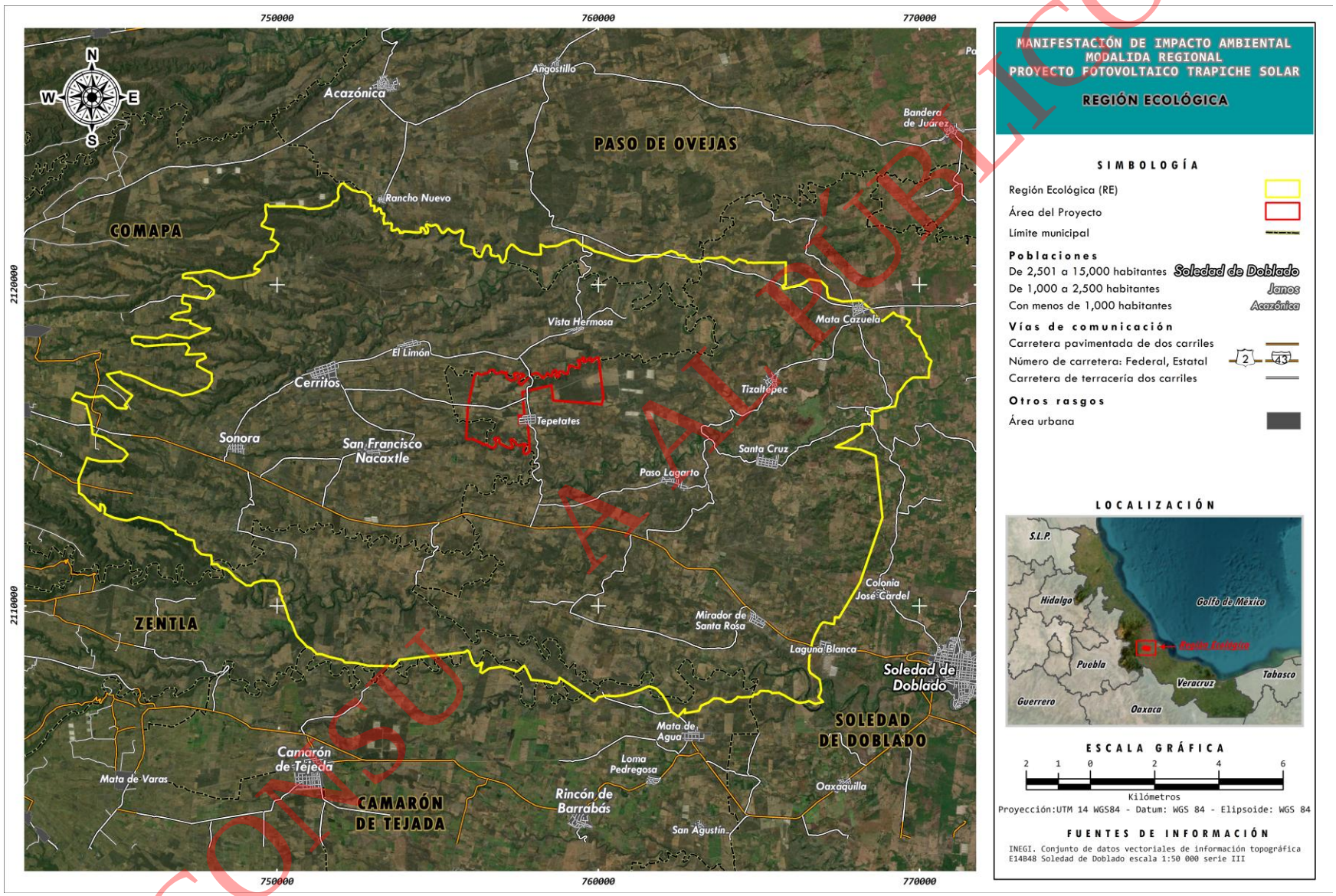


Figura III-1. Delimitación de la Región ecológica

CONSULTA AL PÚBLICO

III.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La superficie del Área del Proyecto (AP), para efectos del presente capítulo y de los subsecuentes, ha sido adoptada como Área de Influencia del Proyecto, al constituir el espacio físico en el que se desarrollará el mismo y en el cual se prevé que la mayoría de los impactos ambientales derivados de las distintas etapas no rebasarán sus límites, ni generarán alteraciones significativas en los componentes ambientales del entorno inmediato.

Lo anterior se sustenta en que el proyecto se localiza en una zona con baja variabilidad topográfica y con predominancia de terrenos agrícolas, condiciones que reducen la susceptibilidad de dispersión de impactos. En particular, las actividades de desmonte y movimiento de tierras —frecuentemente asociadas a la generación de ruido y a la dispersión de partículas suspendidas— se consideran de baja intensidad en el contexto del proyecto, por lo que su alcance espacial se estima principalmente confinado al polígono del AP.

Adicionalmente, entre los componentes del parque fotovoltaico y el lindero del Área del Proyecto se establecerán zonas de acopio y maniobra, las cuales, independientemente de su uso operativo para el almacenamiento temporal de materiales y equipos, también funcionarán como áreas de amortiguamiento. Estas zonas contribuyen a la contención de posibles impactos, especialmente en los sectores con presencia de cobertura vegetal, reduciendo la probabilidad de afectación fuera del polígono del proyecto o de alteraciones significativas sobre los elementos ambientales externos al mismo.

III.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.3.1. Medio abiótico

III.3.1.1. Clima

Tipo de clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), en la RE se presentan dos variantes del grupo de climas cálidos subhúmedos. La porción oeste corresponde al clima cálido subhúmedo Aw1, mientras que la porción este presenta clima cálido subhúmedo Aw_0. Ambos se caracterizan por registrar una temperatura media anual superior a 22 °C y una temperatura media del mes más frío superior a 18 °C.

Aunque ambas variantes presentan características similares, el clima Aw_1 muestra condiciones ligeramente más húmedas, debido a que registra mayores valores de precipitación en comparación con el clima Aw_0.

Temperatura

Con base en las Normales Climatológicas 1981-2010 publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2024), la temperatura media anual registrada en la estación climatológica Soledad de Doblado, Veracruz,

CONSULTA AL PÚBLICO

es de 25.8 °C. La temperatura media mensual más baja se presenta en enero, con 21.6 °C, mientras que la más alta ocurre en mayo, con 29.8 °C.

La diferencia entre ambos valores genera una oscilación térmica anual de 8.2 °C, por lo que la región puede clasificarse como de oscilación térmica extremosa (e).

Precipitación

Las diferencias entre las variantes climáticas presentes en la RE se reflejan principalmente en los patrones de precipitación. En términos generales, la porción oeste, correspondiente al clima Aw_1, presenta condiciones ligeramente más húmedas que la porción este (Aw_0), derivadas de una mayor precipitación media anual.

De acuerdo con las Normales Climatológicas 1981-2010 de la estación Soledad de Doblado, Veracruz, la precipitación media anual es de 906.5 mm. La precipitación mensual mínima se registra en febrero, con 10.7 mm, mientras que la máxima ocurre en julio, con 240.1 mm.

Estos valores evidencian una marcada estacionalidad en la distribución de la lluvia, caracterizada por una temporada lluviosa bien definida durante los meses cálidos del año y una temporada seca asociada a un importante déficit hídrico. En conjunto con la oscilación térmica observada, este patrón climático determina una dinámica ambiental fuertemente influenciada por los contrastes entre los periodos húmedos y secos.

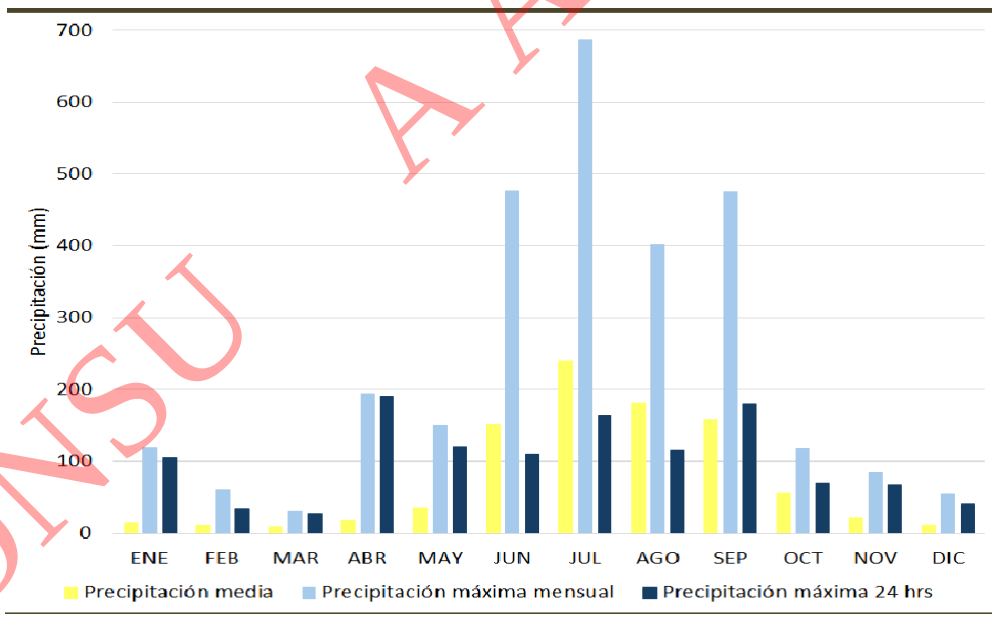


Figura III-2. Precipitación media, máxima mensual y máxima diaria, estación Soledad de Doblado, Ver. 1981-2010. SMN, 2024.

CONSULTA AL PÚBLICO

III.3.1.2. Geología y geomorfología

III.3.1.2.1. Fisiografía

El Proyecto y la RE se localizan en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo Sur. Esta provincia forma parte de las quince provincias fisiográficas reconocidas en el territorio nacional. Se encuentra limitada al oeste por el Eje Neovolcánico, al sur por la Sierra Madre del Sur, la Cordillera Centroamericana y las sierras de Chiapas y Guatemala, y al este por la Península de Yucatán. Su extensión comprende las regiones costeras del centro-sur de Veracruz, donde se ubica el Proyecto, la totalidad del estado de Tabasco, porciones del norte de Oaxaca y Chiapas, así como el suroeste del estado de Campeche.

De manera general, las planicies costeras del Golfo de México están constituidas por una cuña de rocas sedimentarias consolidadas y no consolidadas de edad cenozoica. Estos materiales descansan sobre rocas mesozoicas y presentan espesores que varían desde algunos metros en zonas elevadas hasta aproximadamente 6 km en las áreas costeras. Las rocas cenozoicas están integradas principalmente por arenas, limos y arcillas derivadas de la erosión de las zonas continentales altas. Como consecuencia de estos procesos de sedimentación se han desarrollado importantes acuíferos regionales. Los materiales más antiguos presentes en esta unidad corresponden a depósitos marinos de edad cretácica, caracterizados por presentar baja permeabilidad (Velázquez-Aguirre y Ordaz-Ayala, 1992).

Respecto a la regionalización fisiográfica de mayor detalle, la totalidad de la RE se ubica dentro de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana. Esta unidad representa aproximadamente el 48 % de la superficie estatal y comprende tres regiones principales: Llanura del Sotavento, Los Tuxtlas y El Istmo. Se caracteriza por la presencia de planicies bajas, lomeríos y sierras aisladas, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 350 msnm; en el caso del macizo montañoso de Los Tuxtlas, las elevaciones alcanzan hasta los 1,700 msnm (Geissert, 1999).

A nivel de topoformas, la RE está conformada principalmente por Lomerío típico, que ocupa el 79.97 % de su superficie y se distribuye hacia la porción occidental. El 20.03 % restante corresponde a Lomerío con llanuras, localizado hacia el sector oriental. Ambas topoformas reflejan una disminución gradual de las pendientes conforme el terreno se aproxima a la planicie costera. Particularmente, el área del Proyecto se localiza íntegramente dentro de la topoforma de Lomerío típico.

III.3.1.2.2. Geomorfología

La RE se caracteriza por la presencia de una extensa planicie con elevaciones que oscilan entre los 20 y 200 msnm, con una inclinación general hacia el este. Sobre esta superficie se han depositado materiales vulcano-sedimentarios y aluviales que se extienden desde los municipios de Puente Nacional y Paso de Ovejas, al norte, hasta los municipios de Manlio Fabio Altamirano y Soledad de Doblado, donde se ubica el Proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

Los procesos de erosión diferencial han favorecido el desarrollo de barrancas escarpadas asociadas a los principales cauces y corrientes superficiales. Por otra parte, en las zonas de acumulación de materiales fluvio-aluviales la densidad de drenaje disminuye, dando lugar a áreas bajas sujetas a inundación temporal, con presencia de lagunas intermitentes o ambientes pantanosos durante la temporada de lluvias. Hacia la zona litoral, estos procesos se combinan con la dinámica costera, incrementando la ocurrencia de áreas inundables.

Con base en la información del Sistema Clasificatorio del Relieve de México elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM, el Instituto Nacional de Ecología y la SEMARNAT (2003), se identificaron las principales geoformas y procesos geomorfológicos presentes en la RE.

La unidad geomorfológica dominante corresponde a la geoforma denominada Rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentación, la cual ocupa el 92.12 % de la superficie de la RE. La segunda unidad en importancia es la Rampa erosiva con procesos de socavación lateral, localizada principalmente en la porción occidental y asociada a cañadas fuertemente disectadas con orientación predominante oeste-este, representando el 6.75 % de la superficie regional. Finalmente, la unidad de menor extensión corresponde a zonas de acumulación localizadas en el extremo noreste de la RE, las cuales abarcan el 1.13 % de la superficie total.

III.3.1.2.3. Geología regional

A escala regional, la RE se localiza sobre la Cuenca Paleógeno-Neógeno de Veracruz y recibe influencia de materiales procedentes tanto del Eje Neovolcánico como de la Sierra de Juárez, perteneciente a la Sierra Madre del Sur. La Cuenca Paleógeno-Neógeno de Veracruz se caracteriza por la presencia de depósitos de lutitas y areniscas con influencia calcárea acumulados entre el Paleoceno y el Oligoceno, así como por depósitos volcánicos generados durante el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno. Estas unidades constituyen los materiales geológicos predominantes de la región.

Hacia el límite occidental de la cuenca se desarrollan estructuras en rocas calizas con importante desarrollo cárstico asociadas a las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, mientras que en la porción central y oriental predominan unidades sedimentarias del Paleógeno y Neógeno.

Dentro de la Cuenca de Veracruz afloran principalmente la Formación Velasco, integrada por lutitas y margas, y la Formación Concepción, constituida por areniscas poco cementadas y conglomerados con fragmentos calcáreos. Por su parte, las rocas volcánicas vinculadas al Eje Neovolcánico están representadas por los campos volcánicos Los Humeros-Acoculco, San Salvador El Seco, La Malinche y Palma Sola. Este último corresponde al sistema más próximo a la RE y está integrado por andesitas del Mioceno Superior, así como por basaltos, andesitas basálticas y brechas volcánicas basálticas.

Durante el Plioceno Superior-Pleistoceno se desarrollaron depósitos de travertino, mientras que en la porción centro-oriental ocurrieron eventos volcánicos que dieron origen a los Basaltos Xalapa y, posteriormente, a las tobas basálticas Chiconquiaco.

CONSULTA AL PÚBLICO

A. Geología dentro de la Region Ecológica

Dentro de la RE afloran materiales sedimentarios, volcánicos y aluviales correspondientes al sistema Cuaternario del Cenozoico. Se identifican cuatro unidades litológicas principales, las cuales se describen a continuación. La distribución y superficie de cada una de ellas dentro de la RE y del predio del Proyecto se presentan en *Tabla III-4*.

Tabla III-4. Litología de la RE y del predio del proyecto.

Unidad litológica	Superficie RE		Superficie Proyecto	
	Km²	%	ha	%
Arenisca-conglomerado	271.69	95.13	439.236	100
Aluvial	13.35	4.67		
Conglomerado	0.25	0.09		
Toba básica	0.31	0.11		
Total	**285.60**	**100**	**439.236**	**100**

Q(ar-cg) Arenisca-Conglomerado

Corresponde a la unidad litológica de mayor distribución dentro de la RE y abarca la totalidad del área del Proyecto. Está constituida por una secuencia continental de conglomerados polimícticos cuyos componentes principales son clastos redondeados a subredondeados de basalto, andesita, caliza y travertino, inmersos en una matriz arenosa escasamente cementada por carbonatos.

Las areniscas asociadas presentan granulometría media a gruesa, con tonalidades que varían de gris a pardo claro, y contienen fragmentos de roca y cristales de plagioclasa. Desde el punto de vista geomorfológico, esta unidad forma extensas terrazas disectadas y localmente acantiladas, resultado de procesos erosivos que han modelado el relieve regional.

Q (al) Aluvial

Esta unidad se distribuye exclusivamente en la porción noreste de la RE, principalmente en áreas topográficamente bajas asociadas a cauces y zonas de influencia fluvial. Comprende depósitos aluviales constituidos por sedimentos clásticos transportados y acumulados por corrientes superficiales procedentes de las zonas de mayor elevación.

Estos materiales conforman llanuras aluviales y áreas de acumulación recientes, caracterizadas por presentar una composición variable en función de la dinámica de transporte y depósito de los sistemas hidrológicos locales.

CONSULTA AL PÚBLICO

Q (cg) Conglomerado

La unidad se localiza en una pequeña porción del extremo sur de la RE. Corresponde a depósitos continentales de edad Cuaternaria acumulados en áreas topográficamente bajas y en laderas de cerros, asociados a procesos de transporte y redeposición de materiales volcánicos y sedimentarios.

Está integrada por materiales volcánicos retrabajados, así como por depósitos fluviales y aluviales que presentan una amplia variación granulométrica, desde arcillas, limos y arenas hasta gravas, cantos y bloques. Los fragmentos muestran formas que varían de subangulosas a subredondeadas y se encuentran inmersos en una matriz arcillo-arenosa poco consolidada.

Q (Tb) Toba básica

Esta unidad presenta una distribución limitada dentro de la RE y se localiza principalmente en su porción occidental. Está constituida por depósitos de material volcánico semiconsolidado integrados por fragmentos de roca de tamaño variable, cenizas volcánicas y lapilli, producto de eventos eruptivos explosivos ocurridos durante el Cuaternario.

III.3.1.2.4. Vulcanismo activo

El volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba), ubicado en la porción oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano, constituye el centro volcánico activo más cercano a la RE. Actualmente se encuentra en estado de reposo, después de su última erupción histórica registrada en 1687 (Carrasco-Núñez y Gómez-Tuena, 1997). La distancia aproximada entre el cráter y el límite occidental de la RE es de 62 km.

La evolución geológica del Citlaltépetl comprende tres etapas principales. La primera ocurrió hace aproximadamente un millón de años y dio origen a la estructura basal del estratovolcán. La segunda etapa, desarrollada entre hace 100 mil y 33 mil años, estuvo caracterizada por la formación de una caldera y la generación de domos andesíticos y dacíticos, acompañados por numerosos depósitos de bloques y flujos de ceniza. La tercera etapa inició hace aproximadamente 19 mil años y dio lugar a la formación de un nuevo cono volcánico que cubrió gran parte de la caldera y los domos preexistentes, alternando emisiones de lava andesítica con erupciones explosivas de carácter piroclástico.

Posteriormente, hace alrededor de 13 mil años, ocurrió una importante avalancha de escombros. Entre los 4,600 y 4,040 años antes del presente se registraron diversos flujos piroclásticos. Finalmente, entre los años 700 y 1687 d.C. tuvo lugar la fase eruptiva más reciente, caracterizada por eventos explosivos y efusivos que incluyeron una erupción de tipo pliniano y la emisión de flujos de lava en diferentes direcciones. Durante este periodo se documentaron eventos eruptivos en 1537, 1545, 1566, 1613 y 1687. Desde entonces, la actividad del volcán se ha limitado a manifestaciones fumarólicas esporádicas (Mooser, 1958).

CONSULTA AL PÚBLICO

De acuerdo con el Mapa de Peligros del Volcán Citlaltépetl elaborado a partir de información del Atlas Nacional de Riesgos (2001), se reconocen tres zonas de peligrosidad asociadas a una eventual reactivación volcánica.

La zona de mayor peligrosidad corresponde al área inmediata al cráter, representada cartográficamente en color rojo. Esta área puede verse afectada por erupciones de cualquier magnitud y frecuencia, incluyendo flujos de lava, caída de ceniza, proyección de bloques balísticos y flujos piroclásticos. Históricamente, los flujos de material volcánico incandescente han presentado una recurrencia aproximada de 2,000 años, mientras que las erupciones de menor magnitud han ocurrido, en promedio, cada 80 años.

La segunda zona, identificada en color naranja, presenta un nivel de peligrosidad intermedio y únicamente podría verse afectada por eventos eruptivos de mayor magnitud y menor frecuencia. Aunque pueden presentarse fenómenos similares a los de la zona roja, la probabilidad de ocurrencia de flujos de lava y caída de bloques balísticos es considerablemente menor. Los registros geológicos indican que los flujos de material incandescente han alcanzado esta zona con una recurrencia aproximada de 4,000 años.

Finalmente, la zona de menor peligrosidad se representa en color amarillo. Una pequeña porción de esta área coincide con el extremo occidental de la RE, particularmente en las inmediaciones de la cañada del río Jamapa. Los eventos capaces de afectar esta zona corresponden a erupciones de gran magnitud y muy baja frecuencia. Entre los fenómenos potenciales se encuentran flujos de lodo (lahares) y flujos piroclásticos canalizados a través de barrancas y cauces principales. La recurrencia estimada de este tipo de eventos es del orden de 9,000 años.

No obstante, el área específica del Proyecto no presenta susceptibilidad directa a este tipo de amenazas, debido a que no se localiza sobre cauces o corredores naturales de drenaje vinculados con las partes altas del volcán. Por lo tanto, la influencia potencial del vulcanismo activo sobre el sitio del Proyecto se considera muy baja.

III.3.1.2.5. Sismicidad y fallamientos

Con base en una consulta realizada a los registros del Servicio Sismológico Nacional (SSN), se analizaron los eventos sísmicos ocurridos dentro de un cuadrante comprendido entre las latitudes 19°26' y 18°44' N, y las longitudes 97°00' y 96°40' O, área que engloba a la RE y su entorno inmediato. El análisis consideró el periodo comprendido entre enero de 1995 y septiembre de 2024, incluyendo únicamente eventos con magnitud igual o superior a 4.0 grados en la escala de Richter, sin restricción de profundidad.

Los resultados muestran que durante dicho periodo se registraron 20 eventos sísmicos en las proximidades de la RE; sin embargo, ninguno de ellos tuvo su epicentro dentro de sus límites. Esta baja incidencia sísmica local sugiere una actividad tectónica relativamente reducida en el área de estudio.

CONSULTA AL PÚBLICO

Por otra parte, de acuerdo con la regionalización sísmica de México (INEGI, 2005), la totalidad de la RE se ubica dentro de la Zona B, correspondiente a regiones de sismicidad intermedia. Estas zonas se caracterizan por presentar eventos sísmicos de frecuencia moderada o por estar sujetas a aceleraciones sísmicas importantes, aunque generalmente inferiores al 70 % de la aceleración de la gravedad.

Si bien la actividad sísmica en México está principalmente asociada a la interacción de placas tectónicas a lo largo del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, a escala local también puede estar relacionada con sistemas de fallamiento geológico y actividad volcánica. En este sentido, aunque dentro de la RE no se identifican fallas geológicas cartografiadas, en áreas aledañas se observa una presencia importante de fracturamientos, particularmente hacia las porciones norte y oeste. Estas estructuras se asocian principalmente a la transición entre las provincias fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo Sur y el Eje Neovolcánico.

Considerando la ausencia de fallas geológicas identificadas dentro de la RE, la baja frecuencia de eventos sísmicos registrados en sus inmediaciones y la clasificación regional de sismicidad intermedia se concluye que la susceptibilidad sísmica del área es moderada y no representa una condicionante significativa para el desarrollo del Proyecto.

III.3.1.3. Suelos

Para la caracterización edafológica de la RE se consultó el Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos escala 1:250,000 Serie II del INEGI (2007). Asimismo, se revisó la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estableciendo las equivalencias correspondientes entre los sistemas FAO e INEGI con el propósito de identificar las unidades edáficas presentes en la región. Como complemento a la revisión cartográfica, se realizaron recorridos de campo para corroborar y reconocer las características de los suelos identificados en la RE.

De acuerdo con la cartografía edafológica consultada, la unidad dominante dentro de la RE corresponde al suelo Leptosol, el cual ocupa el 58.78 % de la superficie total. En segundo lugar se encuentra el suelo Phaeozem, con una cobertura de 36.45 %, mientras que los Vertisoles representan el 4.67 % restante. De manera similar, en el predio del Proyecto predomina el suelo Leptosol, con una cobertura del 97.09 %, mientras que los Phaeozem se distribuyen en el 2.91 % de la superficie.

Leptosol

Los Leptosoles (del griego *leptos*, delgado) son suelos someros limitados por la presencia de roca continua o materiales altamente calcáreos a poca profundidad. Generalmente presentan menos de 25 cm de profundidad efectiva o una elevada pedregosidad en el perfil. Su secuencia de horizontes suele ser poco desarrollada y está condicionada principalmente por el material parental y el clima.

CONSULTA AL PÚBLICO

Las principales limitantes de estos suelos son su escaso espesor, alta pedregosidad y reducida capacidad de retención de humedad. Sin embargo, los Leptosoles calcáreos suelen presentar mejores condiciones físicas y químicas que aquellos desarrollados sobre materiales ácidos. A nivel mundial constituyen uno de los grupos de suelo más extensos, ocupando aproximadamente 1,655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México cubren alrededor de 54.3 millones de hectáreas y son comunes en las principales sierras y regiones kársticas del país.

Phaeozem

Los Phaeozem (del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra) son suelos caracterizados por la presencia de un horizonte superficial oscuro rico en materia orgánica y nutrientes (Horizonte A mólico). Generalmente presentan buena fertilidad natural y una amplia aptitud para actividades agrícolas y pecuarias.

A nivel mundial ocupan cerca de 190 millones de hectáreas, mientras que en México cubren aproximadamente 22.5 millones de hectáreas, distribuyéndose principalmente en sectores del Eje Neovolcánico, Sierra Madre Occidental, Península de Yucatán y el Bajío. Su productividad suele ser elevada cuando se presentan en terrenos profundos y con pendientes suaves; sin embargo, en condiciones de poca profundidad o pendientes pronunciadas pueden ser susceptibles a procesos erosivos.

Vertisol

Los Vertisoles (del latín *vertere*, invertir) son suelos caracterizados por un alto contenido de arcillas expansivas que se contraen durante la época seca y se expanden cuando aumenta la humedad. Esta dinámica genera grietas profundas y una marcada movilidad interna del suelo.

Son frecuentes en regiones de clima semiárido a subhúmedo con marcada estacionalidad de lluvias y sequías. Aunque presentan alta fertilidad natural y un amplio potencial agrícola, su manejo puede resultar complejo debido a su elevada plasticidad en condiciones húmedas y a la dureza que adquieren durante los periodos secos. A nivel mundial ocupan aproximadamente 335 millones de hectáreas y en México cubren cerca de 16.5 millones de hectáreas, asociándose frecuentemente con importantes zonas agrícolas del país.

En términos físicos, los Vertisoles presentan contenidos de arcilla superiores al 30 % en gran parte de su perfil y desarrollan grietas que pueden superar 1 cm de ancho y 50 cm de profundidad durante la estación seca. Asimismo, suelen presentar microrelieves característicos, caras de fricción y estructuras en forma de cuña. En la vertiente del Golfo de México se encuentran comúnmente asociados a suelos del grupo Phaeozem.

La RE del Proyecto se caracteriza por una alternancia predominante de suelos Leptosol y Phaeozem, estos últimos frecuentemente asociados a condiciones edáficas relacionadas con los Vertisoles. Los Leptosoles se distribuyen principalmente en las partes altas de los lomeríos y en zonas de relieve moderadamente ondulado, particularmente en las porciones central y sur de la RE, incluyendo el área del Proyecto. Su génesis está relacionada con depósitos de materiales volcánicos y piroclásticos provenientes de la actividad volcánica regional.

CONSULTA AL PÚBLICO

Por su parte, los Phaeozem se localizan preferentemente en terrazas de menor elevación y zonas de acumulación, principalmente hacia los sectores norte y este de la RE. En algunas áreas aparecen asociados a procesos de erosión fluvial, por lo que en la porción occidental suelen restringirse a barrancas y depresiones topográficas.

En términos generales, los suelos presentes en la RE son resultado de procesos tanto residuales como de transporte, influenciados por la deposición de materiales volcánicos, procesos geológicos regionales y la dinámica fluvial que ha modelado el paisaje actual.

III.3.1.4. Hidrología

III.3.1.4.1. Hidrología superficial

Regiones Hidrológicas

Las cuencas hidrológicas constituyen unidades naturales del territorio delimitadas por divisorias topográficas que determinan la dirección del escurrimiento superficial. En México, las cuencas se agrupan en 37 regiones hidrológicas (RH), las cuales, para fines de administración y gestión de los recursos hídricos, se integran a su vez en 13 regiones hidrológico-administrativas.

La totalidad de la RE del Proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica No. 28 Papaloapan (RH28), perteneciente a la vertiente del Golfo de México. Esta región presenta una superficie aproximada de 58,269.63 km², una precipitación media anual de 1,692.5 mm y un escurrimiento medio anual estimado en 47,393.90 millones de m³. La RH28 se divide en dos subregiones hidrológicas: la subregión Río Papaloapan y la subregión Papaloapan A.

La subregión hidrológica Río Papaloapan comprende la cuenca de aportación del río Papaloapan y de sus principales afluentes, entre los que destacan los ríos Santo Domingo, Tonto, Blanco, San Juan y Tesechoacán. Esta subregión cubre una superficie de 47,600.51 km², equivalente a más del 81 % del área total de la RH28. La precipitación media anual se estima en 1,785 mm y genera un escurrimiento medio anual de 42,018.32 millones de m³, lo que representa aproximadamente el 88.7 % del escurrimiento total de la región hidrológica.

Por su parte, la subregión hidrológica Papaloapan A, donde se localiza la totalidad de la RE, corresponde a la porción norte de la RH28 y está integrada por diversas corrientes superficiales de tamaño mediano y pequeño que descargan directamente al Golfo de México. Entre los sistemas fluviales más importantes destacan los ríos Jamapa y Cotaxtla, los cuales confluyen antes de su desembocadura, así como los ríos Actopan y La Antigua. Adicionalmente, esta subregión incluye la cuenca hidrológica denominada Llanuras de Actopan, conformada por diversos escurrimientos independientes de menor magnitud.

CONSULTA AL PÚBLICO

Cuenca

La totalidad del Proyecto se localiza dentro de la cuenca hidrológica R28B Río Jamapa y Otros. Esta unidad comprende las cuencas de los ríos Jamapa y Cotaxtla, la cuenca Jamapa-Cotaxtla y diversas corrientes asociadas a la zona hidrológica denominada Llanuras de Actopan.

La disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica Jamapa-Cotaxtla, medida en su desembocadura al Golfo de México, se estima en 1,849.156 millones de m^3. Por su parte, la cuenca hidrológica Llanuras de Actopan presenta una disponibilidad media anual de 254.148 millones de m^3 en su punto de salida (DOF, 2016).

De acuerdo con el *Estudio Técnico de las Aguas Nacionales Superficiales* de las cuencas que integran la Región Hidrológica Papaloapan (SEMARNAT, 2017), entre ellas Río Jamapa, Río Cotaxtla, Jamapa-Cotaxtla y Llanuras de Actopan, existe una problemática ambiental asociada al deterioro de la calidad del agua superficial. Entre las principales causas identificadas se encuentran la presencia de agroquímicos, metales pesados y organismos coliformes derivados de actividades agropecuarias, urbanas e industriales desarrolladas en la región.

Asimismo, el estudio señala una disminución en la diversidad y abundancia de organismos acuáticos, particularmente peces, situación atribuida tanto a la presión pesquera como a la degradación de los hábitats y a las condiciones desfavorables de calidad del agua. De manera similar, diversas comunidades de insectos acuáticos y moluscos presentan composiciones asociadas a ambientes con distintos niveles de alteración ambiental.

En este contexto, la calidad del agua constituye uno de los principales factores que influyen en la conservación de los ecosistemas acuáticos y en el bienestar de las poblaciones humanas que dependen de este recurso para el abastecimiento doméstico, las actividades productivas y el riego agrícola. Por ello, resulta relevante considerar la relación existente entre la calidad del agua, la integridad ecológica de los ecosistemas y las condiciones de salud de las comunidades asentadas dentro de la cuenca.

Subcuencas dentro del Región Ecológica

Desde el punto de vista hidrológico, la RE se encuentra integrada por tres subcuencas. No obstante, la subcuenca del río Jamapa es la que ejerce mayor influencia sobre los patrones de escurrimiento regional, ya que ocupa el 30.47 % de la superficie de la RE y se caracteriza por la presencia de valles fuertemente disectados y áreas interfluviales con relieve ligeramente ondulado.

La subcuenca del río San Francisco representa la mayor superficie dentro de la RE, con una cobertura del 68.91 %. Sin embargo, los procesos de disección son menos pronunciados debido a la menor longitud de los escurrimientos superficiales. A pesar de ello, en algunos sectores se presentan desniveles importantes asociados a la elevada susceptibilidad a la erosión de los materiales clásticos poco consolidados que conforman gran parte de la porción media de la cuenca.

CONSULTA AL PÚBLICO

Por su parte, la subcuenca del río Paso de Ovejas ocupa únicamente el 0.63 % de la RE. Esta unidad se localiza sobre una zona divisoria de aguas (parteaguas) situada en la porción media de la región, por lo que su influencia hidrológica es limitada en comparación con las otras dos subcuencas.

Escurrimientos y cuerpos de agua

Los patrones de drenaje presentes en la RE muestran una orientación predominante de oeste a este, en concordancia con la pendiente regional del terreno y la configuración geomorfológica de la Llanura Costera Veracruzana.

Dentro de la RE destacan dos corrientes principales de carácter permanente. En la porción norte se localiza el río Paso Limón, el cual se origina al noroeste de la localidad de Cerritos y presenta un patrón de drenaje meándrico. A lo largo de su recorrido recibe múltiples tributarios de carácter intermitente, cuya temporalidad está asociada a la estacionalidad de las lluvias y a la elevada permeabilidad de los materiales geológicos presentes en la región.

En la porción sur de la RE se encuentra el río Jamapa, principal sistema fluvial de la región. En el sector suroeste recibe como afluente al río Chiquito, incrementando así su capacidad de conducción de escurrimientos superficiales.

El río Jamapa tiene su origen en las inmediaciones del Pico de Orizaba, donde nace con el nombre de Barranca de Coscomatepec, a una altitud aproximada de 4,700 msnm. A partir de este punto sigue una trayectoria general hacia el este, atravesando zonas montañosas donde recibe aportaciones de diversos escurrimientos provenientes de la Sierra Madre Oriental, particularmente de las laderas septentrionales del Citlaltépetl y del sector suroriental del cerro La Cumbre.

En su tramo medio y bajo, el río Jamapa atraviesa extensas áreas agrícolas y desarrolla un patrón meándrico asociado a terrazas aluviales. Finalmente, descarga sus aguas en la laguna de Mandinga Grande antes de desembocar en el Golfo de México.

III.3.1.4.2. Hidrología subterránea

Para fines de administración y gestión de las aguas subterráneas, el territorio nacional se encuentra dividido en 653 acuíferos, cuya denominación oficial fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de diciembre de 2001. A partir de esta delimitación se han desarrollado estudios orientados a determinar las características hidrogeológicas y la disponibilidad media anual de agua subterránea de cada unidad.

De acuerdo con la actualización más reciente de la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos del país, publicada en el DOF el 29 de febrero de 2024, de los 18 acuíferos localizados dentro del estado de Veracruz, únicamente cuatro presentan déficit en la disponibilidad del recurso, mientras que los catorce restantes registran una disponibilidad media anual positiva.

CONSULTA AL PÚBLICO

La RE del Proyecto se localiza dentro de dos unidades hidrogeológicas: el acuífero 3006 Costera de Veracruz y el acuífero 3008 Cotaxtla. El primero constituye la unidad dominante, cubriendo el 97.89 % de la superficie de la RE, mientras que el acuífero Cotaxtla ocupa el 2.11 % restante y se distribuye en una estrecha franja ubicada en el extremo sur de la región, con una orientación general de este a oeste.

Debido a su amplia distribución, el acuífero Costera de Veracruz representa la principal unidad de almacenamiento y circulación de agua subterránea dentro de la RE, por lo que las características hidrogeológicas y la disponibilidad de este acuífero son particularmente relevantes para comprender la dinámica hídrica regional y la relación entre los procesos superficiales y subterráneos presentes en el área de estudio.

Acuífero 3006-COSTERA DE VERACRUZ

El acuífero Costera de Veracruz (clave 3006) se localiza en la porción central del estado de Veracruz y cubre una superficie aproximada de 3,059 km². Dentro de la RE constituye la principal unidad hidrogeológica, ocupando el 97.89 % de su superficie. Desde el punto de vista geohidrológico, el acuífero recibe recarga principalmente por infiltración de agua de lluvia y por aportes de escurrimientos superficiales. El flujo subterráneo regional presenta una dirección predominante de oeste a este, desplazándose desde las zonas de mayor elevación hacia la planicie costera y el Golfo de México. Los niveles piezométricos registrados reflejan la influencia de la topografía regional y no muestran abatimientos significativos asociados a procesos intensivos de extracción.

Por su parte, la profundidad al nivel estático presenta valores de apenas algunos metros en la zona costera y en el corredor comprendido entre Veracruz y Boca del Río. Hacia el occidente, la profundidad aumenta progresivamente debido al ascenso topográfico asociado a las estribaciones montañosas y depósitos de piedemonte, alcanzando valores cercanos a los 90 m en las inmediaciones de Puente Nacional y Soledad de Doblado (*Figura III-3*).

De acuerdo con el censo de aprovechamientos realizado durante el estudio hidrogeológico de 2013, se identificaron 1,875 obras de captación de agua subterránea, de las cuales 496 corresponden a pozos y 1,379 a norias. La mayoría de los aprovechamientos se destinan al abastecimiento público-urbano (1,450), seguido del uso agrícola (239), servicios (70), uso industrial (49), doméstico y pecuario (23) y otros usos menores (44). El volumen total de extracción se estimó en 154.1 hm³ anuales, concentrándose principalmente en los sectores agrícola y público-urbano.

CONSULTA AL PÚBLICO

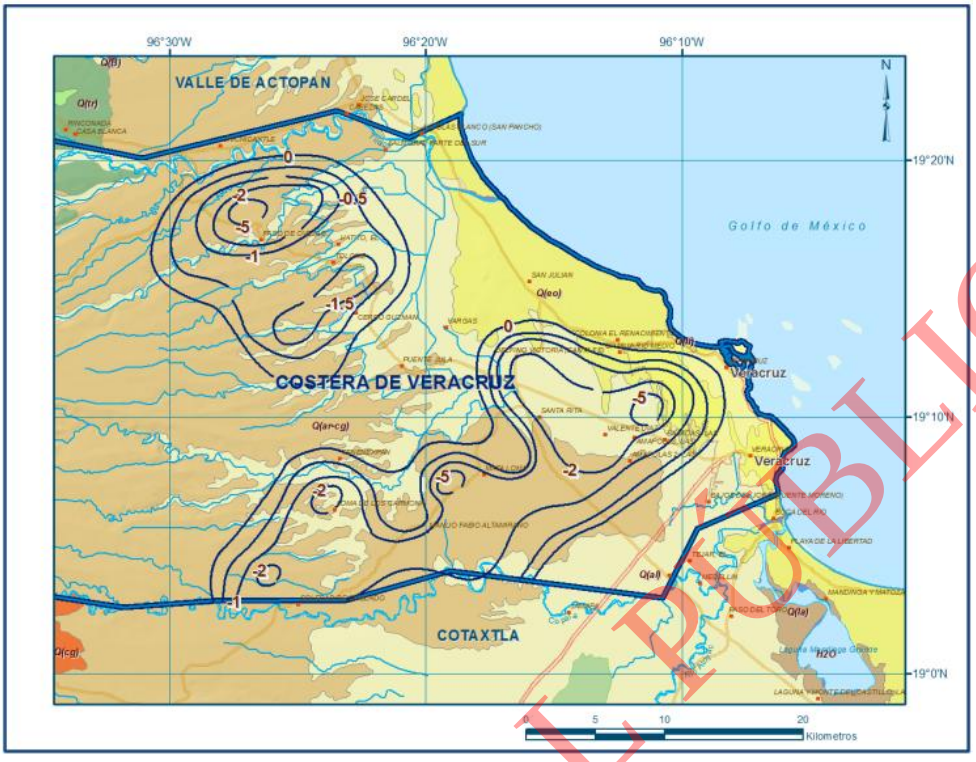


Figura III-3. Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 3006

La recarga del acuífero proviene principalmente de la infiltración vertical derivada de la precipitación y de las pérdidas naturales en ríos, arroyos y cuerpos de agua superficiales (115.4 hm³/año), seguida por la recarga inducida asociada a retornos de riego y fugas en las redes de distribución de agua potable (93.8 hm³/año), así como por aportaciones de flujo subterráneo horizontal provenientes de zonas topográficamente más elevadas y acuíferos adyacentes (84.3 hm³/año). No obstante, de acuerdo con la actualización de disponibilidad media anual publicada por CONAGUA con información del REPDA al 30 de diciembre de 2022, el acuífero presenta un déficit de 15.62 hm³/año, por lo que actualmente no existe volumen disponible para el otorgamiento de nuevas concesiones de agua subterránea.

Acuífero 3008-COTAXTLA

El acuífero Cotaxtla (clave 3008) se localiza en la porción central del estado de Veracruz y cubre una superficie aproximada de 3,247 km². Dentro de la RE tiene una representación limitada, ocupando únicamente el 2.11 % de su superficie, distribuido en una estrecha franja ubicada en el extremo sur.

Desde el punto de vista geohidrológico, el acuífero recibe recarga principalmente mediante flujo subterráneo proveniente de las zonas occidentales, a través de materiales de carácter granular que favorecen un flujo regional con dirección predominante hacia el oriente. Este flujo contribuye al caudal base del río Cotaxtla y descarga finalmente hacia la planicie costera, la laguna de Mandinga y el Golfo de México. En la zona de dunas costeras

CONSULTA AL PÚBLICO

se presentan procesos adicionales de recarga por infiltración de agua de lluvia, generando flujos subterráneos tanto hacia el litoral como hacia la laguna de Mandinga.

La profundidad al nivel estático presenta valores someros en las inmediaciones de la laguna de Mandinga y en las márgenes del río Cotaxtla, incrementándose gradualmente hacia el occidente conforme aumenta la elevación del terreno. Los valores máximos alcanzan aproximadamente 180 m en las zonas de piedemonte localizadas hacia Paso del Macho y Amatlán de los Reyes (*Figura III-4*).

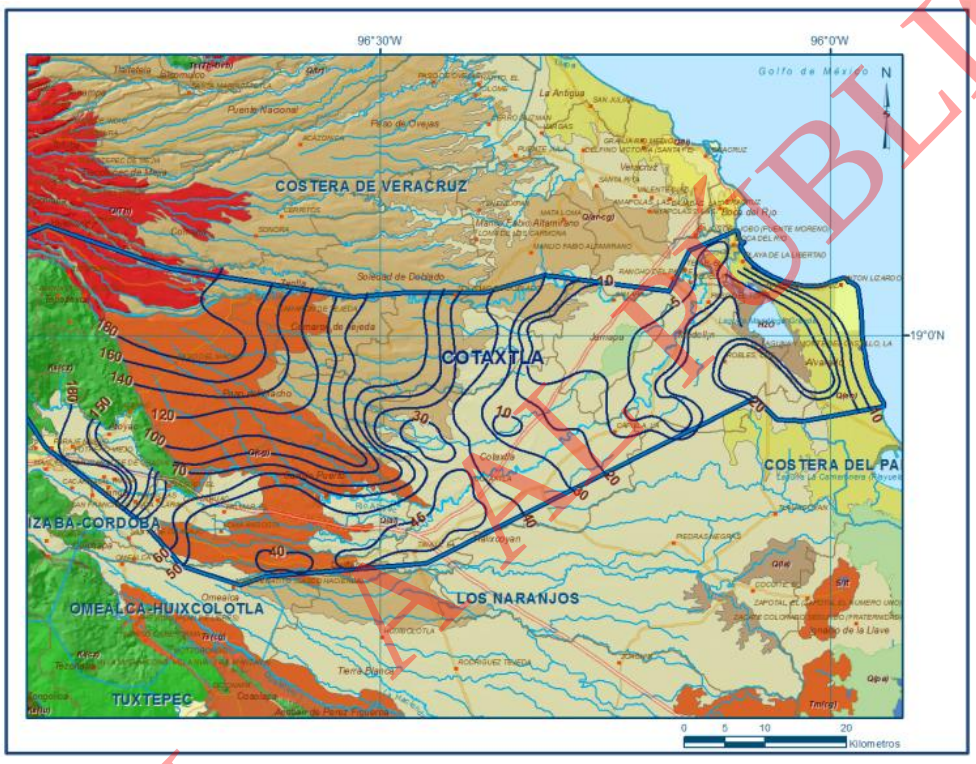


Figura III-4. Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 3008

Debido a su reducida presencia dentro de la RE, la dinámica hidrogeológica regional se encuentra dominada principalmente por el acuífero Costera de Veracruz, mientras que la influencia del acuífero Cotaxtla se limita al extremo sur del área de estudio.

CONSULTA PÚBLICO

III.3.2. Medio biótico

III.3.2.1. Vegetación

El estado de Veracruz se distingue por su elevada diversidad biológica, resultado de su ubicación geográfica, variación altitudinal y heterogeneidad climática. Entre los ecosistemas presentes destaca la selva baja caducifolia (SBC), una comunidad vegetal característica de las regiones tropicales con una marcada estacionalidad climática, donde gran parte de las especies arbóreas pierde su follaje durante la época seca como una adaptación a la disponibilidad limitada de agua.

Históricamente, la SBC ha experimentado una importante reducción y fragmentación debido al cambio de uso de suelo asociado principalmente a actividades agropecuarias, expansión urbana y desarrollo de infraestructura. Como consecuencia, en amplias zonas del centro de Veracruz la vegetación natural ha sido sustituida por cultivos, pastizales y comunidades secundarias derivadas de procesos de perturbación y regeneración natural.

En este contexto, la vegetación secundaria asociada a la selva baja caducifolia adquiere relevancia ecológica al constituir remanentes de hábitat que contribuyen a la conservación de la biodiversidad, favorecen la conectividad ecológica y mantienen diversos procesos ecosistémicos. Aunque presentan distintos grados de alteración, estas comunidades pueden albergar especies nativas de flora y fauna, además de desempeñar funciones relacionadas con la protección del suelo, la infiltración de agua y el almacenamiento de carbono.

Considerando las características ambientales de la Región Ecológica (RE) y la naturaleza del Proyecto, resulta fundamental identificar y caracterizar las comunidades vegetales presentes, así como evaluar su estado de conservación, composición florística y distribución espacial. Lo anterior permite establecer la línea base ambiental para la evaluación de impactos, así como definir medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación orientadas a la conservación de los recursos biológicos.

En los apartados siguientes se describe la vegetación presente en la RE y en el área del Proyecto, incluyendo la composición de especies registradas y la identificación de aquellas que presentan algún estatus de protección, endemismo o relevancia para la conservación.

Uso de suelo y vegetación en el AP

La delimitación de los usos del suelo y tipos de vegetación presentes en AP se realizó mediante el procesamiento e interpretación de imágenes satelitales Sentinel-2A e imágenes históricas disponibles en la plataforma Google Earth, complementadas con las observaciones obtenidas durante los recorridos y muestreos de flora efectuados en campo. Como resultado, se identificaron cuatro categorías de uso del suelo y vegetación (*Figura III-5*), cuyas superficies se presentan en la *Tabla III-5*.

CONSULTA AL PÚBLICO

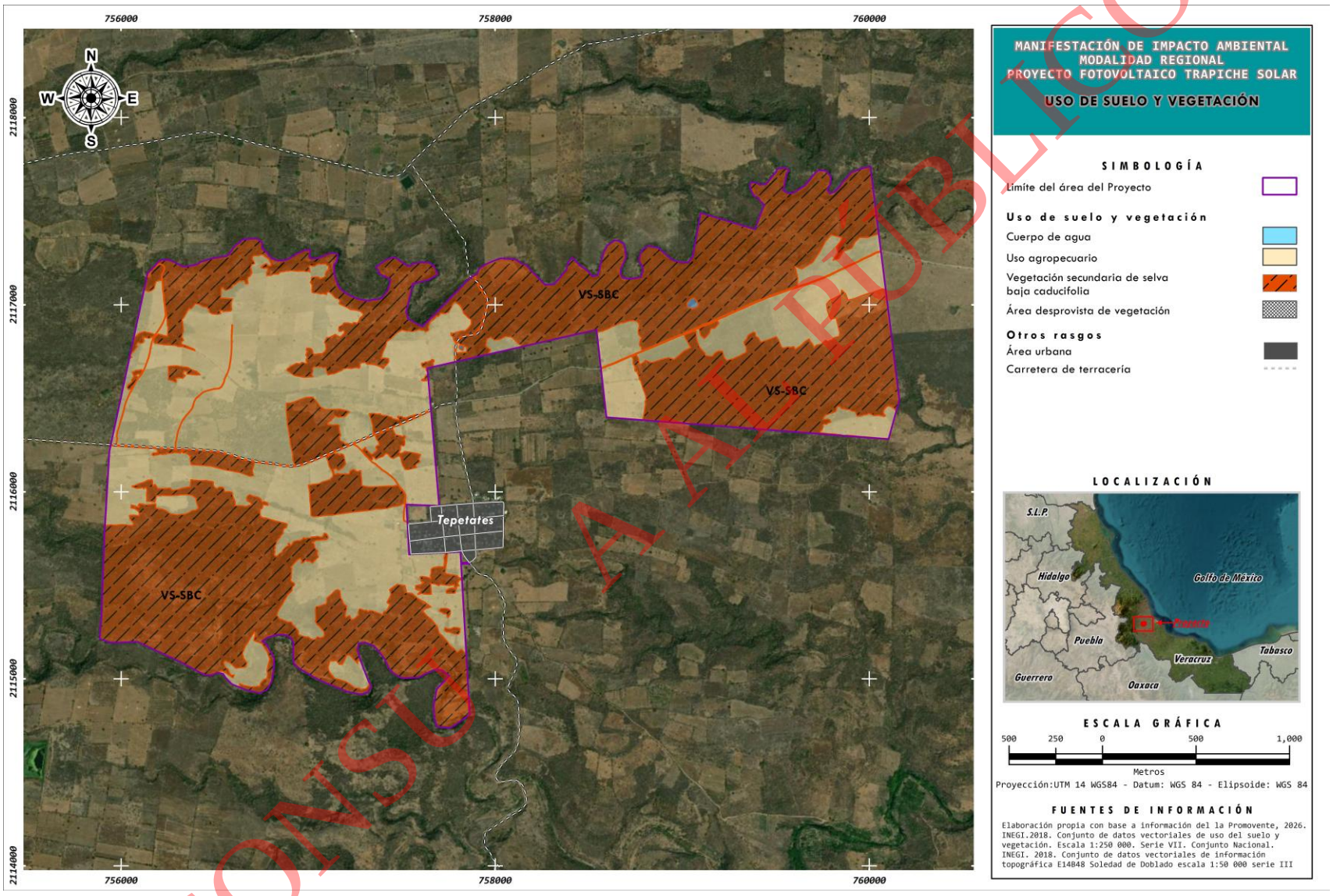


Figura III-5. Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-5. Uso de suelo y vegetación dentro del AP

Uso del suelo y vegetación	m²	ha	%
Area desprovista de vegetación	31,014.530	3.101	0.53
Cuerpo de agua	2,855.116	0.286	0.05
Uso agropecuario	2,439,326.424	243.933	41.78
Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	3,365,568.373	336.557	57.64
Total	5,838,764.443	583.876	100

El principal tipo de cobertura presente en el AP corresponde a la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, que ocupa una superficie del 57.64 %), constituyendo el único tipo de vegetación con vocación forestal identificado dentro del área de estudio. Por su parte, el uso pecuario abarca el 41.78 %, representando la segunda cobertura más extensa y evidenciando el grado de transformación histórica del paisaje.



Figura III-6. Principales usos de suelo y vegetación en el AP; vegetación secundaria de selva baja caducifolia y usos pecuarios

Descripción de los tipos de vegetación y uso de suelo predominantes en el AP

Uso de suelo agropecuario

El uso de suelo agropecuario dentro de la RE está representado principalmente por pastizales destinados a la actividad ganadera y áreas de agricultura de temporal y permanente. Entre los cultivos de temporal destacan

CONSULTA AL PÚBLICO

maíz, frijol, papaya, calabaza pipiana, chile y tomate, mientras que entre los cultivos perennes sobresale el limón persa.

Estas áreas carecen de una estructura vertical estratificada bien definida. En los terrenos agrícolas se desarrolla un estrato herbáceo dominado por la especie cultivada, acompañado por especies arvenses nativas y exóticas. Durante la temporada seca es común la presencia de diversas hierbas pertenecientes principalmente a las familias Poaceae, Fabaceae, Malvaceae, Amaranthaceae y Asteraceae, entre las que destacan *Abutilon* spp., *Chamaesyce hyssopifolia*, *Chamaecrista nictitans*, *Cucurbita sororia*, *Centrosema virginianum*, *Diodia teres*, *Euphorbia hirta*, *Malachra alceifolia*, *Paspalum virgatum*, *Megathyrsus maximus*, *Parthenium hysterophorus*, *Sida acuta*, *Solanum tridynamum* y *Waltheria indica*.



Figura III-7. Uso agropecuario, principal usos de suelo existente en el área del Proyecto

CONSULTA AL PÚBLICO

En los límites de parcelas agrícolas y potreros es frecuente la presencia de cercos vivos constituidos por especies arbóreas como *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Caesalpinia cacalaco* y *Chloroleucon mangense*, entre otras.

Los pastizales presentan un estrato herbáceo permanente, generalmente dominado por una o dos especies de gramíneas forrajeras. En menor proporción se desarrollan especies herbáceas de otras familias, así como algunos arbustos dispersos. También es común la presencia de árboles aislados utilizados para proporcionar sombra al ganado, entre los que destacan *Chloroleucon mangense*, *Maclura tinctoria* (sin. *Chlorophora tinctoria*), *Guazuma ulmifolia*, *Diphysa carthagenensis*, *Lysiloma acapulcense* y especies del género *Vachellia*.

Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS-SBC)

La vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia presenta una estructura vertical conformada por tres estratos bien definidos: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

El estrato arbóreo alcanza alturas que oscilan entre 5 y 9 m, con individuos aislados que pueden superar los 12 m. Las especies más representativas son *Bursera simaruba*, *Bursera graveolens*, *Caesalpinia cacalaco*, *Calliandra rubescens*, *Maclura tinctoria* (sin. *Chlorophora tinctoria*), *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Handroanthus chrysanthus*, *Ipomoea wolcottiana*, *Leucaena lanceolata*, *Opuntia dejecta*, *Pilosocereus leucocephalus* y especies del género *Vachellia*.



Figura III-8. Vegetación secundaria de selva baja caducifolia presente en el área del Proyecto

CONSULTA AL PÚBLICO

El estrato arbustivo presenta alturas de entre 2 y 4 m y está integrado principalmente por *Agonandra obtusifolia*, *Bauhinia pauletia*, *Croton reflexifolius*, *Croton niveus*, *Calliandra rubescens*, *Erythroxylum mexicanum*, *Karwinskia humboldtiana*, *Machaonia acuminata*, *Psidium sartorianum*, especies del género *Randia*, *Senna atomaria*, *Vachellia cornigera* y *Xylosma velutina*.

El estrato herbáceo es relativamente escaso y alcanza alturas de entre 1 y 1.5 m. Entre las especies más frecuentes se encuentran *Abutilon trisulcatum*, *Agave vivipara*, *Baltimora recta*, *Bromelia pinguin*, *Justicia sessilis*, *Lasiacis divaricata*, *Panicum zizanioides*, *Ruellia blechum* y *Wissadula amplissima*.

Asimismo, se observa la presencia de bejucos y epífitas, cuya abundancia aumenta localmente en zonas con mayor cobertura arbórea y condiciones de humedad más favorables.

III.3.2.1.1. Caracterización de la flora y vegetación

A. Metodología de muestreo

El muestreo tuvo como objetivo caracterizar la estructura y composición de la vegetación con vocación forestal presente en el área del Proyecto (AP) y su equivalente en la Región Ecológica (RE), correspondiente a vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VS-SBC). La información obtenida permitió analizar la riqueza, diversidad, abundancia y estructura de las comunidades vegetales presentes.

Como primera aproximación, se elaboró una cartografía preliminar de la vegetación existente en el AP con el fin de diseñar una red de muestreo sistemática, mediante la distribución regular de sitios a partir de un punto inicial aleatorio y con espaciamiento uniforme entre unidades de muestreo. Sin embargo, durante la etapa de planeación se identificó que la alta fragmentación de la cobertura vegetal, asociada a la presencia predominante de áreas pecuarias, limitaba la aplicación efectiva de este esquema, ya que una proporción importante de los sitios se ubicaba en las orillas de los fragmentos de vegetación o fuera de las áreas de interés, reduciendo su capacidad para caracterizar adecuadamente las comunidades vegetales presentes.

Por tal motivo, se optó por un muestreo dirigido, ubicando los sitios dentro de los remanentes de vegetación previamente identificados, procurando una representación adecuada de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio. Esta estrategia permitió optimizar la logística y accesibilidad en campo, así como obtener información representativa sobre la composición, estructura y diversidad de la vegetación evaluada.

Para el levantamiento de información se emplearon sitios de muestreo circulares de 400 m², seleccionados por su eficiencia operativa y por reducir los errores asociados a los efectos de borde. Este tamaño de parcela resultó adecuado para las condiciones de densidad observadas en los tipos de vegetación evaluados.

Se realizaron 25 sitios de muestreo dentro de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, 13 dentro del AP y 12 en la RE, cuyas coordenadas UTM zona 14 se muestran en la *Tabla III-6* (*Anexo III.2*), y su distribución espacial en la *Figura III-9*.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-6. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora realizados en el AP y RE

Área	No. Sitio	Coordenadas[1]		Área	No. Sitio	Coordenadas[1]	
		X	Y			X	Y
Área del Proyecto (AP)	1	759,337	2,117,093	Región Ecológica (RE)	1	758,546	2,115,863
	2	757,556	2,115,361		2	759,422	2,115,576
	3	756,490	2,116,170		3	759,692	2,116,167
	5	759,394	2,116,794		4	759,755	2,115,953
	6	759,005	2,116,963		5	759,896	2,115,813
	7	758,974	2,116,588		6	759,845	2,115,602
	8	757,341	2,116,405		7	759,414	2,116,313
	9	756,993	2,116,336		8	759,589	2,116,290
	4	757,370	2,115,299		9	759,794	2,116,278
	10	757,082	2,115,384		10	760,149	2,116,665
	11	757,106	2,115,982		11	760,360	2,116,714
	12	757,193	2,116,022		12	760,555	2,116,546
	13	756,266	2,116,937				

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

CONSU A AL PÚBLICO

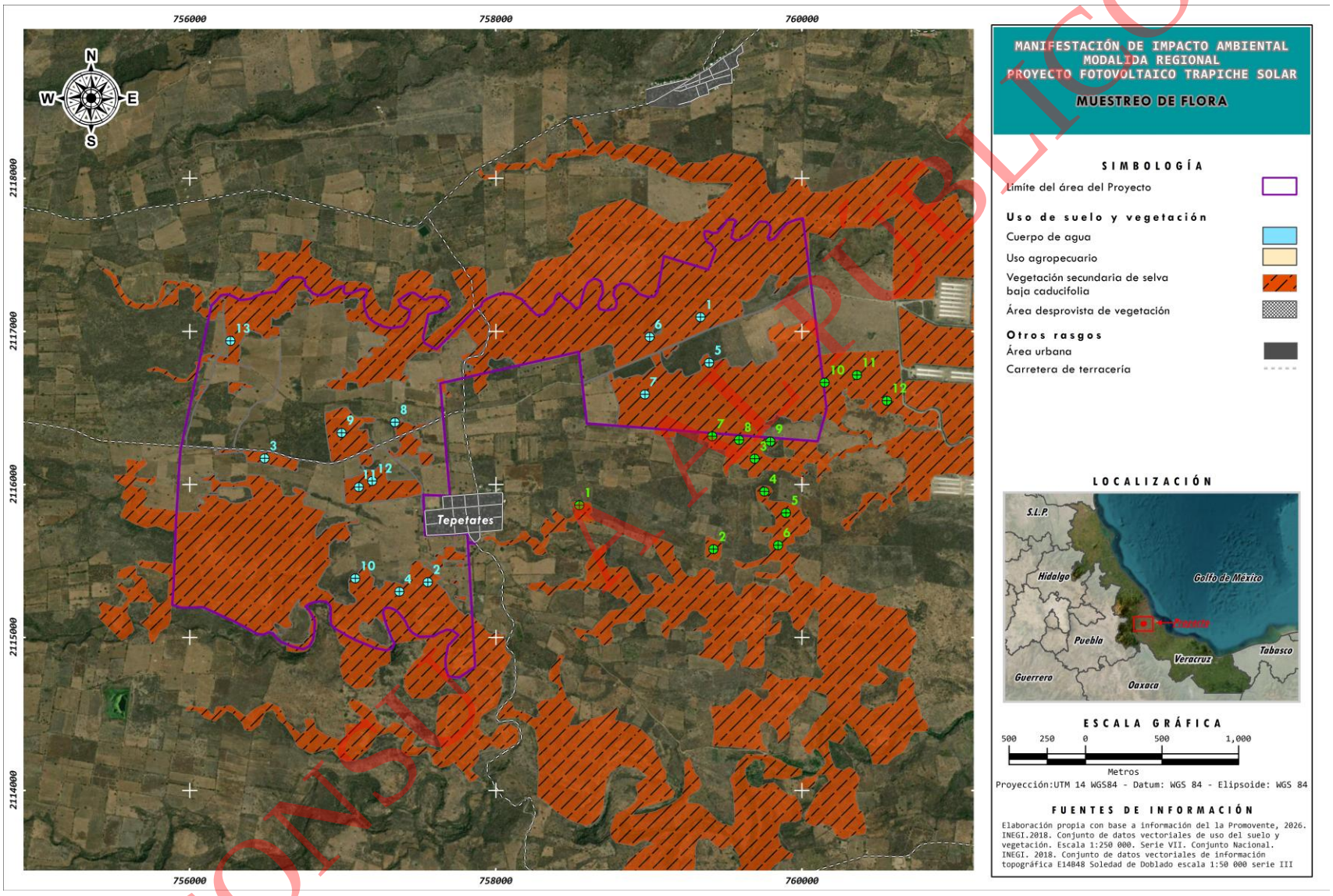


Figura III-9. Sitios de muestreo de flora

CONSULTA PÚBLICO

B. Levantamiento de información de campo

El levantamiento de información se realizó del 08 al 12 de mayo del 2026. La ubicación de los sitios fue determinada mediante GPS. Una vez localizado el punto central se marcó con una estaca de madera; posterior, se delimitó la parcela circular y las respectivas subparcelas para cada estrato. En cada sitio se registraron variables ambientales complementarias, tales como cobertura de copa, cobertura del suelo y observaciones generales sobre el estado de la vegetación (*Figura III-10*).



Figura III-10. Levantamiento de información de campo. A) Ubicación de sitio de muestreo. B) Colocación de estaca en centro de sitio. C) Toma de datos generales de sitio. D) Delimitación de sitio de 400 m². E) Delimitación del cuadrante de 9 m². F) Colocación del cuadrante de 1 m²

CONSULTA AL PÚBLICO

Cada sitio de muestreo estuvo constituido por una parcela circular de 400 m², subdividida para evaluar los diferentes estratos de vegetación: arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas. El estrato arbóreo se evaluó en la totalidad de la parcela (400 m²); para los estratos arbustivo y de cactáceas se estableció una subparcela de 9 m² (3 × 3 m), mientras que para el estrato herbáceo se utilizó un cuadro de 1 m² (*Figura III-10*).

Para el estrato arbóreo se registraron todos los individuos con diámetro normal mayor a 6 cm, identificando la especie y midiendo su altura. En el caso de las cactáceas se registró el número de individuos por especie, así como su altura y cobertura. Para el estrato arbustivo se cuantificaron los individuos presentes y se midieron su altura y cobertura. En el estrato herbáceo se realizó el conteo de individuos por especie y la estimación de su cobertura (*Figura III-11*).



Figura III-11. Toma de datos. A) Medición de diámetro normal de especie arbórea. B) Medición de cobertura de arbustos. C) Conte de individuos herbáceos. D) Medición de cobertura de especie herbácea

La clasificación de los estratos vegetales se realizó con base en criterios morfológicos y estructurales. El estrato arbóreo estuvo integrado por especies leñosas con tronco definido y altura generalmente superior a 3 m; el arbustivo por especies leñosas ramificadas desde la base y generalmente menores a 3 m de altura; el herbáceo por especies no leñosas de porte bajo; y el estrato de cactáceas por especies pertenecientes a la familia Cactaceae, caracterizadas por sus adaptaciones al almacenamiento de agua.

CONSULTA AL PÚBLICO

C. Metodología para el análisis de diversidad

Índice de Shannon – Wiener (H')

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea. Para valorar dicha diversidad se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener el cual se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que varía comúnmente entre 1 y 5. Aunque existe una variedad de índices que cuantifican la diversidad de los ecosistemas, el índice de Shannon-Wiener es el más utilizado, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, además de que mide el grado promedio de incertidumbre y predice a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que los individuos son seleccionados al azar estando todas las especies representadas en la muestra (Moreno, 2001; Magurran, 1988).

La fórmula para la obtención del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i * In(P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Número de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

n = *Número de individuos de la especie i*

In = *Logaritmo natural (base e)*

P_i = *Abundancia proporcional de las especies i*

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Margalef, 1972):

Valor	Significado
Menor a 2	Diversidad baja
De 2.1 a 3.4	Moderado o diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

Índice de Margalef (Mg)

Para obtener el índice de riqueza específica se usa el coeficiente de Margalef. Este índice representa la riqueza de especies de un determinado lugar. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies

CONSULTA AL PÚBLICO

y el número total de individuos (Valdez *et al*., 2018). Es decir que determina la diversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada (Manzanilla *et al.* 2020).

Se calcula con la siguiente ecuación, siendo que, a mayor valor de Mg, mayor riqueza de especies (Álvarez *et al*., 2004):

$$Mg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

Mg = *Diversidad especifica de Margalef*

S = *Número total de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

$\ln$ = *Logaritmo natural (base e)*

Este índice mide la riqueza específica, considerando los valores obtenidos de la siguiente manera (Margalef, 1958):

Valor	Significado
Menor a 2	Zona de baja diversidad
De 2.1 a 4.9	Zona de moderada o diversidad media
Mayor a 5	Zona de alta diversidad

Índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou se representa normalmente como J', permite conocer cuál es el grado de equidad de las diferentes comunidades o grupos poblacionales que componen una comunidad. Sus valores oscilan entre cero y uno, en donde el valor de uno indica que todas las especies tienen el mismo peso demográfico y cero un peso totalmente desigual (Magurran, 1988). El cálculo se realiza con base en la siguiente ecuación:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

J' = *Índice de equidad de Pielou*

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Riqueza especifica (Número total de especies presentes)*

Los valores obtenidos del índice se interpretan con base a la siguiente escala (Aguirre, 2013):

CONSULTA AL PÚBLICO

Valor	Significado	
De 0 – 0.33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
Mayor a 0.67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Índice de diversidad de Simpson (λ)

Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Valdez *et al*., 2018). Para obtener este índice primero se calcula la dominancia.

$$D = \sum P_i^2$$

Donde:

D = *Índice de dominancia*

Pi = *Proporción de la especie i= n/N)*

n = *Número de individuos de la especie*

N = *Número total de especies*

El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0 (Smith *et al.*, 2007). Entonces tenemos que:

$$\text{Índice de Simpson} = \lambda = 1 - D$$

El valor de este índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora el valor se incrementa con la diversidad. En ese caso, el índice representa la posibilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies (Smith *et al.*, 2007). Interpretándose de la siguiente manera:

Valor	Significado
De 0 – 0.33	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Diversidad media
Mayor a 0.67	Diversidad alta

Índice de Valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador ecológico utilizado para evaluar la importancia estructural de las especies dentro de una comunidad vegetal. Este índice integra tres atributos básicos de la vegetación: la densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, permitiendo identificar las especies

CONSULTA AL PÚBLICO

que tienen una mayor contribución a la composición y estructura de la comunidad (Franco et al., 1989; Verdugo, 2017).

Para su cálculo, cada uno de los componentes se expresa en términos relativos (%), de manera que la suma de las densidades relativas, frecuencias relativas y dominancias relativas es igual a 100 para cada componente. El IVI se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$IVI = D_eR + FR + D_oR$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia.
DeR = Densidad relativa.
FR = Frecuencia relativa.
DoR = Dominancia relativa.

El valor máximo teórico del IVI es 300, el cual se alcanzaría cuando una sola especie concentrara la totalidad de la densidad, frecuencia y dominancia de la comunidad.

Para determinar el IVI de cada especie se calcularon previamente la densidad, frecuencia y dominancia absolutas y relativas mediante las siguientes ecuaciones:

Densidad

La densidad representa el número de individuos de una especie por unidad de superficie.

$$\boldsymbol{De_i = \frac{N_i}{S}}$$

$$\boldsymbol{DeR_i = \left[\frac{De_i}{\sum_{i=1\ldots n} De_i}\right] * 100}$$

Donde:

Dei = Densidad absoluta de la especie i.
DeRi = Densidad relativa de la especie i.
Ni = Número de individuos de la especie i.
S = Superficie de muestreo.

Dominancia

La dominancia se estimó a partir de la cobertura de copa registrada para cada especie.

$$\boldsymbol{Do_i = \frac{Ab_i}{S}}$$

CONSULTA AL PÚBLICO

$$DoR_i = \left[\frac{Do_i}{\sum_{i=1\ldots n} Do_i}\right] * 100$$

Donde:

Doi = Dominancia absoluta de la especie i.
DoRi = Dominancia relativa de la especie i.
Abi = Cobertura de copa de la especie i.
S = Superficie de muestreo.

Frecuencia

La frecuencia expresa la proporción de sitios de muestreo en los que se registró una especie.

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left[\frac{F_i}{\sum_{i=1\ldots n} F_i}\right] * 100$$

Donde:

Fi = Frecuencia absoluta de la especie i.
FRi = Frecuencia relativa de la especie i.
Pi = Número de sitios donde se registró la especie i.
NS = Número total de sitios de muestreo.

Curvas de acumulación de especies

En los inventarios biológicos es poco frecuente registrar la totalidad de las especies presentes en un área de estudio; por ello, las curvas de acumulación de especies constituyen una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo y estimar la riqueza potencial de especies (Jiménez y Hortal, 2003). Estas curvas relacionan el número acumulado de especies registradas con el esfuerzo de muestreo realizado, expresado en función del número de muestras, individuos o unidades de observación (Bautista et al., 2013).

Para evaluar la efectividad del muestreo realizado en el AP y en la RE, se generaron curvas de acumulación de especies mediante estimadores no paramétricos de riqueza. La interpretación de estas curvas se basa en la tendencia de la curva hacia una asíntota, lo que indica que el incremento del esfuerzo de muestreo produciría un aumento reducido en el número de especies registradas y, por tanto, que la riqueza observada es representativa de la comunidad vegetal evaluada (Escalante, 2003; Álvarez et al., 2004) (*Figura III-12*).

CONSULTA AL PÚBLICO

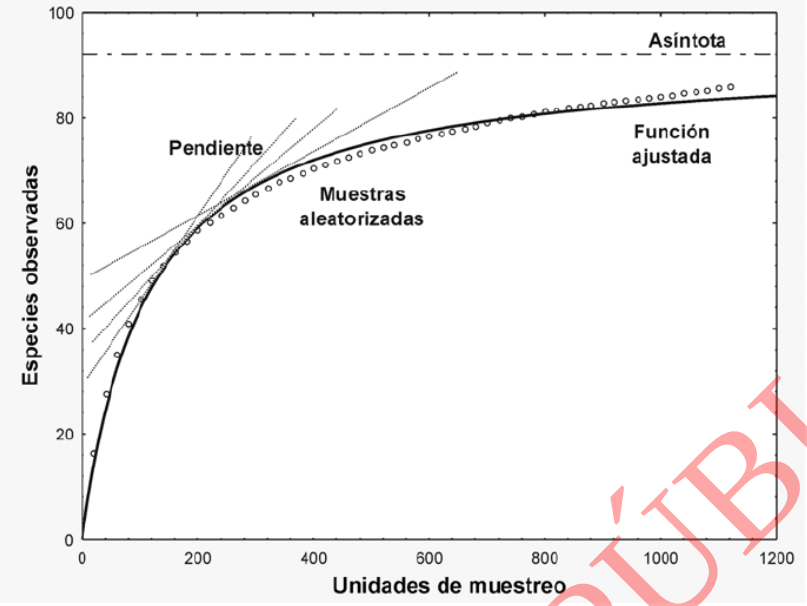


Figura III-12. Imagen de ejemplo de curvas de acumulación de especies

Se emplearon los estimadores Chao 1 y ACE, basados en datos de abundancia, así como Bootstrap, Jackknife de primer orden (Jack 1) y Chao 2, basados en datos de incidencia o presencia-ausencia. Los análisis se realizaron con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 1997), mientras que la elaboración de las gráficas se efectuó mediante Microsoft Excel.

D. Listado Potencial de especies de flora

El listado potencial de especies de flora con distribución en la Región Ecológica (RE) se integró a partir de la consulta de los registros disponibles en el Herbario Nacional de México (MEXU). En el *Anexo III.3* se presenta el listado de especies registradas, ordenadas taxonómicamente por familia y especie, incorporando hábito de crecimiento y estatus de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies incluidas corresponden a registros documentados en el área de estudio y sus alrededores, asociados a los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en la RE, por lo que constituyen una referencia del conjunto de especies de flora con potencial de ocurrencia en área del Proyecto.

E. Composición florística

Los recorridos y muestreos de campo permitieron identificar un total de 93 especies de flora dentro de las áreas de estudio. La Región Ecológica (RE) presentó una mayor riqueza florística y abundancia de individuos respecto al Área del Proyecto (AP), registrándose 79 especies y 988 individuos en la RE, frente a 68 especies y 565 individuos en el AP.

CONSULTA AL PÚBLICO

En la *Tabla III-7* se presenta el listado de las especies registradas durante los trabajos de campo, ordenadas por familia botánica, indicando su nombre científico y común, categoría de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, número total de individuos registrados, número de individuos por área de registro y su área de ocurrencia (AP y/o RE).

Tabla III-7. Especies identificadas en el muestreo de flora, dentro del AP y RE

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos			Área	
				Totales	AP	RE	AP	RE
Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Escobilla morada	--	2	2		*	--
Acanthaceae	*Justicia sp.*	Matlale	--	2		2	--	*
Acanthaceae	*Ruellia sp.*	Trompetilla morada	--	41	17	24	*	*
Acanthaceae	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	--	46	23	23	*	*
Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Palo de Huesillo	--	6		6	--	*
Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo	--	4	4		*	--
Apocynaceae	*Gonolobus niger*	Bejuco chompipa	--	10	4	6	*	*
Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Manzanilla	--	3		3	--	*
Asteraceae	*Mikania sp.*	Bejuco charrazca	--	1	1		*	--
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco peinetillo	--	4	1	3	*	*
Bignoniaceae	*Fridericia patellifera*	Bejuco morado	--	22		22	--	*
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Flor de día	Amenazada	4	2	2	*	*
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Cardón	--	31	29	2	*	*
Burseraceae	*Bursera cinerea*	Camaroncillo	--	1		1	--	*
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Mulato	--	18	11	7	*	*
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	--	16	10	6	*	*
Cactaceae	*Opuntia dejecta*	Nopal	--	33	8	25	*	*
Cactaceae	*Stenocereus pruinosus*	Organo	--	2		2	--	*
Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Siempre viva	--	179		179	--	*
Commelinaceae	*Commelina sp.*	Comelia	--	3	2	1	*	*
Convolvulaceae	*Ipomoea bracteata*	Bejuco blanco	--	12	10	2	*	*
Convolvulaceae	*Ipomoea sp*	Ipomoea	--	54		54	--	*
Convolvulaceae	*Ipomoea wolcottiana*	Sangregado	--	24	8	16	*	*
Cordiaceae	*Cordia alliodora*	Tres Hojas	--	6	4	2	*	*
Cordiaceae	*Varronia macrocephala*	Palo chilito	--	11	1	10	*	*
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Zapotillo	--	10	5	5	*	*
Ehretiaceae	*Ehretia tinifolia*	Manzanita	--	1	1		*	--
Euphorbiaceae	*Croton niveus*	Rabo iguana	--	1		1	--	*
Euphorbiaceae	*Croton sp.*	Canelillo	--	5	1	4	*	*
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Mata gallina	--	3	1	2	*	*
Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	Zapato del diablo	--	3		3	--	*
Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Jobillo	--	1		1	--	*
Euphorbiaceae	*Tragia sp.*	Ortiguilla	--	73	6	67	*	*
Fabaceae	*Acacia macracantha*	Espino blanco	--	33	27	6	*	*

CONSULTA AL PÚBLICO

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos			Área	
				Totales	AP	RE	AP	RE
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Mezquite	--	5		5	--	*
Fabaceae	*Acaciella angustissima*	Guajillo apestoso	--	3	2	1	*	*
Fabaceae	*Bauhinia pauletia*	Zarza blanca	--	3	1	2	*	*
Fabaceae	*Calliandra rubescens*	Palo meco	--	10	9	1	*	*
Fabaceae	*Centrosema sagittatum*	Bejuco flecha	--	3	1	2	*	*
Fabaceae	*Centrosema virginianum*	Bejuco de gallito	--	2		2	--	*
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Guajillo	--	12	12		*	--
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Moreno	--	7	3	4	*	*
Fabaceae	*Chloroleucon sp.*	Arrocillo	--	71	5	66	*	*
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Bejuco pegaropa	--	5	5		*	--
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Quebrache	--	6	1	5	*	*
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cocuite	--	65	11	54	*	*
Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje blanco	--	79	36	43	*	*
Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Zarza morada	--	29	14	15	*	*
Fabaceae	*Phaseolus dumosus*	Hoja Flecha	--	11		11	--	*
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jueves	--	7	4	3	*	*
Fabaceae	*Rhynchosia minima*	Fabacea bejuco	--	5		5	--	*
Fabaceae	*Senna atomaria*	Frijolillo	--	5	1	4	*	*
Fabaceae	*Stylosanthes guianensis*	Estrella	--	1		1	--	*
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	--	1	1		*	--
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	--	2		2	--	*
Lamiaceae	*Condea verticillata*	Pasotillo	--	31	10	21	*	*
Lamiaceae	*Hyptis suaveolens*	Hierba morada	--	4		4	--	*
Lamiaceae	*Ocimum sp.*	Albaca	--	64	14	50	*	*
Lamiaceae	*Salvia sp.*	Flor morada	--	51	28	23	*	*
Malvaceae	*Abutilon trisulcatum*	Tronador	--	85	59	26	*	*
Malvaceae	*Byttneria sp.*	Zarza	--	1	1		*	--
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	--	1		1	--	*
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasimo	--	19	16	3	*	*
Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Jonote	--	11	4	7	*	*
Malvaceae	*Malva sp*	Malva	--	17	17		*	--
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Manzanillo	--	33		33	--	*
Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Escobilla	--	18	6	12	*	*
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Lele	--	10	2	8	*	*
Moraceae	*Ficus sp.*	Higuera	--	1		1	--	*
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Moral	--	16	12	4	*	*
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulín	--	2	2		*	--
Myrtaceae	*Psidium oligospermum*	Guayabillo	--	3	1	2	*	*
Olacaceae	*Ximenia sp.*	Limonaria	--	5	2	3	*	*
Phyllanthaceae	*Margaritaria nobilis*	Palo de ciruelo	--	2	1	1	*	*

CONSULTA AL PÚBLICO

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos			Área	
				Totales	AP	RE	AP	RE
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Zacate Bramilla	--	5	4	1	*	*
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Zacate sabana	--	5	2	3	*	*
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	--	8	5	3	*	*
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Zacate privilegio	--	3	3		*	--
Polygonaceae	*Gymnopodium sp.*	Pateador	--	3		3	--	*
Rubiaceae	*Coutarea hexandra*	Quina	--	8	8		*	--
Rubiaceae	*Crusea sp.*	Cabezona	--	7	3	4	*	*
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Vara negra	--	5	3	2	*	*
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Paso huarache	--	11	8	3	*	*
Rubiaceae	*Randia monanta*	Crucetillo	--	41	24	17	*	*
Sapindaceae	*Paullinia tomentosa*	Nueve Hojas	--	2	1	1	*	*
Sapindaceae	*Serjania racemosa*	Bejuco 7 hojas	--	2		2	--	*
Sapindaceae	*Thouinidium decandrum*	Borreguillo	--	1	1		*	--
Solanaceae	*Cestrum dumetorum*	Patancan	--	12		12	--	*
Solanaceae	*Solanum rudepannum*	Berenjena	--	19	6	13	*	*
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo	--	11	11		*	--
Verbenaceae	*Lantana velutina*	Nigua	--	17	9	8	*	*
Verbenaceae	*Lippia sp.*	Hierba dulce	--	21	18	3	*	*
Verbenaceae	*Verbesina sp.*	Chimalaca flor amarilla	--	1		1	--	*

Las 93 especies identificadas se agrupan en 28 familias botánicas. La familia Fabaceae fue la mejor representada, con 22 especies registradas, constituyéndose como la familia con mayor riqueza específica tanto en el AP como en la RE. En contraste, la mayoría de las demás familias estuvieron representadas por una o pocas especies.

Respecto a la abundancia de individuos, en el AP la especie con mayor número de registros fue *Abutilon trisulcatum*, con 59 individuos, mientras que en la RE destacó *Clusia salvinii*, con 179 individuos registrados.

Del total de especies identificadas, 54 fueron compartidas entre ambas áreas. Adicionalmente, 14 especies fueron registradas exclusivamente en el AP, mientras que 25 especies se registraron únicamente en la RE, lo que evidencia una mayor riqueza florística en esta última área.

En la RE, la especie arbórea más abundante fue *Gliricidia sepium* con 45 individuos registrados. En el estrato arbustivo destacó *Clusia salvinii* con 79 individuos, mientras que *Opuntia dejecta* fue la especie de porte suculento más abundante registrada en la unidad de muestreo de cactáceas, con 25 individuos. En el estrato herbáceo, *Tragia* sp. presentó la mayor abundancia, con 67 individuos.

Por su parte, en el AP, la especie arbórea más abundante fue *Acacia macracantha* con 26 individuos. En el estrato arbustivo sobresalió *Abutilon trisulcatum* con 58 individuos, mientras que *Bromelia pinguin* fue la especie con mayor abundancia registrada en la unidad de muestreo destinada a cactáceas y especies de porte similar,

CONSULTA AL PÚBLICO

con 10 individuos. Finalmente, en el estrato herbáceo, *Salvia* sp. presentó la mayor abundancia, con 28 individuos.

De las especies registradas durante los muestreos de flora, únicamente *Handroanthus chrysanthus* se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Amenazada (A). Esta especie fue identificada tanto en el AP como en la RE. En consecuencia, durante las distintas etapas del Proyecto se implementarán medidas específicas para su protección y conservación, prestando especial atención a los individuos localizados dentro de las áreas susceptibles de intervención

F. Índices de diversidad

Con la información recabada en campo se realizó el análisis de la diversidad de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia presente tanto en el AP como en la RE, considerando por separado los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo. Para ello se estimaron los índices de riqueza específica, Shannon-Wiener, Pielou, Margalef y Simpson (*Anexo III.4)*, cuyos resultados se presentan en la *Tabla III-8*.

Tabla III-8. Índices de diversidad por estrato evaluado en el AP y RE

Estrato	Índice de diversidad	Parámetro	AP	RE	Análisis y conclusión de los resultados de los índices
Arbóreo	Riqueza	Total de especies identificados en el estrato	26	32	Se registraron 26 especies en el AP y 32 en la RE, lo que indica una riqueza florística ligeramente mayor en la RE.
	Shannon-Wiener (H')	<2 baja; 2.1-3.4 media; >3.4 alta	2.72	2.81	Los valores obtenidos indican una diversidad media en ambas áreas, sugiriendo comunidades arbóreas con una composición relativamente diversa y sin predominio excesivo de unas pocas especies.
	Pielou (J')	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.83	0.81	Los valores superiores a 0.80 reflejan una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas en ambas áreas.
	Margalef (DMg)	<2 baja; 2-5 media; >5 alta	5.22	6.25	La riqueza específica se clasifica como alta tanto en el AP como en la RE, evidenciando una composición arbórea diversa.
	Simpson (λ)	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.90	0.86	La diversidad alta registrada indica una baja dominancia ecológica y una adecuada representación de las especies presentes.
Arbustivo	Riqueza	Total de especies identificados en el estrato	37	38	Se registraron 37 especies en el AP y 38 en la RE, mostrando una riqueza florística muy similar entre ambas áreas.
	Shannon-Wiener (H')	<2 baja; 2.1-3.4 media; >3.4 alta	2.88	2.56	Los valores corresponden a una diversidad media, indicando comunidades arbustivas relativamente diversas.
	Pielou (J')	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.80	0.70	La elevada equidad observada indica que las abundancias de las especies se distribuyen de manera relativamente uniforme.
	Margalef (DMg)	<2 baja; 2-5 media; >5 alta	6.51	5.95	La riqueza específica alta refleja una importante diversidad de especies arbustivas en ambas áreas.
	Simpson (λ)	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.91	0.84	Los valores obtenidos muestran una diversidad alta y una baja dominancia de especies particulares.

CONSULTA AL PÚBLICO

Estrato	Índice de diversidad	Parámetro	AP	RE	Análisis y conclusión de los resultados de los índices
Cactáceas	Riqueza	Total de especies identificados en el estrato	3	3	Se identificaron tres especies de cactáceas tanto en el AP como en la RE.
	Shannon-Wiener (H')	<2 baja; 2.1-3.4 media; >3.4 alta	1.06	0.62	Los valores obtenidos corresponden a una diversidad baja, asociada principalmente al reducido número de especies registradas.
	Pielou (J')	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.97	0.56	En el AP la abundancia se distribuye homogéneamente entre las especies presentes; en la RE se observa una distribución menos uniforme, con cierta tendencia a la dominancia de algunas especies.
	Margalef (DMg)	<2 baja; 2-5 media; >5 alta	0.64	0.58	La riqueza específica es baja en ambas áreas debido al escaso número de especies registradas.
	Simpson (λ)	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.64	0.35	Los valores indican una diversidad media, particularmente en el AP, mientras que en la RE se aprecia una mayor dominancia relativa de alguna especie.
Herbáceas	Riqueza	Total de especies identificados en el estrato	25	32	Se registraron 25 especies en el AP y 32 en la RE, mostrando una mayor riqueza de especies herbáceas en la RE.
	Shannon-Wiener (H')	<2 baja; 2.1-3.4 media; >3.4 alta	2.73	2.36	Los valores indican una diversidad media en ambas áreas, característica de comunidades herbáceas con varias especies coexistiendo sin dominancias marcadas.
	Pielou (J')	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.85	0.68	La equidad alta observada indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas.
	Margalef (DMg)	<2 baja; 2-5 media; >5 alta	4.67	5.40	La riqueza específica es media en el AP y alta en la RE, sugiriendo una mayor complejidad florística de la comunidad herbácea en esta última.
	Simpson (λ)	<0.34 baja; 0.34-0.66 media; >0.67 alta	0.91	0.86	La diversidad alta observada indica una baja dominancia y una adecuada representación de las especies presentes en ambas áreas.

En el estrato arbóreo se registró una riqueza de 26 especies en el AP y 32 especies en la RE. Los índices de diversidad (Shannon-Wiener, Margalef y Simpson) indican una diversidad de media a alta en ambas áreas, con valores ligeramente superiores en la RE, lo que sugiere una mayor riqueza y complejidad florística respecto al AP.

Para el estrato arbustivo se identificaron 37 especies en el AP y 38 en la RE. Los resultados muestran una diversidad alfa media y una riqueza específica alta en ambas áreas, acompañadas de valores elevados de equidad, lo que indica una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas.

En el estrato de cactáceas se registraron tres especies tanto en el AP como en la RE. Los valores obtenidos reflejan una baja riqueza específica, atribuible al reducido número de especies presentes; sin embargo, la equidad registrada indica que las abundancias se distribuyen de manera relativamente uniforme, particularmente en el AP.

Finalmente, en el estrato herbáceo se identificaron 25 especies en el AP y 32 en la RE. Los índices calculados muestran una diversidad media en ambas áreas, con valores ligeramente superiores en la RE, lo que evidencia una mayor riqueza florística y una composición vegetal más diversa en comparación con el AP.

CONSULTA AL PÚBLICO

En términos generales, los resultados muestran que la RE presenta valores de riqueza y diversidad ligeramente superiores a los registrados en el AP, aunque ambos mantienen patrones similares de composición y estructura. Los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo presentan niveles de diversidad de medios a altos, así como una distribución relativamente homogénea de la abundancia entre especies. Por su parte, el estrato de cactáceas registró una menor riqueza y diversidad, asociada al reducido número de especies presentes en ambas áreas.

G. Índice de Valor de importancia

a. Índice de Valor de Importancia en el AP

En este apartado se presentan los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies registradas dentro del AP El IVI es un indicador estructural ampliamente utilizado en estudios de vegetación, ya que integra la densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa de cada especie, permitiendo identificar aquellas que desempeñan un papel más relevante dentro de la comunidad vegetal.

Este índice constituye una herramienta para evaluar la estructura y composición de la vegetación, al reflejar la contribución ecológica de cada especie en función de su abundancia, distribución y cobertura. En la *Tabla III-9* se presentan los valores de IVI calculados para las especies registradas en cada uno de los estratos evaluados dentro del AP.

Tabla III-9. Abundancia e IVI de las especies identificadas por estrato en el AP

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Arbóreo	*Vachellia macracantha*	26	50	21.10	0.17	6.66	0.31	8.70	36.45
	Guazuma ulmifolia	14	27	11.39	0.32	12.09	0.23	6.52	30.00
	Leucaena lanceolata	11	22	9.28	0.18	6.72	0.31	8.70	24.70
	Bursera simaruba	11	22	9.28	0.47	17.91	0.23	6.52	33.71
	Gliricidia sepium	10	20	8.44	0.14	5.45	0.23	6.52	20.41
	Maclura tinctoria	8	16	6.75	0.19	7.38	0.15	4.35	18.48
	Calliándra rubescens	5	10	4.22	0.11	4.03	0.31	8.70	16.94
	Heliocarpus pallidus	4	8	3.38	0.06	2.43	0.08	2.17	7.98
	Cordia alliodora	4	8	3.38	0.11	4.38	0.15	4.35	12.10
	Lysiloma acapulcense	4	8	3.38	0.04	1.58	0.15	4.35	9.30
	Chloroleucon mangense	3	6	2.53	0.03	1.21	0.15	4.35	8.09
	Ipomoea wolcottiana	3	6	2.53	0.02	0.70	0.08	2.17	5.40
	Handroanthus chrysanthus	2	4	1.69	0.33	12.60	0.15	4.35	18.64
	Piscidia piscipula	2	4	1.69	0.01	0.42	0.08	2.17	4.28
	Coutarea hexandra	2	4	1.69	0.01	0.57	0.08	2.17	4.43
	Thouinidium decandrum	1	2	0.84	0.01	0.21	0.08	2.17	3.23
	Croton sp.	1	2	0.84	0.01	0.21	0.08	2.17	3.23
	Eugenia capuli	1	2	0.84	0.01	0.28	0.08	2.17	3.30
	Senna atomaria	1	2	0.84	0.01	0.21	0.08	2.17	3.23
	Psidium oligospermum	1	2	0.84	0.01	0.24	0.08	2.17	3.26

CONSULTA AL PÚBLICO

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
	Euphorbia schlechtendalii	1	2	0.84	0.03	1.13	0.08	2.17	4.15
	Margaritaria nobilis	1	2	0.84	0.32	12.25	0.08	2.17	15.26
	Randia aculeata	1	2	0.84	0.01	0.21	0.08	2.17	3.23
	Diphysa carthagenensis	1	2	0.84	0.02	0.58	0.08	2.17	3.60
	Diospyros salicifolia	1	2	0.84	0.01	0.37	0.08	2.17	3.39
	Bauhinia pauletia	1	2	0.84	0.01	0.21	0.08	2.17	3.23
	Total	120	237	100	2.61	100	3.54	100	300
Arbustivo	*Abutilon trisulcatum*	58	4958	23.00	176.53	3.15	0.08	1.61	27.77
	Leucaena lanceolata	25	2137	9.92	934.95	16.68	0.38	8.06	34.66
	Bromelia pinguin	24	2052	9.52	1232.30	21.99	0.08	1.61	33.12
	Randia monanta	24	2052	9.52	447.23	7.98	0.46	9.68	27.18
	Ocimum sp.	13	1112	5.16	101.34	1.81	0.23	4.84	11.81
	Lantana hirta	11	941	4.37	86.51	1.54	0.08	1.61	7.52
	Condea verticillata	10	855	3.97	275.82	4.92	0.08	1.61	10.50
	Lysiloma acapulcense	10	855	3.97	255.96	4.57	0.15	3.23	11.76
	Lantana velutina	9	770	3.57	28.07	0.50	0.08	1.61	5.69
	Solanum rudepannum	6	513	2.38	149.87	2.67	0.08	1.61	6.67
	Coutarea hexandra	6	513	2.38	360.95	6.44	0.15	3.23	12.05
	Chloroleucon sp.	5	428	1.99	39.49	0.70	0.23	4.84	7.53
	Ipomoea wolcottiana	5	428	1.99	48.47	0.86	0.15	3.23	6.08
	Maclura tinctoria	4	342	1.59	268.51	4.79	0.15	3.23	9.60
	Calliandra rubescens	4	342	1.59	19.57	0.35	0.23	4.84	6.77
	Diospyros salicifolia	4	342	1.59	11.01	0.20	0.15	3.23	5.01
	Randia aculeata	3	257	1.19	158.32	2.83	0.08	1.61	5.63
	Hamelia patens	3	257	1.19	124.63	2.22	0.15	3.23	6.64
	Asclepias curassavica	2	171	0.79	123.73	2.21	0.08	1.61	4.61
	Ipomoea bracteata	2	171	0.79	51.19	0.91	0.15	3.23	4.93
	Gonolobus niger	2	171	0.79	1.34	0.02	0.08	1.61	2.43
	Acaciella angustissima	2	171	0.79	14.40	0.26	0.15	3.23	4.28
	Guazuma ulmifolia	2	171	0.79	108.75	1.94	0.15	3.23	5.96
	Piscidia piscipula	2	171	0.79	348.01	6.21	0.08	1.61	8.62
	Pseudobombax ellipticum	2	171	0.79	68.16	1.22	0.08	1.61	3.62
	Ximenia sp.	2	171	0.79	2.92	0.05	0.15	3.23	4.07
	Tetramerium nervosum	2	171	0.79	48.33	0.86	0.08	1.61	3.27
	Mikania sp.	1	86	0.40	1.22	0.02	0.08	1.61	2.03
	Amphilophium crucigerum	1	86	0.40	0.06	0.00	0.08	1.61	2.01
	Eugenia capuli	1	86	0.40	8.22	0.15	0.08	1.61	2.16
	Lasiacis divaricata	1	86	0.40	24.17	0.43	0.08	1.61	2.44
	Gliricidia sepium	1	86	0.40	2.69	0.05	0.08	1.61	2.06
	Vachellia cornigera	1	86	0.40	67.13	1.20	0.08	1.61	3.21
	Melochia pyramidata	1	86	0.40	2.42	0.04	0.08	1.61	2.06
	Vachellia macracantha	1	86	0.40	2.55	0.05	0.08	1.61	2.06
	Ehretia tinifolia	1	86	0.40	8.94	0.16	0.08	1.61	2.17
	Varronia macrocephala	1	86	0.40	0.24	0.00	0.08	1.61	2.02
	Total	*252*	*21553*	*100*	*5604.00*	*100*	*4.77*	*100*	*300*
Herbáceo	*Salvia sp.*	28	21539	16.47	82.05	5.75	0.31	9.30	31.52

CONSULTA AL PÚBLICO

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
	Tetramerium nervosum	21	16154	12.35	33.87	2.37	0.38	11.63	26.35
	Lippia sp.	18	13847	10.59	193.33	13.55	0.31	9.30	33.44
	Malva sp.	17	13077	10.00	81.03	5.68	0.15	4.65	20.33
	Ruellia sp.	17	13077	10.00	609.11	42.70	0.08	2.33	55.03
	Chamaecrista nictitans	12	9231	7.06	25.38	1.78	0.15	4.65	13.49
	Ipomoea bracteata	8	6154	4.71	5.11	0.36	0.15	4.65	9.71
	Tragia sp.	6	4616	3.53	13.05	0.91	0.23	6.98	11.42
	Desmodium tortuosum	5	3847	2.94	25.57	1.79	0.15	4.65	9.39
	Melochia pyramidata	5	3847	2.94	3.91	0.27	0.15	4.65	7.87
	Lasiacis divaricata	4	3077	2.35	14.51	1.02	0.08	2.33	5.70
	Randia aculeata	4	3077	2.35	2.17	0.15	0.08	2.33	4.83
	Cynodon dactylon	4	3077	2.35	6.66	0.47	0.15	4.65	7.47
	Crusea sp.	3	2308	1.76	5.48	0.38	0.08	2.33	4.47
	Megathyrsus maximus	3	2308	1.76	52.38	3.67	0.08	2.33	7.76
	Asclepias curassavica	2	1539	1.18	8.73	0.61	0.08	2.33	4.11
	Gonolobus niger	2	1539	1.18	34.92	2.45	0.08	2.33	5.95
	Commelina sp.	2	1539	1.18	17.40	1.22	0.08	2.33	4.72
	Elytraria imbricata	2	1539	1.18	13.96	0.98	0.08	2.33	4.48
	Dactyloctenium aegyptium	2	1539	1.18	148.02	10.38	0.08	2.33	13.88
	Ocimum sp.	1	770	0.59	7.31	0.51	0.08	2.33	3.43
	Centrosema sagittatum	1	770	0.59	1.51	0.11	0.08	2.33	3.02
	Paullinia tomentosa	1	770	0.59	15.47	1.08	0.08	2.33	4.00
	Abutilon trisulcatum	1	770	0.59	11.84	0.83	0.08	2.33	3.74
	Byttneria sp.	1	770	0.59	13.59	0.95	0.08	2.33	3.87
	Total	170	130781	100	1426.37	100	3.31	100	300
cactáceas y bromelias	*Acanthocereus tetragonus*	10	855	43.47	137.15	8.07	0.23	37.50	89.04
	Opuntia dejecta	8	684	34.77	875.57	51.53	0.31	50.00	136.31
	Bromelia pinguin	5	428	21.76	686.35	40.40	0.08	12.50	74.65
	Total		1967	100	1699.07	100	0.62	100	300

En el estrato arbóreo, *Vachellia macracantha* presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI=36.45), resultado de su elevada abundancia, frecuencia y amplia distribución dentro de los sitios de muestreo. También destacaron *Bursera simaruba* (IVI=33.71) y *Guazuma ulmifolia* (IVI=30.00), especies que forman parte importante de la estructura arbórea de la comunidad vegetal presente en el AP.

En el estrato arbustivo, la especie con mayor importancia ecológica fue *Leucaena lanceolata* (IVI=34.66), debido principalmente a su elevada dominancia y amplia distribución en los sitios evaluados. Asimismo, sobresalieron *Bromelia pinguin* (IVI=33.12), caracterizada por su cobertura relativa, y *Abutilon trisulcatum* (IVI=27.77), que registró la mayor abundancia de individuos dentro de este estrato.

Para el estrato herbáceo, *Ruellia sp*. presentó el mayor IVI (55.03), valor asociado principalmente a su elevada dominancia relativa. También destacaron *Lippia sp*. (IVI=33.44) y *Salvia sp*. (IVI=31.52), esta última con la mayor abundancia de individuos registrados dentro del estrato.

CONSULTA AL PÚBLICO

Finalmente, en el estrato de cactáceas y bromelias, *Opuntia dejecta* fue la especie con mayor importancia ecológica (IVI = 136.31), debido principalmente a sus altos valores de dominancia y frecuencia relativa. Le siguieron *Acanthocereus tetragonus* (IVI = 89.04) y *Bromelia pinguin* (IVI = 74.65). Estas tres especies constituyen la totalidad de los registros obtenidos para este estrato dentro del AP.

b. Índices de Valor de Importancia en la RE

Continuando con la estructura y composición de la vegetación, reflejando la contribución ecológica de cada especie en función de su abundancia, distribución y cobertura. En la *Tabla III-10* se presentan los valores de IVI calculados para las especies registradas en cada uno de los estratos evaluados dentro de la RE.

Tabla III-10. Abundancia e IVI de las especies identificadas por estrato en la RE

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Arbóreo	*Gliricidia sepium*	49	103	31.99	0.52	23.26	0.33	6.78	62.03
	Cestrum dumetorum	12	25	7.76	0.63	28.17	0.25	5.08	41.02
	Leucaena lanceolata	8	17	5.28	0.08	3.39	0.25	5.08	13.75
	Bursera simaruba	7	15	4.66	0.21	9.19	0.33	6.78	20.63
	Heliocarpus pallidus	6	13	4.04	0.10	4.37	0.33	6.78	15.18
	Spondias purpurea	6	13	4.04	0.04	1.57	0.08	1.69	7.30
	Vachellia macracantha	5	11	3.42	0.06	2.57	0.17	3.39	9.37
	Diphysa carthagenensis	5	11	3.42	0.03	1.22	0.17	3.39	8.03
	Senna atomaria	4	9	2.80	0.03	1.18	0.17	3.39	7.37
	Maclura tinctoria	4	9	2.80	0.11	4.98	0.25	5.08	12.86
	Chloroleucon mangense	4	9	2.80	0.06	2.66	0.33	6.78	12.24
	Guazuma ulmifolia	3	7	2.17	0.02	1.07	0.17	3.39	6.63
	Pseudobombax ellipticum	3	7	2.17	0.01	0.62	0.25	5.08	7.88
	Randia monanta	2	5	1.55	0.01	0.44	0.08	1.69	3.69
	Handroanthus chrysanthus	2	5	1.55	0.02	0.97	0.08	1.69	4.22
	Psidium oligospermum	2	5	1.55	0.02	0.82	0.08	1.69	4.07
	Vachellia farnesiana	2	5	1.55	0.02	0.82	0.08	1.69	4.07
	Ximenia sp.	2	5	1.55	0.02	0.71	0.17	3.39	5.66
	Euphorbia schlechtendalii	2	5	1.55	0.02	0.71	0.17	3.39	5.66
	Gymnopodium sp.	2	5	1.55	0.02	0.71	0.08	1.69	3.96
	Diospyros salicifolia	2	5	1.55	0.06	2.46	0.17	3.39	7.40
	Bursera cinerea	1	3	0.93	0.02	0.88	0.08	1.69	3.51
	Croton sp.	1	3	0.93	0.02	0.73	0.08	1.69	3.35
	Ficus sp.	1	3	0.93	0.02	0.73	0.08	1.69	3.35
	Hura polyandra	1	3	0.93	0.01	0.59	0.08	1.69	3.22
	Piscidia piscipula	1	3	0.93	0.00	0.18	0.08	1.69	2.81
	Vachellia pennatula	1	3	0.93	0.01	0.59	0.08	1.69	3.22
	Margaritaria nobilis	1	3	0.93	0.02	0.88	0.08	1.69	3.51

CONSULTA AL PÚBLICO

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
	Calliandra rubescens	1	3	0.93	0.01	0.26	0.08	1.69	2.89
	Ceiba aesculifolia	1	3	0.93	0.06	2.63	0.08	1.69	5.25
	Croton niveus	1	3	0.93	0.01	0.26	0.08	1.69	2.89
	Cordia alliodora	1	3	0.93	0.01	0.36	0.08	1.69	2.98
	Total	143	322	100	2.25	100	4.92	100	300
Arbusto	*Clusia salvinii*	179	16,575	35.72	572.99	7.02	0.17	2.47	45.21
	Ocimum sp.	50	4,630	9.98	463.42	5.68	0.08	1.23	16.89
	Leucaena lanceolata	35	3,241	6.98	949.31	11.64	0.50	7.41	26.03
	Malvaviscus arboreus	33	3,056	6.59	407.00	4.99	0.17	2.47	14.04
	Abutilon trisulcatum	26	2,408	5.19	17.00	0.21	0.33	4.94	10.34
	Condea verticillata	21	1,945	4.19	2306.87	28.27	0.25	3.70	36.17
	Salvia sp.	17	1,575	3.39	19.59	0.24	0.25	3.70	7.34
	Ipomoea wolcottiana	16	1,482	3.19	32.06	0.39	0.33	4.94	8.52
	Randia monanta	15	1,389	2.99	459.93	5.64	0.42	6.17	14.80
	Lysiloma acapulcense	15	1,389	2.99	97.96	1.20	0.42	6.17	10.37
	Solanum rudepannum	12	1,112	2.40	12.22	0.15	0.17	2.47	5.02
	Melochia pyramidata	12	1,112	2.40	28.14	0.34	0.25	3.70	6.44
	Varronia macrocephala	10	926	2.00	99.02	1.21	0.50	7.41	10.62
	Lantana velutina	8	741	1.60	89.34	1.10	0.33	4.94	7.63
	Gliricidia sepium	5	463	1.00	174.62	2.14	0.08	1.23	4.37
	Pseudobombax ellipticum	5	463	1.00	133.53	1.64	0.25	3.70	6.34
	Vachellia pennatula	4	371	0.80	480.32	5.89	0.17	2.47	9.16
	Gonolobus niger	3	278	0.60	36.67	0.45	0.08	1.23	2.28
	Amphilophium crucigerum	3	278	0.60	20.29	0.25	0.17	2.47	3.32
	Randia aculeata	3	278	0.60	331.85	4.07	0.17	2.47	7.14
	Euphorbia tithymaloides	3	278	0.60	152.11	1.86	0.17	2.47	4.93
	Diospyros salicifolia	3	278	0.60	22.11	0.27	0.17	2.47	3.34
	Chloroleucon sp.	2	186	0.40	2.27	0.03	0.08	1.23	1.66
	Croton sp.	2	186	0.40	3.06	0.04	0.08	1.23	1.67
	Bromelia pinguin	2	186	0.40	160.35	1.97	0.08	1.23	3.60
	Lasiacis divaricata	2	186	0.40	31.45	0.39	0.08	1.23	2.02
	Piscidia piscipula	2	186	0.40	19.11	0.23	0.08	1.23	1.87
	Hamelia patens	2	186	0.40	11.61	0.14	0.08	1.23	1.78
	Bauhinia pauletia	2	186	0.40	21.56	0.26	0.08	1.23	1.90
	Ipomoea bracteata	1	93	0.20	654.50	8.02	0.08	1.23	9.46
	Vachellia macracantha	1	93	0.20	225.26	2.76	0.08	1.23	4.20
	Acaciella angustissima	1	93	0.20	4.55	0.06	0.08	1.23	1.49
	Heliocarpus pallidus	1	93	0.20	1.64	0.02	0.08	1.23	1.46
	Ximenia sp.	1	93	0.20	0.80	0.01	0.08	1.23	1.44
	Paullinia tomentosa	1	93	0.20	79.41	0.97	0.08	1.23	2.41
	Stenocereus pruinosus	1	93	0.20	0.47	0.01	0.08	1.23	1.44

CONSULTA AL PÚBLICO

Estrato	Especie	Abundancia	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
			Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
	Gymnopodium sp.	1	93	0.20	18.18	0.22	0.08	1.23	1.66
	Cordia alliodora	1	93	0.20	18.18	0.22	0.08	1.23	1.66
	Total	501	46,407	100	8158.76	100	6.75	100	300
Herbáceo	*Tragia sp.*	67	55,834	21.47	257.08	16.98	0.67	14.04	52.49
	Chloroleucon sp.	64	53,334	20.51	262.35	17.33	0.42	8.77	46.61
	Ipomoea sp.	54	45,000	17.31	181.99	12.02	0.25	5.26	34.59
	Ruellia sp.	24	20,000	7.69	78.81	5.20	0.33	7.02	19.91
	Tetramerium nervosum	23	19,167	7.37	339.69	22.43	0.42	8.77	38.58
	Fridericia patellifera	22	18,334	7.05	51.84	3.42	0.08	1.75	12.23
	Phaseolus dumosus	11	9,167	3.53	10.25	0.68	0.25	5.26	9.47
	Salvia sp.	6	5,000	1.92	8.55	0.56	0.25	5.26	7.75
	Rhynchosia minima	5	4,167	1.60	12.58	0.83	0.08	1.75	4.19
	Crusea sp.	4	3,334	1.28	2.36	0.16	0.08	1.75	3.19
	Hyptis suaveolens	4	3,334	1.28	2.77	0.18	0.08	1.75	3.22
	Gonolobus niger	3	2,500	0.96	10.56	0.70	0.25	5.26	6.92
	Lippia sp.	3	2,500	0.96	5.59	0.37	0.08	1.75	3.08
	Melampodium divaricatum	3	2,500	0.96	26.73	1.76	0.08	1.75	4.48
	Dactyloctenium aegyptium	3	2,500	0.96	209.53	13.84	0.17	3.51	18.31
	Serjania racemosa	2	1,667	0.64	1.60	0.11	0.17	3.51	4.26
	Centrosema virginianum	2	1,667	0.64	3.27	0.22	0.17	3.51	4.37
	Centrosema sagittatum	2	1,667	0.64	4.33	0.29	0.08	1.75	2.68
	Justicia sp.	2	1,667	0.64	13.09	0.86	0.17	3.51	5.01
	Ipomoea bracteata	1	834	0.32	2.36	0.16	0.08	1.75	2.23
	Solanum rudepannum	1	834	0.32	7.92	0.52	0.08	1.75	2.60
	Croton sp.	1	834	0.32	1.05	0.07	0.08	1.75	2.14
	Lasiacis divaricata	1	834	0.32	2.36	0.16	0.08	1.75	2.23
	Verbesina sp.	1	834	0.32	0.80	0.05	0.08	1.75	2.13
	Commelina sp.	1	834	0.32	3.68	0.24	0.08	1.75	2.32
	Stylosanthes guianensis	1	834	0.32	6.54	0.43	0.08	1.75	2.51
	Cynodon dactylon	1	834	0.32	6.54	0.43	0.08	1.75	2.51
	Total	*312*	*260,011*	*100*	*1514.21*	*100*	*4.75*	*100*	*300*
Cactáceas y bromelias	*Opuntia dejecta*	25	2,137	78.11	1445.15	97.13	0.31	44.44	219.68
	Acanthocereus tetragonus	6	513	18.75	41.89	2.82	0.31	44.44	66.01
	Stenocereus pruinosus	1	86	3.14	0.81	0.05	0.08	11.11	14.31
	Total	32	2,736	100	1487.85	100	0.69	100	300

CONSULTA AL PÚBLICO

En el estrato arbóreo, la especie con mayor IVI fue *Gliricidia sepium* (IVI = 62.03), siendo además la especie más abundante del estrato con 49 individuos registrados. También destacó *Cestrum dumetorum* (IVI = 41.02), cuya importancia ecológica se relaciona principalmente con su elevada dominancia, a pesar de presentar una abundancia considerablemente menor (12 individuos). Otras especies relevantes fueron *Bursera simaruba* (IVI

= 20.63) y *Heliocarpus pallidus* (IVI = 15.18), las cuales presentaron una distribución relativamente amplia dentro de los sitios de muestreo.

En el estrato arbustivo, *Clusia salvinii* presentó el mayor IVI (45.21), siendo también la especie más abundante del estrato, con 179 individuos registrados, equivalentes al 35.72 % de la abundancia total. Asimismo, destacó *Condea verticillata* (IVI = 36.17), cuya elevada importancia se asocia principalmente con su alta dominancia relativa.

En el estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Tragia* sp. (IVI = 52.49), la cual también registró la mayor abundancia con 67 individuos. Le siguieron *Chloroleucon* sp. (IVI = 46.61) y *Tetramerium nervosum* (IVI = 38.58). La primera destacó principalmente por su densidad relativa, mientras que la segunda presentó los valores más altos de dominancia relativa dentro del estrato.

Finalmente, en el estrato de cactáceas y bromelias únicamente se registraron tres especies, todas pertenecientes a la familia Cactaceae. Dentro de este estrato, *Opuntia dejecta* presentó el mayor valor de importancia (IVI = 219.68), concentrando además la mayor abundancia (25 individuos), frecuencia y dominancia relativa. En menor medida destacaron *Acanthocereus tetragonus* (IVI = 66.01; 6 individuos) y *Stenocereus pruinosus* (IVI = 14.31; 1 individuo), cuya contribución estructural fue considerablemente menor dentro de la comunidad.

H. Curvas de acumulación de especies

En este apartado se evalúa la suficiencia del esfuerzo de muestreo realizado en el AP y la RE para caracterizar la riqueza florística presente en ambas áreas. Para ello, se comparó la riqueza observada con la riqueza estimada mediante modelos no paramétricos de abundancia e incidencia, calculando además el número potencial de especies faltantes y el porcentaje de completitud del inventario (*Anexo III.5)*.

En la *Tabla III-11* se presentan los valores obtenidos para el AP.

Tabla III-11. Riqueza identificada, faltante y porcentaje de completitud para el muestreo en el AP

Conceptos	Riqueza observada S(est)	Abundancia		Incidencia		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	Chao 2	Jack 1
Riqueza	68	80.8	81.31	80.66	87.72	94.77
Riqueza faltante		12.80	13.31	12.66	19.72	26.77
Completitud		84.2%	83.6%	84.3%	77.5%	71.8%

En el AP se registraron 68 especies de flora a partir de 13 sitios de muestreo. Entre los estimadores basados en abundancia, ACE presentó la mayor completitud (84.2 %), estimando una riqueza potencial de 80.8 especies y 12.8 especies adicionales por registrar. Por su parte, Chao 1 mostró resultados similares, con una completitud de 83.6 %. Respecto a los estimadores de incidencia, Bootstrap fue el que presentó la estimación

CONSULTA AL PÚBLICO

más cercana a la riqueza observada, con una completitud de 84.3 % y una riqueza estimada de 80.66 especies. Los estimadores Chao 2 y Jackknife 1 proyectaron una riqueza potencial mayor, sugiriendo la posible presencia de especies poco frecuentes o de distribución restringida que no fueron detectadas durante el trabajo de campo.

La *Figura III-13* muestra el comportamiento de las curvas de acumulación de especies para el AP. Se observa una tendencia hacia la estabilización conforme aumenta el número de sitios muestreados, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para registrar la mayor parte de la riqueza florística presente en el área.

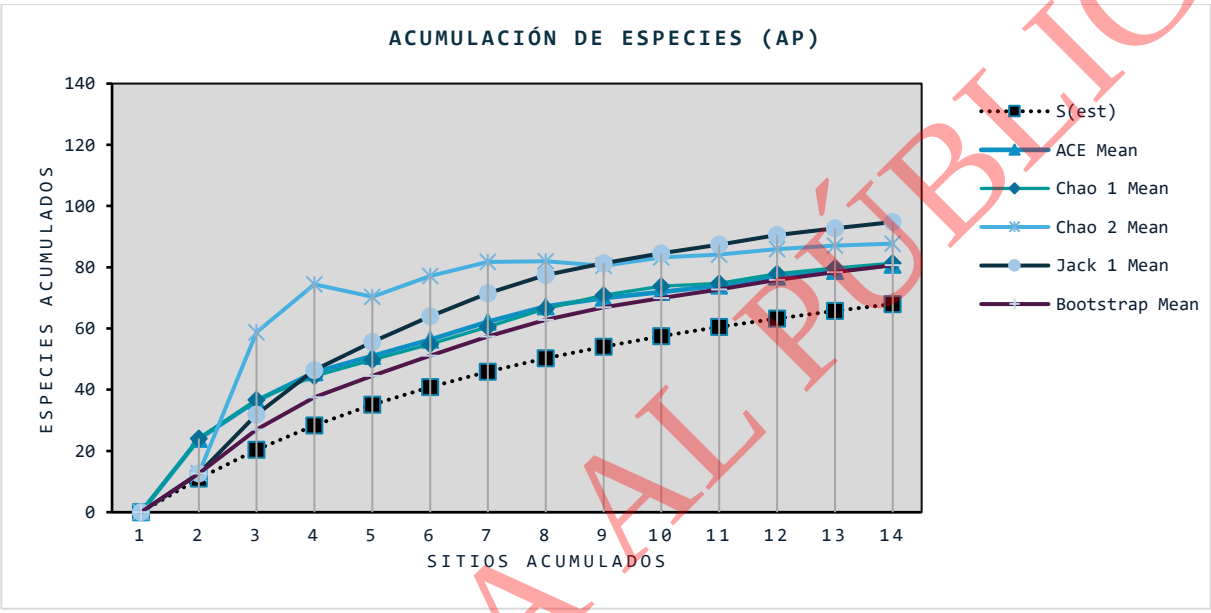


Figura III-13. Curva de acumulación de especies identificadas en el AP, con estimadores de abundancia e incidencia

Para la RE, los resultados obtenidos de la acumulación de especies se presentan en la *Tabla III-12*.

Tabla III-12. Riqueza identificada, faltante y porcentaje de completitud para el muestreo en la RE

Conceptos	Riqueza observada S(est)	Abundancia		Incidencia		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	Chao 2	Jack 1
Riqueza	79	86.39	84.19	92.19	97.99	106.5
Riqueza faltante		7.39	5.19	13.19	18.99	27.50
Completitud		91.4%	93.8%	85.7%	80.6%	74.2%

En la RE se registraron 79 especies de flora mediante 12 sitios de muestreo. Entre los estimadores de abundancia, Chao 1 presentó el mayor porcentaje de completitud (93.8 %), estimando una riqueza potencial de 84.19 especies y únicamente 5.19 especies adicionales por registrar. De manera similar, ACE mostró una completitud de 91.4 %, lo que confirma una alta representatividad del inventario realizado.

En cuanto a los estimadores de incidencia, Bootstrap presentó nuevamente la estimación más cercana a la riqueza observada, con una completitud de 85.7 % y una riqueza estimada de 92.19 especies. Los estimadores

CONSULTA AL PÚBLICO

Chao 2 y Jackknife 1 proyectaron valores superiores, lo que sugiere la posible existencia de especies raras o con baja frecuencia de ocurrencia dentro del área evaluada.

La *Figura III-14* muestra que las curvas de acumulación presentan una clara tendencia a la estabilización, acercándose a una asíntota conforme aumenta el esfuerzo de muestreo. Este comportamiento indica que el inventario realizado logró capturar una proporción alta de la riqueza florística presente en la RE.

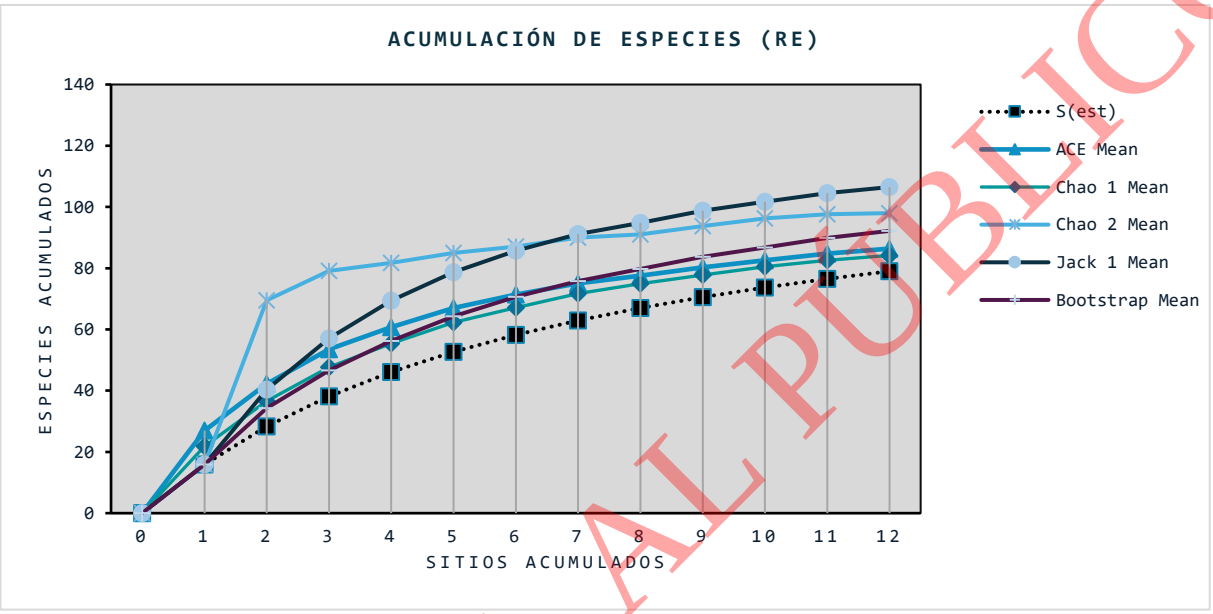


Figura III-14. Curva de acumulación de especies identificadas en la RE, con estimadores de abundancia e incidencia

En términos generales, los estimadores basados en abundancia presentaron los mayores porcentajes de completitud tanto en el AP como en la RE, sugiriendo una adecuada representatividad de los inventarios realizados. Asimismo, el comportamiento de las curvas de acumulación evidencia que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la composición florística de ambas áreas.

Los resultados también muestran una mayor riqueza florística en la RE (79 especies) respecto al AP (68 especies), aun cuando el número de sitios de muestreo fue similar entre ambas áreas. Esta diferencia podría estar asociada a condiciones de conservación más favorables y a una menor perturbación de la vegetación en la RE, factores que generalmente favorecen una mayor diversidad de especies.

III.3.2.2. Fauna

III.3.2.2.1. Listado de fauna con distribución potencial en la RE

Previo a las actividades de monitoreo fauna se elaboró un listado de las especies con potencial distribución dentro de la RE con el objetivo de contar con una línea base sobre la diversidad de especies que se pueden encontrar en la zona. Dicha lista se realizó consultando distintas plataformas como: iNaturaLIst México, eBird,

CONSULTA AL PUBLICO

The Cornell Ornithology Laboratory, AvesMX, EnciclоVida, la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB), IUCN Red List of Threatened Species, Amphibian Species of the World, The reptil data base, Mammal Diversity Database, así mismo se enriqueció el listado a través de la revisión de inventarios elaborados en sitios RAMSAR como el Sistema de Lagunas Interdunarias de La Ciudad de Veracruz, en sitios de manglares con relevancia biológica como Arroyo Moreno y Mandinga; y en el AICA 150 Centro de Veracruz. Finalmente se revisaron estudios especializados para cada grupo de fauna a nivel nacional y a nivel estatal (Silva & Wilson, 2021; Torres-Hernández et al., 2021; Ceballos & Olivia, 2005).

En el *Anexo III.6* se presenta el listado de especies de fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), recopilado a partir de fuentes bibliográficas, se presenta con los siguientes datos: clase, orden, familia, género, especie, sinonimia, nombre común, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus en la Lista Roja de la IUCN, Apéndices de la CITES y distribución, considerando especies endémicas, y en el caso de las aves, las migratorias, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB MX). Este listado sirve como base para que, a partir del trabajo de campo, se pueda evaluar la presencia o ausencia de las especies, obteniendo de esta manera un diagnóstico con mayor precisión del área del Proyecto.

Se registraron un total de 631 especies con distribución potencial en la RE, divididas en 40 órdenes y 125 familias. De los cuatro grupos faunísticos, el de mayor número de especies con distribución son las aves con 445, seguidas de los reptiles con 93 especies, mamíferos con 52 y los anfibios con 41 especies. Del total, 122 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Tabla III-13*).

Tabla III-13 Especies con distribución potencial en la RE por grupo faunístico

Grupo faunístico	Órdenes	Familias	Número de especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	26	70	448	67
Reptiles	3	24	93	35
Mamíferos	9	21	54	6
Anfibios	3	11	41	15
Total	40	125	631	122

A. Aves

El grupo de aves comprende 448 especies con distribución potencial en la RE, agrupadas en 26 órdenes y 70 familias. De estas, 67 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La familia más representativa es Parulidae (reinitas, chipes y bijiritas), con 40 especies (11.3 %), seguida por Tyrannidae (37), Accipitridae (27) y Scolopacidae (26). En la *Figura III-15* se muestra el porcentaje de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE.

CONSULTA AL PÚBLICO

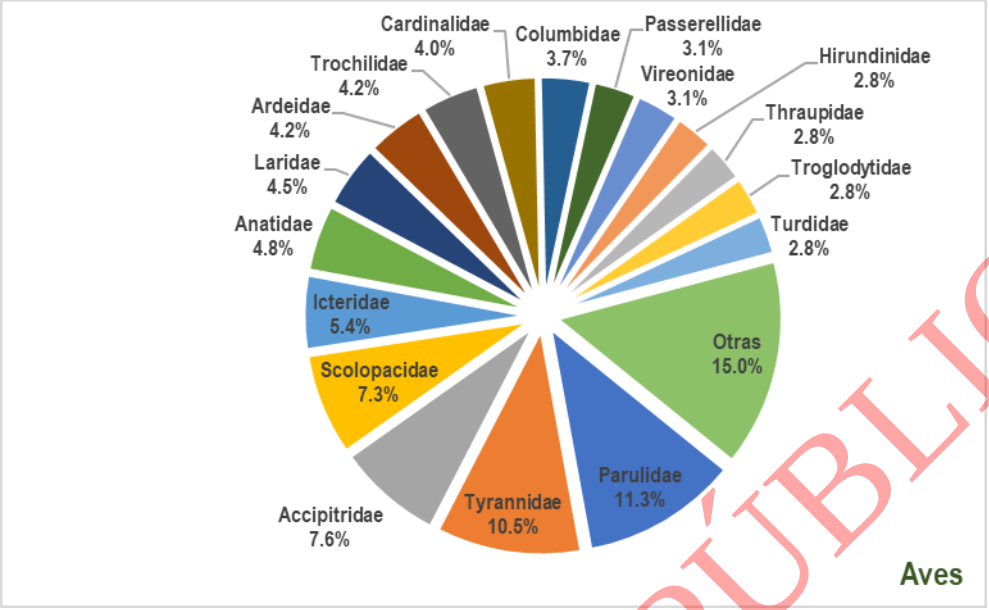


Figura III-15. Distribución porcentual de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE

En contraste, durante el muestreo de campo se identificaron 88 especies, pertenecientes a 17 órdenes y 36 familias. Las familias con mayor diversidad fueron Tyrannidae con 11 especies e Icteridae con 10 especies. Todas las especies identificadas se encuentran incluidas en el listado potencial, representando el 19.64 % de coincidencia con respecto a las especies potenciales. Es preciso mencionar que el listado potencial se elaboró considerando especies que se pueden registrar en las distintas temporadas del año, así como especies raras en la región.

Del total de las especies registradas, ocho se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la especie *Amazona autumnalis* (Loro Cachetes Amarillos) bajo la categoría Amenazada (A), las otras siete especies en encuentran en la categoría de Sujeta a protección especial (Pr).

B. Mamíferos

Para los mamíferos, se identificaron 54 especies con distribución potencial en la RE, distribuidas en 9 órdenes y 21 familias. Seis de estas especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La familia más diversa es Phyllostomidae (murciélagos con hoja nasal), con 13 especies (24 %), seguida por Cricetidae (ratas campestres y ratones de las américas) con ocho especies y Didelphidae (Tlacuaches) con cinco especies. En la *Figura III-16* se ilustra la distribución porcentual de especies de mamíferos por familia.

CONSULTA AL PÚBLICO

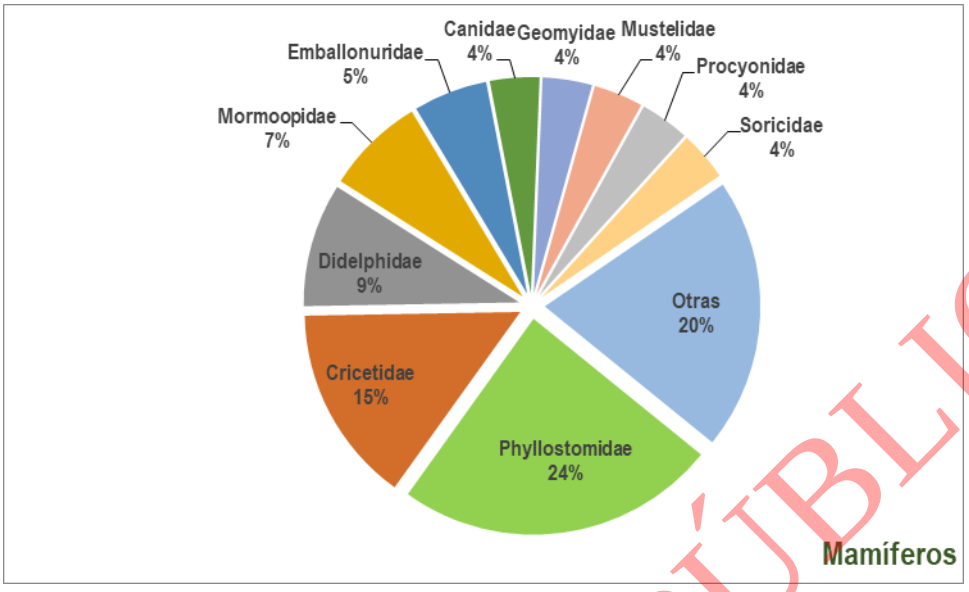


Figura III-16 Distribución porcentual de especies de mamíferos por familia con distribución potencial en la RE

Durante el muestreo de campo se identificaron 11 especies, correspondientes a ocho familias y seis órdenes. Ninguna de ellas se encuentra bajo categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las familias más representadas fueron Cricetidae con tres especies y Canidae con dos especies. Todas las especies identificadas durante los muestreos se encuentran incluidas en el listado potencial previamente elaborado, representando el 20.37 % de coincidencia con respecto a las especies potenciales. Cabe mencionar que el listado potencial se considera especies que se pueden registrar de forma rara en la región, así como especies cripticas o con hábitos fosoriales lo cual dificulta su registro.

C. Anfibios

Se identificaron 41 especies de anfibios con distribución potencial en la RE, pertenecientes a 11 familias. La familia más representativa fue Hylidae (ranas arborícolas), con 12 especies (29 %), seguida por Bufonidae (sapos) con seis especies (15 %) y Plethodontidae (salamandras) con cinco especies (12 %). Del total, 15 especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la *Figura III-17* se observa la distribución porcentual de las especies por familia.

CONSULTA AL PÚBLICO

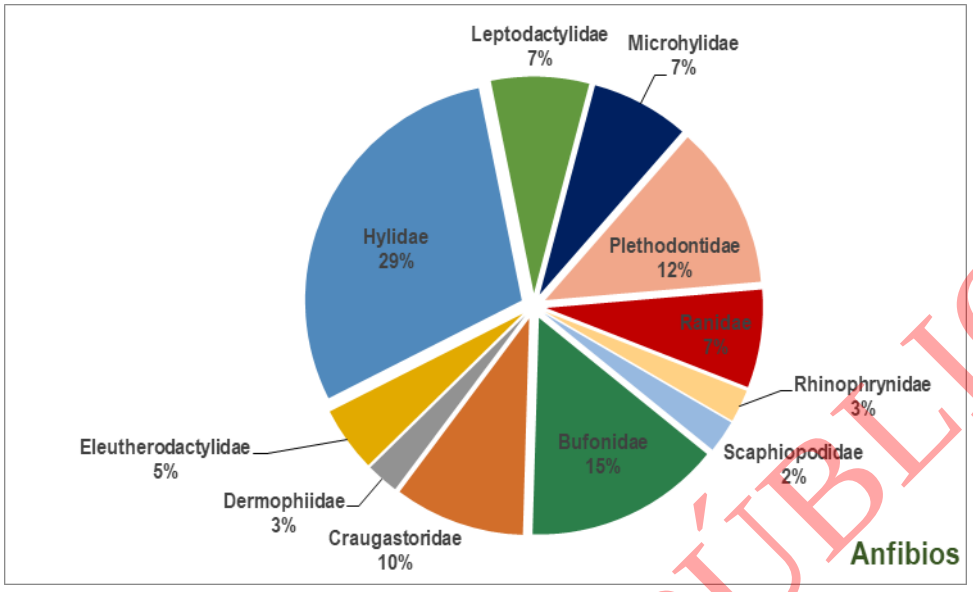


Figura III-17 Distribución porcentual de especies de anfibios por familia con distribución potencial en la RE

Durante el muestreo de campo se identificó solamente a la Ranita túngara (*Engystomops pustulosus*), misma que fue previamente identificada durante la elaboración del listado potencial. Dicha especie no se encuentra registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe mencionar que la importancia de presencia de cuerpos de agua, hábitos principalmente nocturnos, la preferencia de hábitats con poca perturbación, así como relación de la abundancia con la temporada de lluvias, se encuentran relacionados a la probabilidad de aumentar el número de registros de anfibios durante los muestreos.

a. Reptiles

Se registraron 41 especies de reptiles con distribución potencial en la RE, agrupadas en tres órdenes y 24 familias. La familia más diversa es Colubridae (culebras), con 19 especies (20 %), seguida por Dipsadidae (culebras), con 15 especies (16 %) y Phrynosomatidae (lagartijas espinosas y camaleones), con ocho especies (9 %). En la *Figura III-18* se observa la distribución de todas las familias. De estas, 35 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA AL PÚBLICO

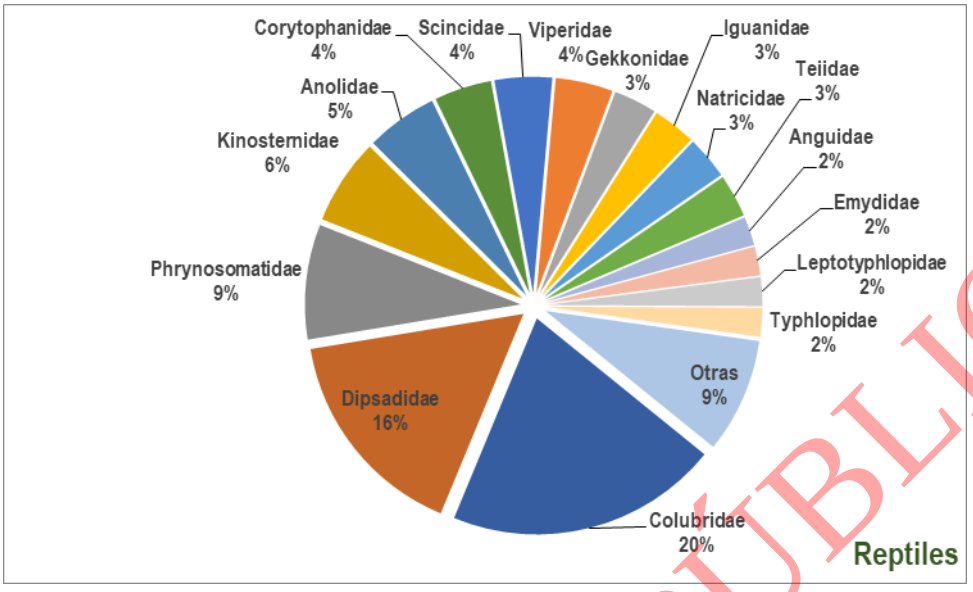


Figura III-18 Distribución porcentual de especies de reptiles por familia con distribución potencial en la RE

Durante los trabajos de campo se identificaron siete especies de reptiles, todas previamente registradas durante la elaboración del listado potencial y coincidiendo en un 17.07 % con respecto a las especies que se pueden registrar en la región.

III.3.2.2.2. Metodología de muestreo

La fauna silvestre tiende a desplazarse entre diferentes ecosistemas en función de la temporalidad y las condiciones del hábitat, en busca de refugio y alimento. Dicha movilidad dificulta la obtención de datos precisos sobre su distribución y riqueza en áreas extensas, como la superficie que conforma a la RE. Sin embargo, existen diversas estrategias y métodos que permiten caracterizar la composición faunística de los ecosistemas de interés.

Con el objetivo de determinar la fauna silvestre presente tanto en la RE como en el AP, se emplearon distintos métodos de monitoreo adaptados a los principales grupos faunísticos terrestres: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El monitoreo de los vertebrados terrestres resulta ser una herramienta útil para la evaluación de la calidad del hábitat, fungiendo como bioindicadores de las condiciones ecológicas de los ecosistemas, así como en la participación activa en diversos procesos ecológicos dentro de las comunidades.

A. Sitios de muestreo

Para la planeación del muestreo faunístico dentro del RE y el AP, se consideraron múltiples elementos que ofrecieran una visión integral de las condiciones ecológicas del área de estudio. Se emplearon imágenes satelitales recientes para identificar los distintos tipos de vegetación, usos del suelo y la localización de cuerpos de agua. En ambas áreas de estudio (RE y AP), se identificaron superficies extensas destinadas a actividades

CONSULTA AL PÚBLICO

agrícolas y de pastoreo, que han generado una transformación significativa del paisaje y una alteración en la estructura de las comunidades de fauna silvestre presentes en la región.

La determinación de la diversidad de los distintos grupos faunísticos se llevó a cabo mediante técnicas de monitoreo especializadas cada uno de los grupos de interés (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El método principal fue el de registro por encuentros visuales (REV), el cual resulta eficaz para estimar la composición de especies, abundancia relativa, asociaciones con el hábitat y niveles de actividad (Lips y Reaser, 1999). Mientras que la identificación de los organismos observados (ya sea a través de fotografías, huellas o rastros) se realizó con apoyo de guías de campo especializadas y claves de identificación, tales como Álvarez *et al.,* (2004), Aranda (2005, 2012) y Ceballos y Miranda (2000).

La selección de los sitios de muestreo se realizó a partir del análisis de imágenes satelitales generadas durante el mes de abril de 2026, priorizando áreas con vegetación nativa, ecotonos, cuerpos de agua y distintos grados de conservación. Así mismo, se consideraron coberturas con características similares en la RE y en el AP con el objetivo de obtener una adecuada comparación de la diversidad en ambas áreas de estudio. Una vez definidos los sitios, se programaron visitas de campo para realizar el monitoreo de los distintos grupos faunísticos.

El muestreo se realizó del 08 al 12 de mayo de 2026, correspondiente con el final de la temporada seca.

a. Mamíferos

Para el monitoreo del grupo de mamíferos se colocaron cámaras trampa y se realizó la búsqueda de huellas y rastros en transectos. Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente usados para estimar la diversidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre (Buckland *et al*., 2015) debido a que son métodos económicos, fáciles y estadísticamente robustos, los cuales estiman la densidad y/o la abundancia relativa.

Muestreo por transectos

De manera indirecta, se realizó la búsqueda de rastros como rascaderos, echaderos, madrigueras, huellas, excretas, pelo o cualquier tipo de rastro con el fin de identificar a los mamíferos presentes en la zona. En la mayoría de los casos, estos rastros permiten identificar a los organismos hasta el nivel de especie.

En el caso de las huellas, se consideraron características como el tamaño y la forma. Para las excretas, se consideró el tamaño, color, forma, constitución, presencia de fragmentos de hueso o pelo, y si el contenido está compuesto por material vegetal, animal o una combinación de ambos (Aranda, 2000). Otros rastros incluyen marcas de garras en los árboles, rascaderos en el suelo (Shaw, 1990; Aranda, 2000), así como madrigueras, que pueden corresponder a especies como armadillos y tejones (Aranda, 2000; Arteaga y Martins, 2008). Durante los recorridos se obtuvo un registro fotográfico de los rastros que se encontraron, para posteriormente ser identificados a nivel de especie (*Figura III-19*). Durante el recorrido de cada transecto se tomaron las coordenadas de cada uno de los registros obtenidos.

CONSULTA AL PÚBLICO



Figura III-19 A) Búsqueda bajo piedras, troncos, arbustos, B) Registro de rastros durante los recorridos, C) y D) Toma de medidas de rastros de mamíferos encontrados durante los recorridos

De esta manera, para registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande se localizaron 20 transectos con una longitud de 250 metros de longitud y seis metros de ancho, de los cuales 10 se ubicaron dentro de la RE y 10 dentro del AP. La elección preliminar de los transectos se definió a partir del análisis visual de imágenes satelitales recientes identificando áreas con cobertura vegetal de los tipos de vegetación de interés, así como la localización de cuerpos de agua. Durante la visita de campo se confirmaron y, de ser necesario, se corrigieron, los transectos preliminares corroborando la presencia de cobertura vegetal y cuerpos de agua, así como la autorización de accesos por parte de los propietarios. En la *Tabla III-14* se presentan las coordenadas de los vértices de cada transecto y en la *Figura III-20* la distribución espacial.

Tabla III-14. Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de mamíferos, en AP y RE

Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y				X	Y	
T01	1	757361	2116076	AP	T11	1	758070	2115396	RE
T01	2	757223	2116252	AP	T11	2	758203	2115227	RE

CONSULTA AL PÚBLICO

Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y				X	Y	
T02	1	756521	2116218	AP	T12	1	758808	2114839	RE
T02	2	756244	2116208	AP	T12	2	759012	2114931	RE
T03	1	756210	2115913	AP	T13	1	759771	2114238	RE
T03	2	756131	2115783	AP	T13	2	759617	2114196	RE
T04	1	756182	2116846	AP	T14	1	759233	2114239	RE
T04	2	756318	2116937	AP	T14	2	759386	2113982	RE
T05	1	757104	2116559	AP	T15	1	759581	2115979	RE
T05	2	756899	2116560	AP	T15	2	759581	2115647	RE
T06	1	757313	2116688	AP	T16	1	759015	2116025	RE
T06	2	757515	2116862	AP	T16	2	759026	2116290	RE
T07	1	760035	2117263	AP	T17	1	758197	2114461	RE
T07	2	760007	2117009	AP	T17	2	757937	2114355	RE
T08	1	759102	2116886	AP	T18	1	758125	2114872	RE
T08	2	759113	2117054	AP	T18	2	758067	2115177	RE
T09	1	757501	2115848	AP	T19	1	757813	2116315	RE
T09	2	757251	2115852	AP	T19	2	758057	2116355	RE
T10	1	757592	2115526	AP	T20	1	758445	2115702	RE
T10	2	757552	2115232	AP	T20	2	758224	2115924	RE

[1]Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.

CONSU A AL PÚBLICO

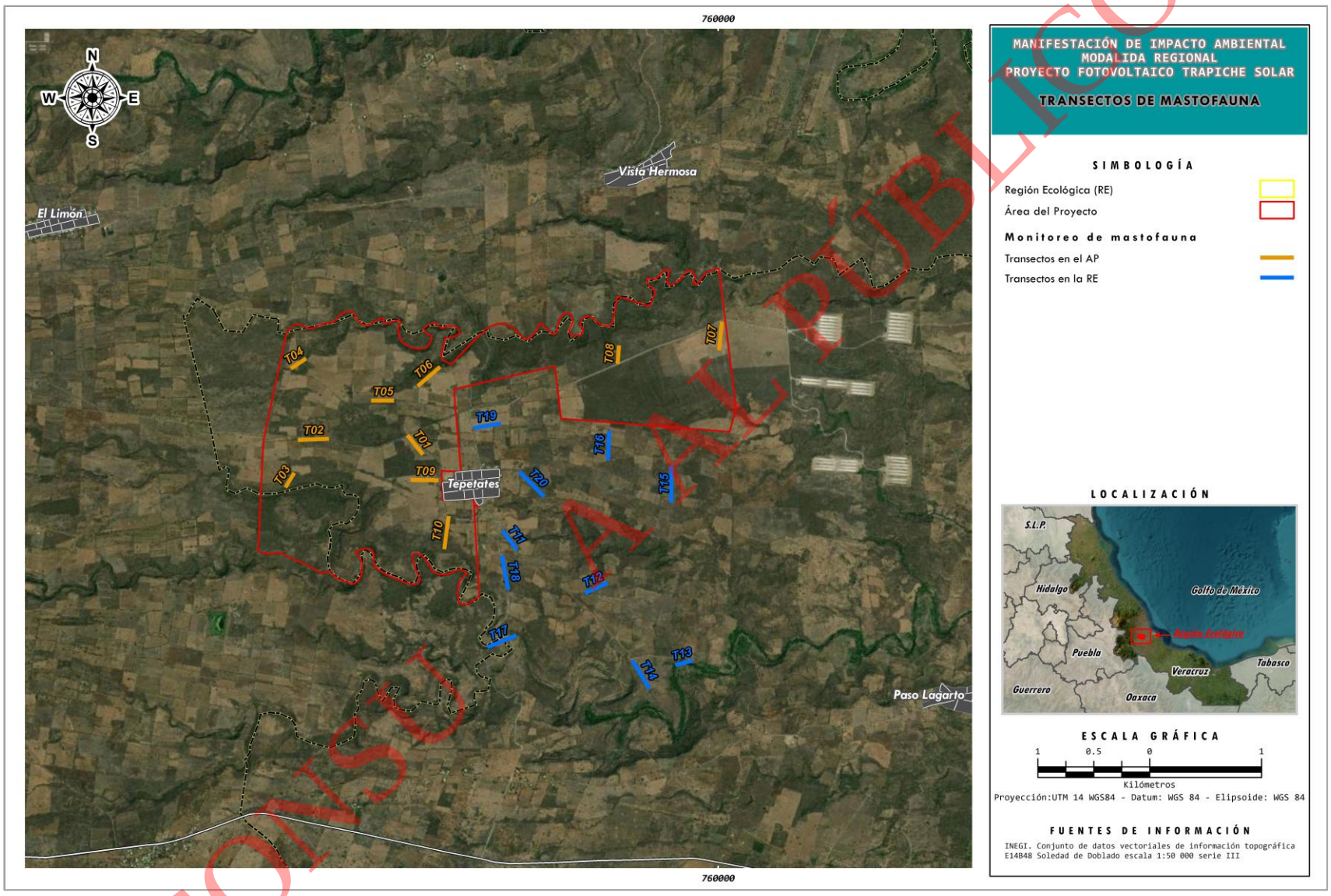


Figura III-20. Monitoreo de mastofauna mediante transectos

CONSULTA AL PÚBLICO

Muestreo mediante fototrampeo

El uso de cámaras trampa resulta ser un método no invasivo que permite la observación de especies con un esfuerzo relativamente bajo (Rowcliffe *et al*., 2008). La información obtenida a través de este método se utiliza para describir la abundancia relativa de las especies (Silver *et al*., 2004; Marnewick *et al.*, 2008), el uso del hábitat (Head *et al*., 2012), los patrones de actividad (Michalski y Norris, 2011; Rowcliffe *et al*., 2014) y las dinámicas poblacionales (Varma *et al.,* 2006), entre otros aspectos ecológicos relevantes para la conservación.

El método consiste en colocar cámaras que se activan mediante sensores de movimiento. Al pasar un organismo frente al sensor, este lo detecta y activa la cámara, que captura una fotografía, un video o ambos, según la configuración establecida. Las cámaras deben colocarse a una altura de entre 30 y 60 cm sobre el suelo, generalmente sujetas al tronco de un árbol. La distancia entre la cámara y el objetivo debe estar entre 70 y 120 cm para obtener imágenes de buena calidad (*Figura III-21*).

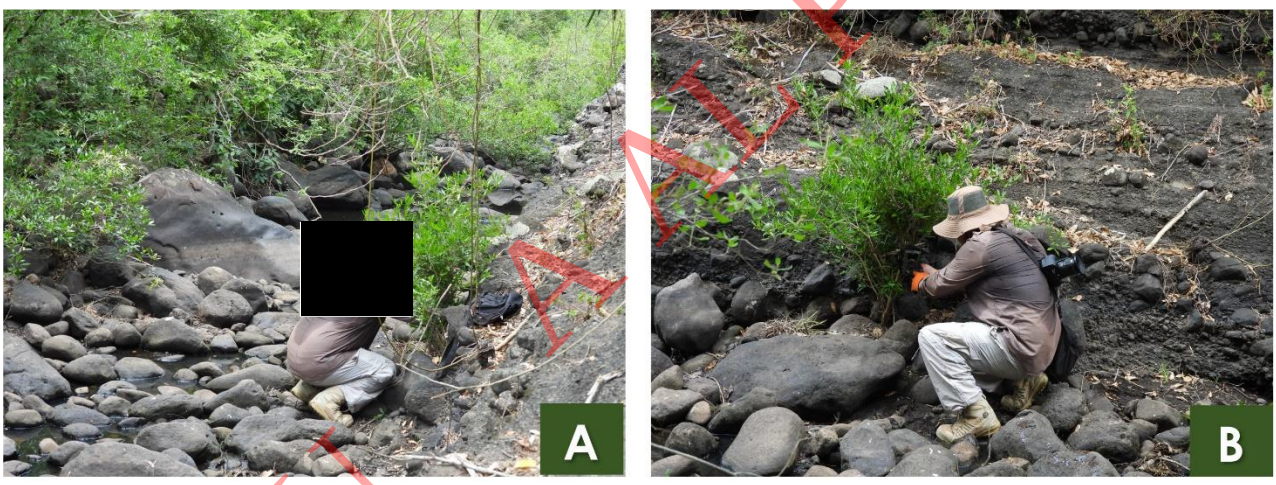


Figura III-21. Método de fototrampeo. A) Ubicación de sitio idóneo para instalación de fototrampa, y B) Limpieza del sitio, quitando o eliminando obstáculos visuales como ramas y programación de fototrampa

En total se instalaron cuatro fototrampas, dos dentro del AP y dos en el RE, mismas que fueron ubicadas cerca de cuerpos de agua, senderos de fauna o sitios en dónde se detectó la presencia de mamíferos. En la *Tabla III-15* se presentan las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo, y en la *Figura III-22* se ilustra su distribución espacial tanto en la RE como en el AP.

Tabla III-15. Coordenadas de la ubicación de las fototrampas para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE

Sitio	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Coordenadas[1]		Ubicación
	X	Y			X	Y	
FT01	756124	2115787	AP	FT03	759019	2114930	RE
FT02	756251	2116811	AP	FT04	758243	2115340	RE

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

CONSULTA AL PÚBLICO

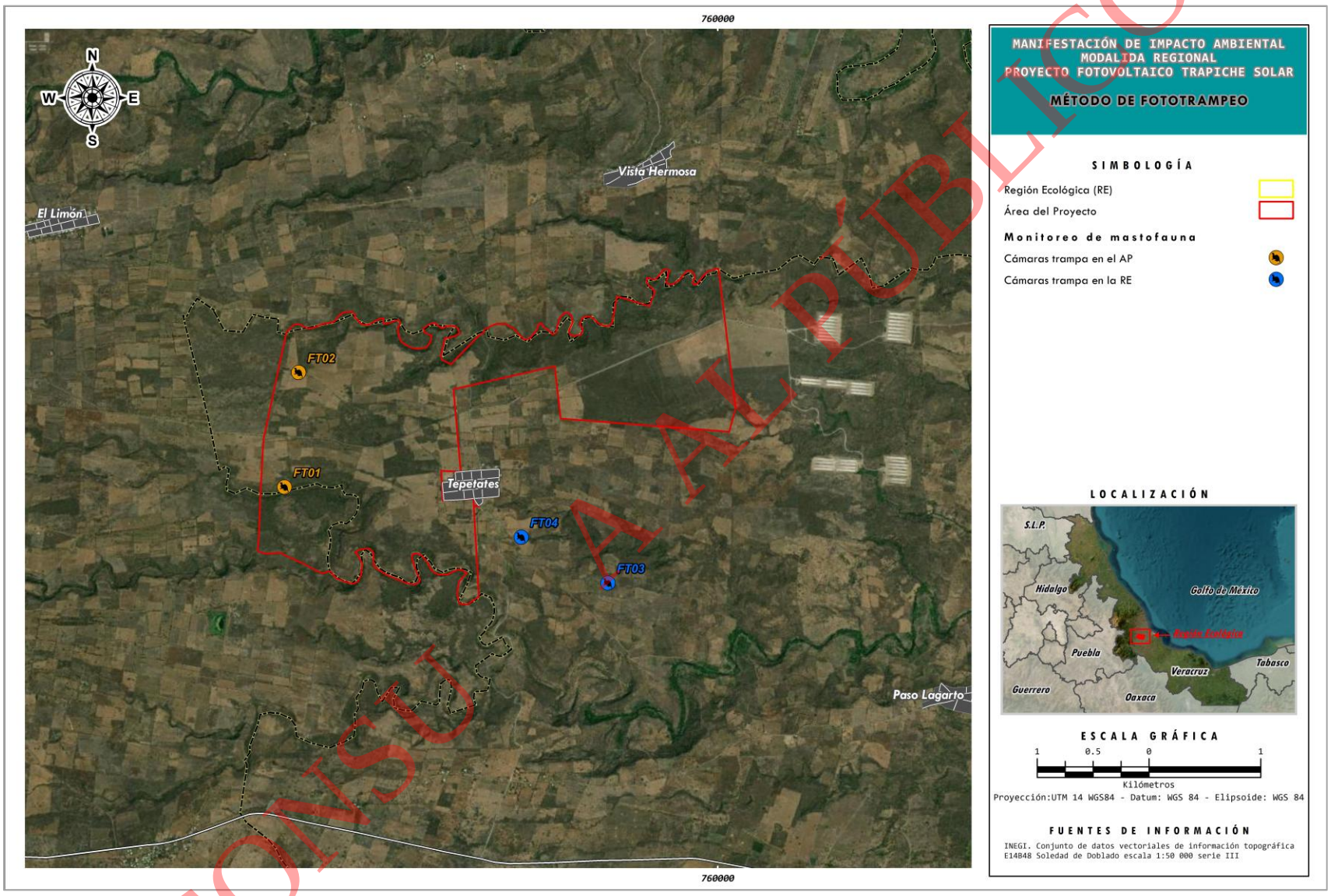


Figura III-22. Monitoreo de mastofauna por fototrampeo

CONSULTA AL PÚBLICO

Muestreo mediante trampeo

Adicional a los muestreos antes descritos, se emplearon métodos directos para el registro de mamíferos pequeños, a través de la colocación de trampas Sherman (para la captura de roedores). En total se establecieron tres estaciones de trampeo: dos para el área del Proyecto y una para la RE. Cada estación consistió en la colocación de 10 trampas Sherman colocadas de forma lineal con una separación de 10 m entre cada una y colocadas en oquedades, entre herbáceas o arbustos y lejos de áreas propensas a inundarse como desniveles o charcas (Jones et al., 1996). A su vez, cada trampa fue cebada con avena y esencia de vainilla (*Figura III-23*). Las trampas fueron colocadas al caer la tarde, alrededor de las 17:00 horas y revisadas a la mañana siguiente alrededor de las 6:00 am, con el objetivo de evitar el estrés, daños en los individuos o incluso la mortandad. Es preciso mencionar que si bien, el objetivo inicial fue realizar un esfuerzo de muestreo equiparable entre el AP y la RE mediante este método, por temas logísticos no fue posible realizar una segunda estación de trampeo Sherman dentro de la RE. En la *Tabla III-16* se presentan las coordenadas de cada una de las trampas Sherman instaladas.

Tabla III-16 Coordenadas de la ubicación de las trampas Sherman para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE

Estación	Sherman	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y	
ES01	S01	757127	2116646	AP
	S02	757114	2116649	AP
	S03	757096	2116658	AP
	S04	757091	2116669	AP
	S05	757095	2116678	AP
	S06	757090	2116682	AP
	S07	757084	2116684	AP
	S08	757078	2116684	AP
	S09	757072	2116684	AP
	S10	757063	2116682	AP
ES02	S11	757481	2115864	AP
	S12	757476	2115865	AP
	S13	757472	2115870	AP
	S14	757470	2115874	AP
	S15	757468	2115874	AP
	S16	757459	2115877	AP
	S17	757444	2115884	AP
	S18	757458	2115850	AP
	S19	757461	2115825	AP
	S20	757461	2115804	AP
ES03	S21	758064	2114447	RE
	S22	758058	2114443	RE

CONSULTA AL PÚBLICO

Estación	Sherman	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y	
	S23	758053	2114438	RE
	S24	758047	2114432	RE
	S25	758039	2114430	RE
	S26	758033	2114426	RE
	S27	758026	2114421	RE
	S28	758015	2114417	RE
	S29	758014	2114426	RE
	S30	758009	2114431	RE

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*



Figura III-23 Método de trampeo con trampas Sherman. A) Ubicación de sitio idóneo para instalación de trampa, B) Colocación de cebo en trampas, y C) y D) Colocación de trampas cebadas

CONSULTA PÚBLICO

B. Aves

Para el grupo de las aves, el muestreo fue realizado mediante el método de punto de conteo de aves (PCA), que consiste en que un observador permanezca en un punto fijo y tome registro de todas las aves vistas y escuchadas en un área delimitada durante un periodo de tiempo determinado. El objetivo del PCA fue contar a los organismos una sola vez para obtener la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución (Ralph *et al*., 1996). Cada PCA un radio de 25 metros y un tiempo de observación de 10 min, ubicados generalmente al inicio y al final de cada uno de los transectos del monitoreo de mamíferos y herpetofauna. En total se realizaron 40 PCA, divididos en 20 para el AP y para la RE, los cuales se detallan en la *Tabla III-17* y en la *Figura III-25* se muestra su distribución en el área de estudio.

Tabla III-17 Coordenadas de la ubicación de los puntos de conteo de aves (PCA) para el registro de avifauna, en el AP y RE

PCA	Coordenadas[1]		Ubicación	PCA	Coordenadas[1]		Ubicación
	X	Y			X	Y	
PCA01	757361	2116076	AP	PCA21	758070	2115396	RE
PCA02	757223	2116252	AP	PCA22	758203	2115227	RE
PCA03	756521	2116218	AP	PCA23	758808	2114839	RE
PCA04	756244	2116208	AP	PCA24	759012	2114931	RE
PCA05	756210	2115913	AP	PCA25	759771	2114238	RE
PCA06	756131	2115783	AP	PCA26	759617	2114196	RE
PCA07	756182	2116846	AP	PCA27	759233	2114239	RE
PCA08	756318	2116937	AP	PCA28	759386	2113982	RE
PCA09	757104	2116559	AP	PCA29	759581	2115979	RE
PCA10	756899	2116560	AP	PCA30	759581	2115647	RE
PCA11	757313	2116688	AP	PCA31	759015	2116025	RE
PCA12	757515	2116862	AP	PCA32	759026	2116290	RE
PCA13	760035	2117263	AP	PCA33	758197	2114461	RE
PCA14	760007	2117009	AP	PCA34	757937	2114355	RE
PCA15	759102	2116886	AP	PCA35	758125	2114872	RE
PCA16	759113	2117054	AP	PCA36	758067	2115177	RE
PCA17	757501	2115848	AP	PCA37	757813	2116315	RE
PCA18	757251	2115852	AP	PCA38	758057	2116355	RE
PCA19	757592	2115526	AP	PCA39	758445	2115702	RE
PCA20	757552	2115232	AP	PCA40	758224	2115924	RE

[1]Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.

Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares y cámara fotográfica, anotando el nombre de la especie y el número de individuos. Adicionalmente, durante los recorridos por los transectos también se anotaron las aves observadas de manera *Ad libitum*, esto con el objetivo de obtener una adecuada caracterización de las comunidades de aves presentes en el área de estudio. con el fin de registrar una mayor diversidad de especies.

CONSULTA AL PÚBLICO

La identificación de las aves se realizó mediante la experiencia del observador y con ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995) y la identificación auditiva con apoyo de la aplicación Merlin Bird ID de Cornell Lab para celular.



Figura III-24 Métodos de monitoreo de aves. A) y B) Realización de puntos de conteo de aves en sitios de agricultura, C) Punto de conteo de aves en sitio elevado para mejorar la visualización de individuos y D) Registro de aves durante recorrido de transectos

CONSULTA AL PÚBLICO

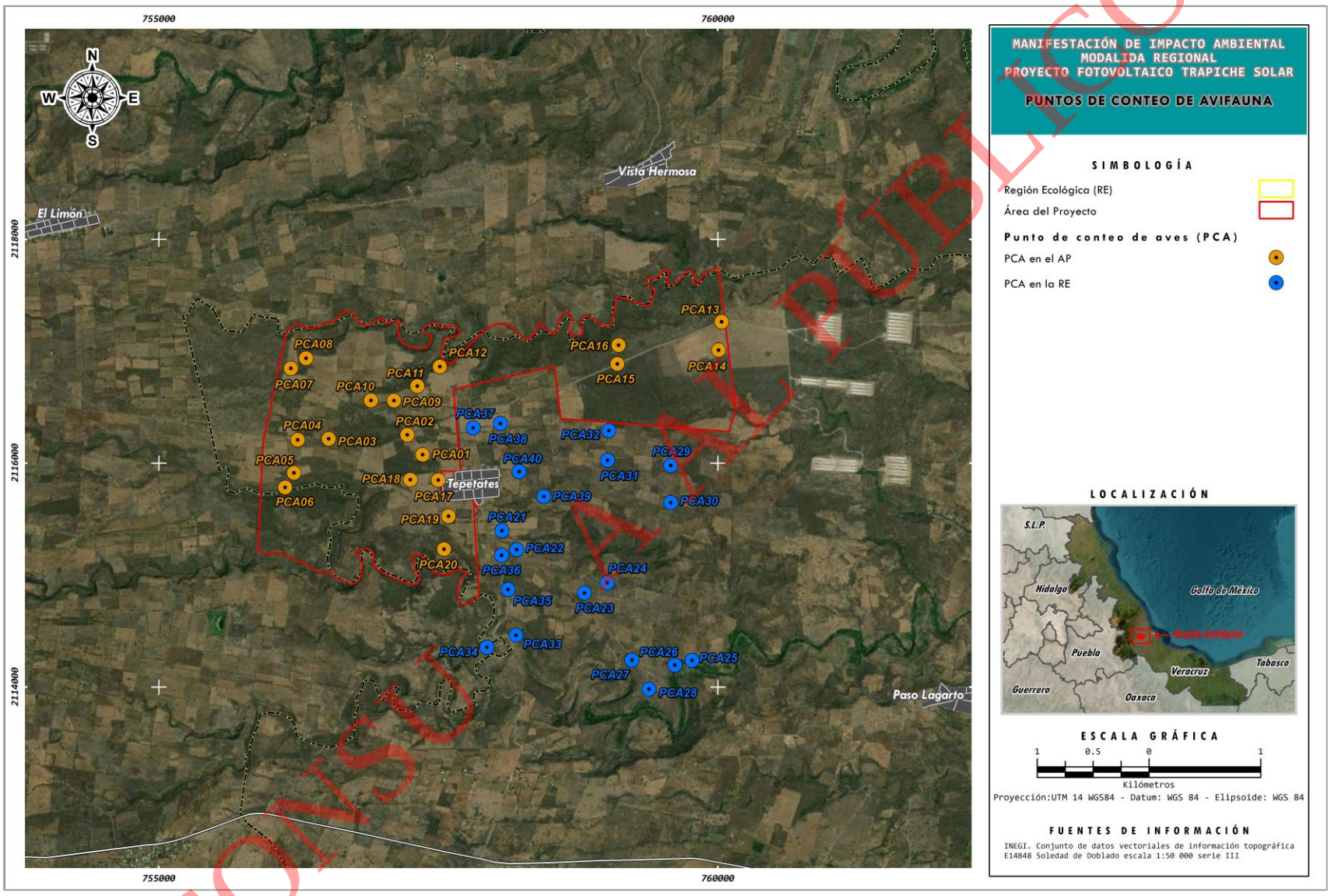


Figura III-25. Puntos de conteo para el monitoreo de avifauna

CONSULTA AL PÚBLICO

C. Anfibios y reptiles

El muestreo de herpetofauna se realizó mediante la técnica de búsqueda intensiva, que consistió en la observación, conteo y captura de individuos en distintos tipos de hábitats y microhábitats, como debajo de rocas y troncos, oquedades en árboles, entre la corteza, la hojarasca y en cuerpos de agua (Figura III-26). Las observaciones se llevaron a cabo a lo largo de transectos de 250 m de longitud por 6 m de ancho, mismos que fueron compartidos con el registro de mastofauna.



Figura III-26 Método de muestreo de herpetofauna. A) y B) Recorrido de transectos para el registro de individuos, C) Búsqueda debajo de rocas, y D) Encuentro de partes de individuos de reptiles

La manipulación de los ejemplares se realizó únicamente cuando fue necesario, utilizando ganchos y pinzas herpetológicas, redes, ligas de hule y guantes, en el caso de los anfibios se emplearon guantes de látex para prevenir cualquier alteración de su microbiota cutánea. Esta manipulación permitió observar características diagnósticas para su correcta identificación taxonómica. Todos los ejemplares fueron liberados en el mismo sitio donde fueron capturados. El tiempo de manipulación no excedió los 10 minutos, con el fin de minimizar el estrés en los organismos.

CONSULTA AL PÚBLICO

Los registros de los organismos observados se anotaron en bitácoras de campo, complementados con fotografías que facilitaron su posterior identificación. No obstante, en algunos casos, la toma fotográfica no fue posible, por lo que el registro se basó únicamente en el avistamiento. La información recabada incluyó la especie, el número de individuos, datos biológicos relevantes y, en el caso de ejemplares no identificados en campo, sus características particulares. La identificación se llevó a cabo con base en la experiencia del técnico responsable y con el apoyo de estudios especializados (González-Hernández, Garza-Castro, Balderas-Valdivia, 2021; Flores-Villela et al., 1987) y guías de campo del estado de Veracruz (Guzmán, 2011; Soriano-Arista, 2007).

Si bien el periodo de actividad de gran parte de los anfibios y reptiles es durante la noche, el monitoreo fue realizado de manera diurna como parte del protocolo de seguridad. El muestreo fue efectuado entre las 7:00 y las 11:00 horas, con una duración de aproximadamente una hora por cada transecto.

Para este muestreo se realizó un total de 20 transectos, distribuidos en 10 dentro del AP y 10 en la RE. En la *Tabla III-18* se presentan las coordenadas UTM de los vértices iniciales, intermedios y finales de cada transecto, y la *Figura III-27* se muestra la distribución espacial.

Tabla III-18 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de herpetofauna, en AP y RE

Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y				X	Y	
T01	1	757361	2116076	AP	T11	1	758070	2115396	RE
T01	2	757223	2116252	AP	T11	2	758203	2115227	RE
T02	1	756521	2116218	AP	T12	1	758808	2114839	RE
T02	2	756244	2116208	AP	T12	2	759012	2114931	RE
T03	1	756210	2115913	AP	T13	1	759771	2114238	RE
T03	2	756131	2115783	AP	T13	2	759617	2114196	RE
T04	1	756182	2116846	AP	T14	1	759233	2114239	RE
T04	2	756318	2116937	AP	T14	2	759386	2113982	RE
T05	1	757104	2116559	AP	T15	1	759581	2115979	RE
T05	2	756899	2116560	AP	T15	2	759581	2115647	RE
T06	1	757313	2116688	AP	T16	1	759015	2116025	RE
T06	2	757515	2116862	AP	T16	2	759026	2116290	RE
T07	1	760035	2117263	AP	T17	1	758197	2114461	RE
T07	2	760007	2117009	AP	T17	2	757937	2114355	RE
T08	1	759102	2116886	AP	T18	1	758125	2114872	RE
T08	2	759113	2117054	AP	T18	2	758067	2115177	RE
T09	1	757501	2115848	AP	T19	1	757813	2116315	RE
T09	2	757251	2115852	AP	T19	2	758057	2116355	RE
T10	1	757592	2115526	AP	T20	1	758445	2115702	RE
T10	2	757552	2115232	AP	T20	2	758224	2115924	RE

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

CONSULTA AL PÚBLICO

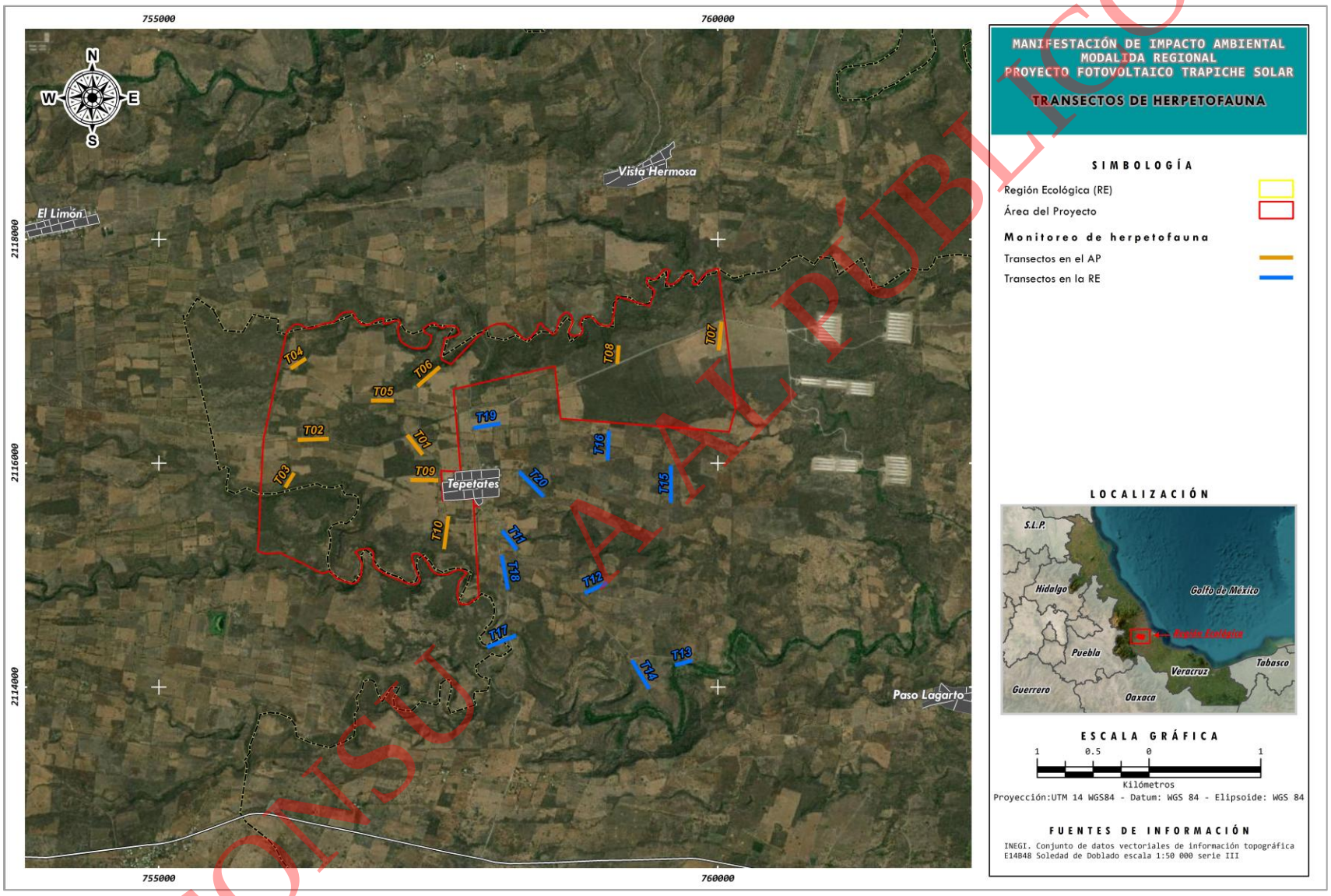


Figura III-27. Monitoreo de herpetofauna a través de transectos

CONSULTA AL PÚBLICO

III.3.2.2.3. Esfuerzo de muestreo

El muestreo de fauna se realizó en una campaña del 08 al 12 de mayo de 2026 cubriendo el final de la época de secas. Se invirtió un total de 478.67 horas en los diferentes métodos de muestreo aplicados. En la *Tabla III-19* se detallan los tipos de muestreo empleados por grupo faunístico y los tiempos invertidos en cada uno.

Tabla III-19 Métodos de muestreo por grupo faunístico y tiempo invertido para cada método en horas totales y días totales trabajados

Grupo	Método	Sitios RE	Sitios AP	Total de sitios	Características	Horas totales[1]	Días trabajados[2]
Mastofauna	Transectos	10	10	20	250 m x 6 m x 1 hrs	20	5
	Fototrampeo	2	2	4	4 días x 4 noches	384	5
Avifauna	Puntos de conteo	20	20	40	10 min c/u	6.67	5
Anfibios y reptiles	Transectos	10	10	20	250 m x 6 m x 1 hrs.	20	5
Total		***42***	***42***	***84***		***430.67***	***18****

*[1]Las horas totales corresponden al tiempo invertido específicamente en cada tipo de muestreo, teniendo en cuenta que varios métodos se realizaron simultáneamente, como el recorrido de los transectos para mamíferos y herpetofauna. Por lo tanto, la acumulación de estas no refleja las horas reales en campo. [2]Los días trabajados se refieren a aquellos en los que se aplicaron los métodos de muestreo, destacando que, durante un mismo día, se utilizaron diferentes técnicas, lo que significa que los días no son acumulativos. *Estos días corresponden al total del inventario de fauna, realizado durante la temporada de muestreo.*

En particular, para el grupo de la mastofauna, se destinaron 404 horas (siendo el grupo con el mayor tiempo invertido, debido a los tipos y cantidad de métodos aplicados), distribuidas de la siguiente manera:

a) Recorridos de transectos: Se realizaron 20 transectos (10 en la RE y 10 en el AP), con un total de 20 horas invertidas, promediando 1 hora por cada recorrido.
b) Detección por fototrampeo: Se dedicaron 384 horas a la detección de individuos mediante fototrampeo, utilizando cuatro cámaras trampa (dos en la RE y dos en el AP) que estuvieron en funcionamiento durante cuatro días y cuatro noches.

Para el grupo de aves, se invirtieron 6.67 horas utilizando el método de puntos de conteo, con 40 sitios (20 en la RE y 20 en el AP). Finalmente, para el grupo de anfibios y reptiles, se destinaron 20 horas en recorridos de transectos, distribuidos equitativamente entre 10 transectos en la RE y 10 en el AP.

III.3.2.2.4. Analis de datos

A. Descripción cualitativa

Para cada grupo faunístico se presenta una descripción cualitativa de la comunidad, que incluye: la riqueza específica (número de especies) obtenida para cada grupo, el número de órdenes y familias registradas, así

CONSULTA AL PÚBLICO

como su endemismo y estatus de residencia. Esta información se resume en un listado de las especies registradas durante el monitoreo.

B. Descripción cuantitativa

a. Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie y permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Magurran, 1988). Se obtuvo del cociente entre el número de registros por especie y el número total de especies registradas:

$$AR = (NR/NT) * 100$$

Donde:

AR = *Abundancia relativa*

NR = *Numero de registros por especie*

NT = *Número total de registros de todas las especies*

b. Índices de biodiversidad

El análisis de la diversidad local (diversidad alfa) se realizó a partir de la estimación de diferentes índices que se describen a continuación:

Índice de Shannon – Wiener (H')

Este índice se calculó para valorar la diversidad alfa de la zona de estudio. Se representa con la letra H'. Representa la relación entre la riqueza de especies y la abundancia relativa de los individuos, asumiendo que estos dos factores influyen en la heterogeneidad de la comunidad (Pla, 2006). Adquiere valores entre uno, cuando hay una sola especie y 5 cuando las comunidades son altas en diversidad de especies (Margalef, 1972). La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i * In(P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

CONSULTA AL PÚBLICO

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Número de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

n = *Número de individuos de la especie i*

ln = *Logaritmo natural (base e)*

P_i = *Abundancia proporcional de las especies i*

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Margalef, 1972):

Valor	Significado
Menor a 2	Diversidad baja
De 2.1 a 3.4	Moderado o diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

Índice de Margalef (Mg)

El índice de Margalef (Mg), determina la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada (Magurran, 2004). Se calcula con la siguiente ecuación, en la que, a mayor valor de Mg, mayor riqueza de especies (Álvarez *et al.*, 2004).

$$Mg = \frac{S - 1}{ln\, N}$$

Donde:

Mg = *Diversidad especifica de Margalef*

S = *Número total de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

ln = *Logaritmo natural (base e)*

Este índice mide la riqueza específica, considerando los valores obtenidos de la siguiente manera (Margalef, 1958):

Valor	Significado
Menor a 2	Zona de baja diversidad
De 2.1 a 4.9	Zona de moderada o diversidad media
Mayor a 5	Zona de alta diversidad

CONSULTA AL PÚBLICO

Índice de equidad de Pielou (J')

Se representa como J', mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de cero a uno, en donde el valor de uno corresponde a situaciones donde las especies son igualmente abundantes y cero indica un peso totalmente desigual (Magurran, 1988). El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$J' = \frac{H'}{ln\, S}$$

Donde:

J' = *Índice de equidad de Pielou*

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Riqueza especifica (Número total de especies presentes)*

Los valores obtenidos con el índice se interpretan con base a la siguiente escala (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	
De 0 – 0.33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
Mayor a 0.67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Índice de dominancia de Berger - Parker (d)

Permite conocer la dominancia de alguna de las especies, expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes. Es un índice que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad (Magurran, 1988).

La expresión matemática para determinar el índice es:

$$d = {}^{N_{max}}/_{N}$$

Donde:

d = *Índice de Berger-Parker*

N_{max} = *Número de individuos de la especie más abundante*

N = *Número total de individuos registrados de todas las especies*

Los valores obtenidos del índice se interpretan de la siguiente manera:

Valor	Significado	Significado
De 0 – 0.33	No hay dominancia	Homogéneo en abundancia

CONSULTA AL PÚBLICO

De 0.34 – 0.66	Dominancia media	Ligeramente heterogéneo en abundancia
Mayor a 0.67	Dominancia de una especie	Heterogéneo en abundancia

Índice de diversidad de Simpson (λ)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Para determinar este índice primero se calcula la dominancia.

$$\boldsymbol{D = \sum P_i^2}$$

Donde:

$\boldsymbol{D}$ = *Índice de dominancia*

$\boldsymbol{Pi}$ = *Proporción de la especie i= n/N)*

$\boldsymbol{n}$ = *Número de individuos de la especie*

$\boldsymbol{N}$ = *Número total de especies*

El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0 (Smith *et al.*, 2007). Entonces tenemos que:

$$\boldsymbol{Índice\ de\ Simpson = \lambda = 1 - D}$$

El valor de este índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora el valor se incrementa con la diversidad. En ese caso, el índice representa la posibilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies (Smith *et al.*, 2007). Interpretándose de la siguiente manera:

Valor	Significado
De 0 – 0.33	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Diversidad media
Mayor a 0.67	Diversidad alta

Índice de Jaccard (J)

Con la finalidad de conocer la similitud de especies entre la RE y el AP, se estimó el índice de Jaccard, el cual mide el grado de similitud entre dos conjuntos. El rango de este índice es de cero a uno, el valor se aproxima a cero cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y se aproxima a uno cuando los sitios comparten la misma composición de especies (Moreno, 2001). Calculándose con la siguiente ecuación:

CONSULTA AL PÚBLICO

$$J = \frac{c}{a + b - c} * 100$$

Donde:

J = *Índice de Jaccard*

a = *Número de especies presentes en el sitio A*

b = *Número de especies presentes en el sitio B*

c = *Número de especies presentes en ambos sitios A y B*

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	Significado
De 0 – 0.33	No parecidos	La estructura de las comunidades es diferente
De 0.34 – 0.66	Medianamente parecidos	La estructura de las comunidades es medianamente diferente
Mayor a 0.67	Muy parecidos	La estructura de las comunidades es similar

c. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies, también llamadas curvas de colecta son una herramienta útil para estimar la riqueza de especies en función del esfuerzo de muestreo. El esfuerzo puede ser de diferentes tipos, como el número de individuos colectados, el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo (Magurran, 2004).

Para evaluar la efectividad del muestreo en la captura de la diversidad de la fauna tanto en el AP como en la RE, se emplearon modelos no paramétricos para generar las curvas de acumulación de especies. El objetivo de este análisis es identificar una curva asintótica, donde se observa cómo el número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies, esto sugiere que, aunque se realicen más muestreos, no se observará un aumento significativo en el número de especies registradas (Álvarez *et al.,* 2004).

Para la elaboración de estas curvas se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE, que utilizan datos de incidencia; y Bootstrap que utiliza proporción de muestras que contienen a cada especie. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el programa EstimateS 9.1.0. Mientras que las gráficas fueron creadas con el programa Excel.

d. Estado de conservación de las especies de fauna registradas

Una vez identificadas y validadas las especies faunísticas presentes en la RE y en el AP, se realizó la búsqueda de estas en listados de estatus de conservación nacionales o internacionales, tales como: NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo normativo III (SEMARNAT, 2019), Lista Roja de la International Union for the

CONSULTA AL PÚBLICO

Conservation of Nature (UICN, 2026) y Apéndices de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2026).

Aunque la identificación taxonómica se lleva a cabo a nivel de especie, en lo que respecta a la NOM-059-SEMARNAT-2010 también se revisa sí las especies registradas durante el estudio presentan subespecies dentro de las categorías de protección, para posteriormente, en los casos que así suceda, analizar su distribución potencial y determinar sí la especie identificada podría corresponder o no a la subespecie protegida.

III.3.2.2.5. Composición faunística de la Región Ecológica y árabe del Proyecto

A. Mamíferos

En el grupo de mamíferos se identificaron en campo un total de 12 especies, pertenecientes a ocho familias y seis órdenes, las cuales se detallan en la *Tabla III-20*. En el AP fueron registradas 10 de las especies, mientras que en la RE se identificaron solo 11. La familia más representativa fue Cricetidae con tres especies, seguida por Canidae y Procyonidae, ambas con dos especies. Las demás familias estuvieron representadas por una sola especie.

Tabla III-20 Listado de especies de mamíferos registradas en la RE y el AP, con su categoría de riesgo y distribución

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	AP	RE
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	Nativa	-	SC	LC	-	X	-
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	Nativa	-	SC	LC	-	-	X
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	Nativa	-	SC	LC	III	X	X
		Procyon lotor	Mapache	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
		Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero leonado	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
		Sigmodon toltecus	Rata algodonera	Nativa	-	SC	LC	-	-	X

[1](SC) Sin categoría. [2](LC) Preocupación Menor. [3]Apéndice III.

En la *Figura III-28* se muestran imágenes representativas de las especies registradas.

CONSULTA AL PÚBLICO

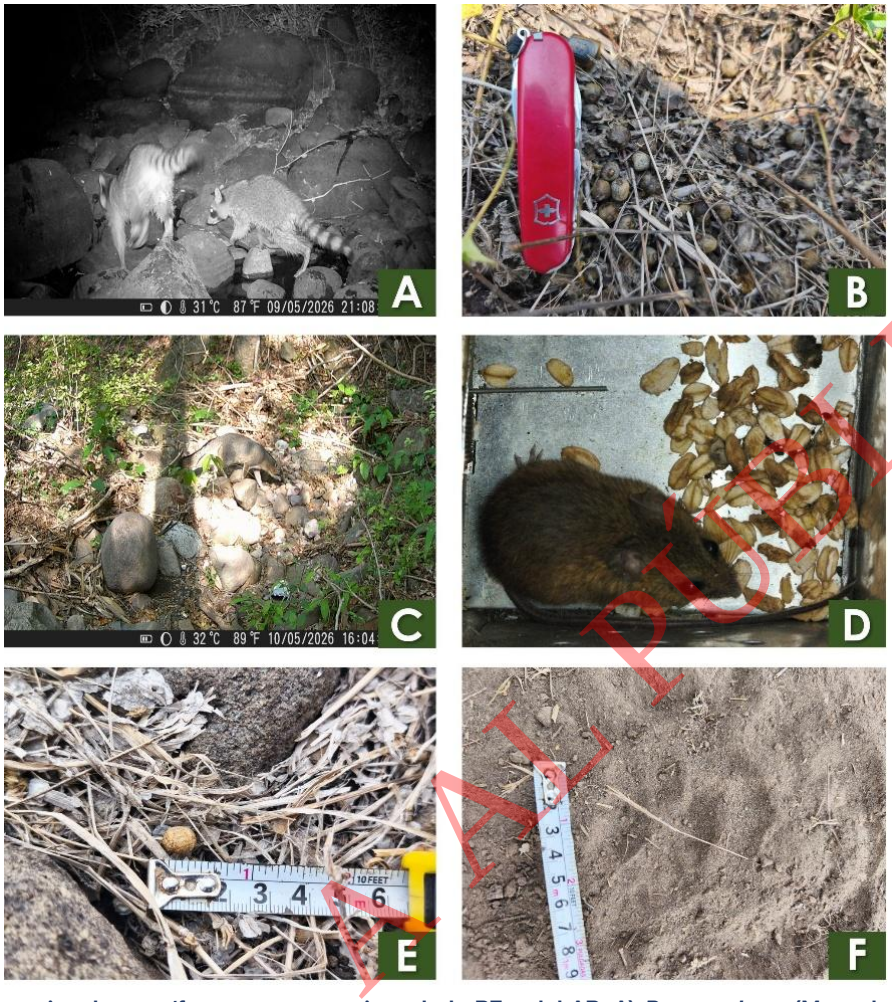


Figura III-28 Especies de mamíferos representativas de la RE y del AP: A) *Procyon lotor* (Mapache), B) *Odocoileus virginianus* (Venado de cola blanca), C) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), D) *Reithrodontomys fulvescens* (Ratón cosechero leonado), E) *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), y E) *Canis latrans* (Coyote)

Las especies con mayor abundancia relativa (AR) registradas en la RE fueron: *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris) y *Procyon lotor* (mapache); y en el AP, la especie con mayor AR fue *Procyon lotor*, seguida por *Nasua narica* (Coatí) y *Urocyon cinereoargenteus*. Los datos detallados de abundancia y diversidad faunística se presentan en el apartado Abundancia y diversidad faunística.

Todas las especies registradas son nativas de la república mexicana y ninguna presenta endemismo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el SNIB MX. Asimismo, ninguna de las especies registradas se encuentra catalogada bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a la Lista Roja de la IUCN, todas se clasifican en la categoría de Preocupación Menor (LC). En cuanto a la CITES, únicamente *Nasua narica* (Coatí) se encuentra en el Apéndice III.

CONSULTA AL PÚBLICO



Figura III-29. Especies de fauna exótica – invasoras registradas durante el muestreo. A) *Equus asinus* (Burro), B) *Bos tauros* (ganado vacuno)

Debido a la alta actividad antropogénica en la región, principalmente actividades agrícolas y ganaderas, durante las actividades de muestreo tanto en la RE como en el AP se registró la presencia de fauna doméstica, misma que fue registrada durante los muestreos correspondiente a las especies *Equus asinus (Burro)* y *Bos taurus* (ganado vacuno) (*Figura III-29*). Estos registros no fueron integrados en la composición faunística ni en el análisis de riqueza ni en los índices de diversidad, ya que no corresponden a fauna silvestre. Sin embargo, es importante destacar que la presencia de ganado vacuno y fauna feral o exótica puede tener implicaciones ecológicas relevantes alterando las cadenas tróficas de las comunidades, así como la propagación de enfermedades en las especies nativas.

B. Aves

Para el grupo de aves se identificaron un total de 88 especies, pertenecientes a 17 órdenes y 36 familias. En la *Tabla III-21* se enlistan dichas especies, incluyendo su nombre común, distribución, endemismo, identificación de especies migratorias, estatus de riesgo y el área donde fueron registradas (RE y/o AP). Las familias con mayor diversidad fueron Tyrannidae (tiranos y papamoscas) con 11 especies e Icteridae (calandrias, tordos, caciques y zanates) con 10 especies.

Tabla III-21 Listado de especies de aves registrados en el RE y AP, categoría de riesgo y distribución

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Residente/ Migratoria	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	AP	RE
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Nativa	R,MI	-	Pr	LC	II	X	-
		Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	Nativa	R,MI	-	SC	LC	II	X	X
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	Nativa	R	-	SC	LC	II	-	X
		Anthracothorax prevostii	Colibrí Garganta Negra	Nativa	MI,R	-	SC	LC	II	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	Nativa	R,MI	-	SC	LC	-	X	X
		Coragyps atratus	Zopilote Común	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	Nativa	R	-	SC	LC	III	X	-

CONSULTA AL PÚBLICO

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Residente/ Migratoria	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	AP	RE
	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
		Gallinago delicata	Agachona Norteamericana	Nativa	R,MV,MI	-	SC	LC	-	-	X
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Patagioenas flavirostris	Paloma Colorada	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
		Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	Exotica invasora	R	-	SC	LC	-	X	X
		Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Nativa	T	-	SC	LC	-	X	X
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín Pescador Amazónico	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Piaya cayana	Cuclillo Canelo	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	Nativa	T	-	SC	LC	II	X	-
		Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Nativa	R	-	Pr	LC	I	X	-
		Micrastur ruficollis	Halcón Selvático Barrado	Nativa	R	-	Pr	LC	II	-	X
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	Nativa	R	-	SC	NT	-	X	X
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Nativa	R	-	Pr	LC	-	-	X
		Passerina versicolor	Colorín Morado	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea	Nativa	R, MI	-	SC	LC	-	-	X
		Cyanocorax yncas	Chara Verde	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	Nativa	MI	-	SC	LC	-	X	-
		Tachycineta bicolor	Golondrina Bicolor	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Dives dives	Tordo Cantor	Nativa	MV,MI,R,T	-	SC	LC	-	X	X
		Icteria virens	Chipe Grande	Nativa	MI, MV	-	SC	LC	-	X	X
		Icterus bullocki	Calandria Cejas Naranjas	Nativa	MI, MV	-	SC	LC	-	X	X
		Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	Nativa	MI, MV, R	-	SC	LC	-	X	X
		Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Molothrus ater	Tordo Cabeza Café	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	Nativa	R, MI	-	SC	LC	-	X	X
		Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	Nativa	R	-	SC	NT	-	X	X
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle Norteño	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Paridae	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero Cresta Negra	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	Nativa	R, MI	-	SC	LC	-	-	X
		Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño	Nativa	R, MV	-	SC	LC	-	X	-
	Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión Corona Blanca	Nativa	R, MV	-	SC	LC	-	X	X

CONSULTA AL PÚBLICO

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Residente/ Migratoria	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	AP	RE
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exotica invasora	R	-	SC	LC	-	X	-
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	Nativa	MV	-	SC	LC	-	X	X
	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Sporophila morelleti	Semillero de Collar	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Thraupis abbas	Tangara Alas Amarillas	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	Nativa	MI, MV	-	SC	LC	-	X	X
		Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo	Nativa	R, MV	-	SC	LC	-	-	X
		Volatinia jacarina	Semillero Brincador	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Tityra semifasciata	Titira Puerquito	Nativa	MI, R	-	SC	LC	-	X	-
	Troglodytidae	*Campylorhynchus rufinucha*	Matraca Veracruzana	Nativa	R, MI	EN	A	LC	-	X	X
		Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical	Nativa	R	-	SC	LC	-	-	X
		Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
	Turdidae	*Catharus fuscescens*	Zorzal Canelo	Nativa	MI, MV, T, R	-	SC	LC	-	-	X
		Turdus grayi	Mirlo Café	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
		Contopus virens	Papamoscas del Este	Nativa	R, MI	-	SC	LC	-	X	X
		Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Myiozetetes similis	Luisito Común	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Tyrannus couchii	Tirano Cuír	Nativa	MI, T	-	SC	LC	-	X	X
		Tyrannus forficatus	Tirano Tijereta Rosado	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
		Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	-
		Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental	Exotica invasora	R	-	SC	LC	-	X	-
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	Nativa	MI, T, MV	-	SC	LC	-	X	X
		Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	Nativa	R	-	SC	LC	-	X	X
		Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	Nativa	MI, R	-	SC	LC	-	X	X
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Nativa	T	-	Pr	LC	-	-	X
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	Nativa	R	-	A	LC	II	-	X
		Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Nativa	R	-	Pr	LC	II	X	-
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	Nativa	R, MI	-	SC	LC	II	-	X
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	Nativa	MI	-	SC	LC	-	X	X

[1](MI) Migratorio en invierno, (MV) Migratorio en verano, (R) Residente, (T) Transitorio o Transeúnte. [2](Sujeta a protección especial), A (Amenazada)y SC (Sin Categoria). [3]LC (Preocupación Menor) y NT (Casi amenazada). [4]Apéndice I, Apéndice II.

CONSULTA AL PÚBLICO

Derivado del muestreo, dentro de la RE se registraron 69 especies, agrupadas en 13 órdenes y 27 familias, siendo Tyrannidae la familia mejor representada (con 10 especies), seguida por Icteridae (con nueve especies). En el AP se identificaron 71 especies, distribuidas en 11 órdenes y 26 familias, siendo nuevamente las familias con mayor representación Tyrannidae e Icteridae, con 11 y 10 especies respectivamente. Dentro de la RE la especie con mayor abundancia relativa (AR) fue *Dives dives* (Tordo Cantor), seguida de *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy) y *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje), mientras que en el AP la especie con mayor representación fue *Melanerpes aurifrons*, seguida por *Dives dives* y *Rupornis magnirostris* (Aguililla Caminera); en la *Figura III-30* se muestran imágenes representativas de las especies registradas. Los datos detallados de abundancia y diversidad del grupo de aves se muestran en el apartado Abundancia y diversidad faunística.



Figura III-30 Especies de aves observadas durante el muestreo en el AP y la RE. A) *Dives dives (Tordo Cantor)*, B) *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje), C) *Cardinalis cardinalis* (Cardenal Rojo), D) *Rupornis magnirostris* (Aguililla Caminera), E) *Columbina passerina* (Tortolita Pico Rojo) y F) *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy)

CONSULTA AL PÚBLICO

En su mayoría, las especies registradas son nativas de la república mexicana, a excepción de *Ardea ibis*, *Passer domesticus*, *Streptopelia decaocto,* las cuales presentan una distribución exótica – invasora. En cuanto a las especies migratorias, 58 especies son totalmente residentes y 30 especies presentan algún tipo de migración en invierno, verano o son transeúntes por lo que su registro dentro del AP o la RE se encuentra definido por la temporada del año.

Por otra parte, de las 88 especies registradas, solamente ocho se encuentran incluidas en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, seis especies bajo el estatus de Sujeta a protección especial (Pr), y dos especies (*Amazona autumnalis* y *Campylorhynchus rufinucha*) bajo la categoría de Amenazada (A). Respecto a la lista roja de la IUCN, solamente dos especies se encuentran en la categoría Casi Amenazada (NT), las cuales son *Sturnella magna* y *Colinus virginianus*, el resto de las especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC). En cuanto a la CITES, *Falco peregrinus* se encuentra en el Apéndice I, nueve especies se encuentran en su Apéndice II, entre ellas *Anthracothorax prevostii* y solamente *Hesperoburhinus bistriatus* se encuentra en el Apéndice III.

C. Herpetofauna

Para el grupo conformado por anfibios y reptiles se identificaron ocho especies, una de ellas correspondientes a anfibios, *Engystomops pustulosus* (Ranita túngara) y siete a reptiles, en la *Tabla III-22* se enlistan todas las especies registradas, organizadas por clase, orden y familia, además de incluir su nombre común, distribución, estatus de riesgo y área donde fue registrada.

Tabla III-22 Listado de especies de herpetofauna registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	AP	RE
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	Ranita túngara	Nativa	-	SC	LC	-	X	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
		Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	Nativa	-	SC	LC	-	-	X
		Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa del Golfo	Nativa	-	Pr	LC	II	X	X
		Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico siete líneas	Nativa	-	SC	LC	-	X	X
			Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	Nativa	EN	SC	LC	-	X	X
			Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Nativa	EN	SC	LC	-	X	X
		Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	Nativa	-	SC	LC	-	X	X

[1]Pr (Sujeta a protección especial). [2]LC (Preocupación Menor). [3]Apéndice III.

Dentro del grupo de los anfibios, únicamente se registró a *Engystomops pustulosus*, representando a la familia Leptodactylidae. En cuanto a los reptiles, la familia más diversa es Teiidae (Huicos y ticuiliches) con tres especies. Del total de especies, siete se registraron en la RE, siendo la especie con mayor AR *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), seguida por *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano). En el AP también

CONSULTA AL PÚBLICO

se identificaron siete del total de las especies registradas en el muestreo, siendo nuevamente *Sceloporus variabilis* y *Aspidoscelis guttatus* las especies con mayor AR. En la *Figura III-31* se muestran las especies con mayor representatividad, los datos de abundancia e índices de diversidad del grupo se detallan en el apartado Abundancia y diversidad faunística.

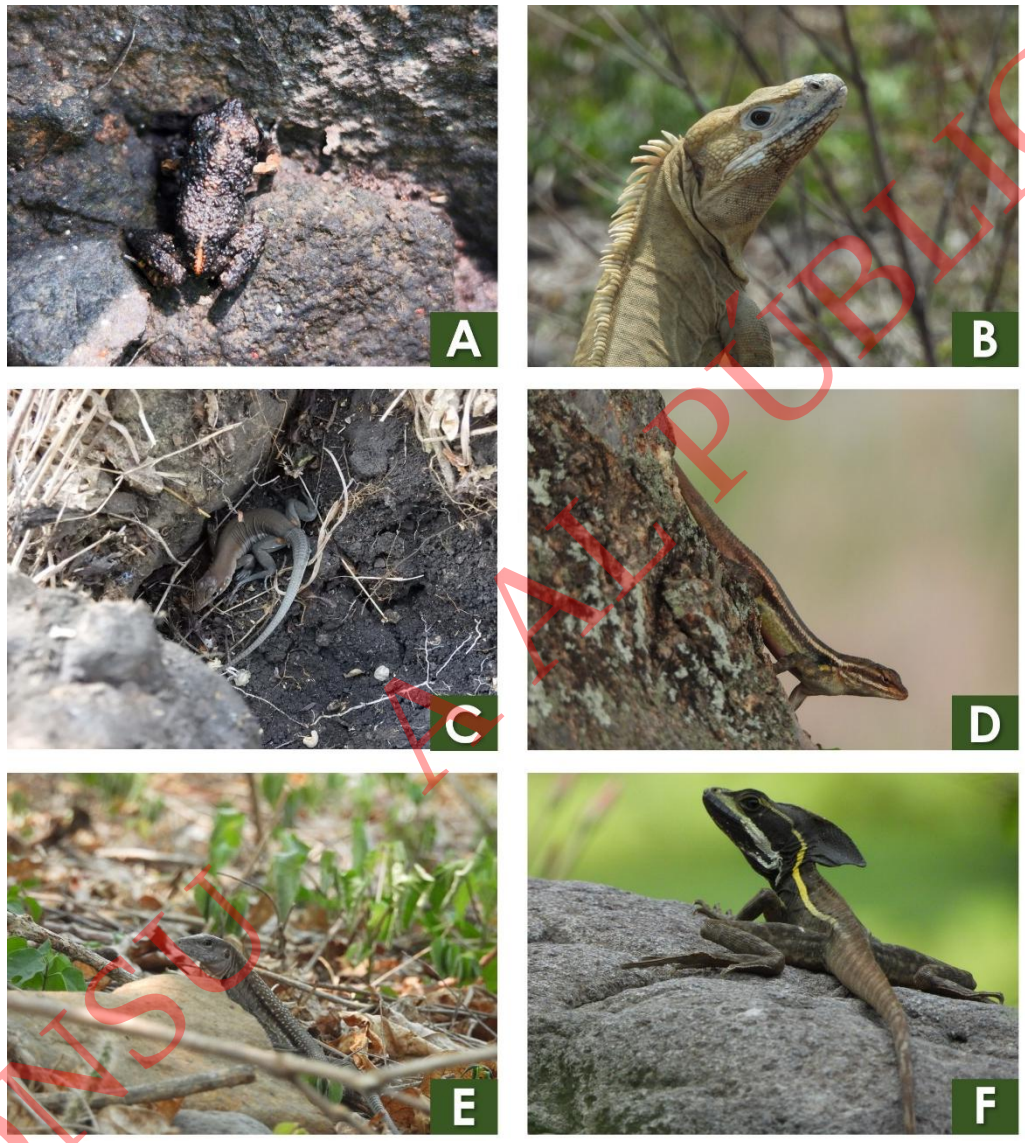


Figura III-31 Especies de herpetofauna identificadas durante el muestreo. A) *Engystomops pustulosus* (Ranita túngara), B) *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa del Golfo), C) *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), D) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), E) *Holcosus undulatus* (Lagartija arcoiris) y E) *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado)

En cuanto a los estatus de riesgo nacional, solamente *Ctenosaura acanthura* se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Sujeta a protección especial (Pr). En cuanto a los estatus de conservación internacionales, en la lista roja de la IUCN, todas las especies se encuentran dentro de la categoría

CONSULTA AL PÚBLICO

de Preocupación menor (LC), mientras que en la CITES, nuevamente *Ctenosaura acanthura* es la única especie con una categoría asignada, siendo esta el Apéndice II.

En cuanto a su distribución, todas las especies registradas son nativas y sólo las especies *Aspidoscelis guttatus* y *Holcosus undulatus* son endémicas de acuerdo con el SNIB MX. Cabe mencionar que ambas especies se registraron tanto en el AP como dentro de la RE, siendo esta última área de estudio la que presento igual o mayor abundancia.

III.3.2.2.6. Abundancia y diversidad faunística

A. Mamíferos

En la *Tabla III-23* se presenta el número de registros y la abundancia relativa (AR) de las especies de mamíferos identificadas tanto en la RE como en el AP. Dentro de la RE, la especie con mayor AR fue *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris) con 30.91 %, seguida por *Procyon lotor* (Mapache) con 27.66 % y *Dasypus mexicanus* (Armadillo) con 10.64 %. En el AP, la especie más representativa fue *Procyon lotor* con 48.89 %, seguida por *Urocyon cinereoargenteus*, *Nasua narica* (Coatí) y *Peromyscus leucopus* (Ratón de patas blancas), todas con un valor de AR de 8.89 % (las memorias de cálculo correspondientes a los índices de Abundancia y diversidad faunística se presentan en el *Anexo III.7*)

Tabla III-23 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de los mamíferos registrados en la RE y en el AP

Orden	Familia	Especie	RE[1]		AP[1]	
			NR	AR	NR	AR
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	0	0.00	1	2.22
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	2	4.26	2	4.44
		Urocyon cinereoargenteus	15	31.91	4	8.89
	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	1	2.13	0	0.00
	Procyonidae	*Nasua narica*	3	6.38	4	8.89
		Procyon lotor	13	27.66	22	48.89
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	5	10.64	2	4.44
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	2	4.26	2	4.44
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	3	6.38	3	6.67
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	1	2.13	4	8.89
		Reithrodontomys fulvescens	1	2.13	1	2.22
		Sigmodon toltecus	1	2.13	0	0.00
Total			*47*	*100*	*45*	*100*

[1]*(NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.*

En cuanto a los índices de diversidad (*Tabla III-24*), el valor de Shannon–Wiener (H') en la RE fue de 1.91, en contraste, en el AP se registró un valor de 1.76, ambos valores reflejan una diversidad baja. Por otro lado, el

CONSULTA AL PÚBLICO

índice de Margalef (Mg), mostró valores de 2.60 para la RE y 2.36 para el AP, indicando una diversidad media por dicho índice.

Tabla III-24 Índices de diversidad para los mamíferos registrados en la RE y en el AP

Índices de diversidad	RE	AP
N° de especies	11	10
N° de individuos	47	45
Índice de Shannon - Wiener (H')	1.91	1.76
H' max	2.40	2.30
Índice de aquidad de Pielou (J)	0.79	0.76
Índice de Margalef (Mg)	2.60	2.36
Índice de dominancia de Simpson	0.20	0.27
Índice de diversidad de Simpson	0.80	0.73
Índice de dominancia de Berger-Parker	0.32	0.49

En contraste, el índice de equidad de Pielou (J') mostró que ambas áreas presentan una distribución relativamente equilibrada entre el número de especies y su abundancia, obteniendo valores de 0.79 para la RE y 0.76 para el AP. Si bien, las especies *Procyon lotor* y *Urocyon cinereoargenteus* presentaron el mayor número de registros en ambas áreas de estudio, no existe una marcada dominancia por dichas especies dentro de las comunidades estudiadas. Lo anterior es respaldado por los valores del índice de dominancia de Simpson, los cuales resultaron bajos en ambas áreas (0.20 en la RE y 0.27 en el AP), indicando ausencia de dominancia de alguna especie en particular. Finalmente, los valores del índice de diversidad de Simpson (**λ**) fueron altos (0.80 en la RE y 0.73 en el AP), reflejando que las comunidades de mamíferos de ambas áreas de estudio presentan una diversidad alta.

De forma general, los resultados obtenidos por los índices muestran que las poblaciones de las especies de mamíferos se encuentran bien representadas dentro de las comunidades presentes en la RE y en el AP, así mismo se observa que estas se encuentran relativamente equilibradas y sin evidencia de una marcada dominancia por alguna de las especies. Asimismo, ambas áreas de estudio son muy similares en cuanto a los valores obtenidos por los índices. Cabe resaltar que la RE se presentan valores de diversidad ligeramente mayores que el AP, así como valores de dominancia menores, sugiriendo que en la RE las condiciones ecológicas son mejores en comparación a las del AP.

B. Aves

En la *Tabla III-25* se presentan los valores de número de registros (NR) y abundancia relativa (AR) para las 88 especies de avifauna registradas tanto dentro de la RE y en el AP. En cuanto a la RE, la especie con mayor AR fue *Dives dives* (Tordo Cantor) con 7.10 %, seguida de *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy) con 5.56 %, *Leptotila verreauxi* (Paloma Arroyera) y *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje), ambas con 4.49 %. Para el

CONSULTA AL PÚBLICO

AP, la especie con mayor representación fue *Melanerpes aurifrons* con 5.18 %, seguida por *Rupornis magnirostris* (Aguililla Caminera) y *Dives dives*, ambos con 4.66 %.

Tabla III-25 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las aves registradas en la RE y el AP

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR	AR	NR	AR
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	0	0.00	1	0.26
		Rupornis magnirostris	4	1.23	18	4.66
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	3	0.93	0	0.00
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	2	0.62	0	0.00
		Anthracothorax prevostii	2	0.62	1	0.26
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	4	1.23	10	2.59
		Coragyps atratus	4	1.23	7	1.81
Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	0	0.00	4	1.04
	Scolopacidae	*Actitis macularius*	2	0.62	0	0.00
		Gallinago delicata	1	0.31	0	0.00
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	15	4.63	13	3.37
		Columbina passerina	4	1.23	12	3.11
		Leptotila verreauxi	16	4.94	6	1.55
		Patagioenas flavirostris	0	0.00	4	1.04
		Streptopelia decaocto	4	1.23	3	0.78
		Zenaida asiatica	4	1.23	3	0.78
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	1	0.31	0	0.00
	Momotidae	*Momotus lessonii*	0	0.00	1	0.26
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	18	5.56	15	3.89
		Piaya cayana	10	3.09	5	1.30
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	0	0.00	3	0.78
		Falco peregrinus	0	0.00	2	0.52
		Micrastur ruficollis	1	0.31	0	0.00
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	12	3.70	3	0.78
	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	3	0.93	7	1.81
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	14	4.32	13	3.37
		Passerina ciris	1	0.31	0	0.00
		Passerina versicolor	4	1.23	0	0.00
	Corvidae	*Cyanocorax morio*	5	1.54	0	0.00
		Cyanocorax yncas	1	0.31	0	0.00
	Fringillidae	*Spinus psaltria*	2	0.62	1	0.26
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	4	1.23	13	3.37
		Stelgidopteryx serripennis	0	0.00	2	0.52
		Tachycineta bicolor	1	0.31	4	1.04
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	1	0.31	3	0.78
		Dives dives	23	7.10	18	4.66
		Icteria virens	2	0.62	2	0.52

CONSULTA AL PÚBLICO

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR	AR	NR	AR
		Icterus bullockii	5	1.54	10	2.59
		Icterus cucullatus	6	1.85	4	1.04
		Icterus gularis	5	1.54	6	1.55
		Molothrus aeneus	3	0.93	4	1.04
		Molothrus ater	0	0.00	2	0.52
		Quiscalus mexicanus	9	2.78	12	3.11
		Sturnella magna	1	0.31	1	0.26
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	3	0.93	3	0.78
	Paridae	*Baeolophus atricristatus*	0	0.00	1	0.26
	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	1	0.31	0	0.00
		Setophaga aestiva	0	0.00	5	1.30
	Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	3	0.93	3	0.78
	Passeridae	*Passer domesticus*	0	0.00	1	0.26
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	1	0.31	7	1.81
	Thraupidae	*Saltator atriceps*	2	0.62	2	0.52
		Saltator grandis	5	1.54	7	1.81
		Sporophila morelleti	2	0.62	8	2.07
		Thraupis abbas	2	0.62	3	0.78
		Thraupis episcopus	3	0.93	2	0.52
		Tiaris olivaceus	1	0.31	0	0.00
		Volatinia jacarina	1	0.31	4	1.04
	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	2	0.62	6	1.55
		Tityra semifasciata	0	0.00	3	0.78
	Troglodytidae	*Campylorhynchus rufinucha*	10	3.09	14	3.63
		Campylorhynchus zonatus	6	1.85	0	0.00
		Uropsila leucogastra	0	0.00	1	0.26
	Turdidae	*Catharus fuscescens*	1	0.31	0	0.00
		Turdus grayi	11	3.40	15	3.89
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	0	0.00	1	0.26
		Contopus virens	9	2.78	2	0.52
		Megarynchus pitangua	5	1.54	4	1.04
		Myiarchus tyrannulus	4	1.23	7	1.81
		Myiodynastes luteiventris	1	0.31	2	0.52
		Myiozetetes similis	12	3.70	13	3.37
		Pitangus sulphuratus	1	0.31	7	1.81
		Pyrocephalus rubinus	2	0.62	4	1.04
		Tyrannus couchii	7	2.16	7	1.81
		Tyrannus forficatus	1	0.31	1	0.26
		Tyrannus melancholicus	3	0.93	4	1.04
	Vireonidae	*Vireo griseus*	0	0.00	1	0.26
		Vireo olivaceus	0	0.00	1	0.26

CONSULTA AL PÚBLICO

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR	AR	NR	AR
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	0	0.00	2	0.52
		Ardea ibis	0	0.00	2	0.52
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	6	1.85	4	1.04
		Dryocopus lineatus	1	0.31	1	0.26
		Melanerpes aurifrons	16	4.94	20	5.18
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	1	0.31	0	0.00
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	1	0.31	0	0.00
		Eupsittula nana	0	0.00	4	1.04
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	1	0.31	0	0.00
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	2	0.62	1	0.26
Total			*324*	*100*	*386*	*100*

[1]*(NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.*

Respecto a los índices de diversidad (*Tabla III-26*), el índice de Shannon-Wiener (H') mostró que tanto en la RE (H' = 3.82) como el AP (H' = 3.92) la diversidad de aves presente es alta al superar valores mayores a 3.5 presentan una diversidad media, al ubicarse entre los valores de 2 y 3.4. Por su parte, el índice de Margalef (Mg) indicó que ambas áreas de estudio presentan una alta riqueza específica, con valores superiores a 5 (RE = 11.76 y AP = 11.75).

Tabla III-26 Índices de diversidad para las aves registradas en la RE y en el AP

Índices de diversidad	RE	AP
N° de especies	69	71
N° de individuos	324	386
Índice de Shannon - Wiener (H')	3.82	3.92
H' max	4.23	4.26
Índice de aquidad de Pielou (J)	0.90	0.92
Índice de Margalef (Mg)	11.76	11.75
Índice de dominancia de Simpson	0.030	0.025
Índice de diversidad de Simpson	0.97	0.97
Índice de dominancia de Berger-Parker	0.07	0.05

En cuanto al índice de equidad de Pielou (J'), ambas áreas reflejan abundancia homogénea, con valores superiores a 0.67 (RE = 0.90; AP = 0.92), demostrando nuevamente que ambas áreas de estudio presentan valores altos de diversidad. Respecto a la dominancia, tanto el índice de Berger-Parker como el de Simpson arrojaron valores inferiores a 0.33 tanto en la RE como en el AP, lo que evidencia que no existe una especie dominante y que por lo tanto la comunidad mantiene un equilibrio en cuanto a la representación de especies. Finalmente, el índice de diversidad de Simpson (**λ**) indicó que ambas áreas de estudio presentan una alta diversidad, con valores mayores a 0.67, ambos de 0.97.

CONSULTA AL PÚBLICO

En general, las comunidades de avifauna registradas en la RE y el AP presentan un equilibrio estructural, observando que no existen especies dominantes y que la distribución de las abundancias es homogénea. Estos resultados sugieren que tanto en la RE como en el AP los hábitats presentan características muy similares que permiten mantener comunidades estables y representativas de la región.

C. Herpetofauna

En la *Tabla III-27* se presentan los registros y la abundancia relativa (AR) por especie en cada área de estudio. En el caso de la RE, la especie con mayo AR fue *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado) con 67.02 %, seguida por *Aspidoscelis guttatus* (Huico siete líneas) con 22.34 %. Respecto al AP, la especie con mayor AR nuevamente fue *Sceloporus variabilis* con 71.62 %, seguida por *Aspidoscelis guttatus* con 12.16 %. Es preciso mencionar que ambas especies presentan amplias poblaciones de forma natural con una importante participación en las cadenas tróficas al fungir como depredadores de insectos y a su vez presas para aves, serpientes y mamíferos medianos, por lo que su alta abundancia no refleja precisamente un desequilibrio en la comunidad de herpetofauna.

Tabla III-27 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las especies de hepetofauna registradas en la RE y en el AP

Clase	Orden	Familia	Especie	RE		AP	
				NR	AR	NR	AR
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	0	0.00	7	9.46
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	1	1.06	1	1.35
		Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	2	2.13	0	0.00
		Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	4	4.26	1	1.35
		Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	1	1.06	1	1.35
			Aspidoscelis guttatus	21	22.34	9	12.16
			Holcosus undulatus	2	2.13	2	2.70
		Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	63	67.02	53	71.62
Total				*94*	*100*	*74*	*100*

[1]*(NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.*

En cuanto a los índices de diversidad (*Tabla III-28*), tanto la RE como el AP presentaron valores bajos para el índice de Shannon-Wiener (H' < 2) y para el índice de Margalef (Mg < 2), lo que muestra que las comunidades de herpetofauna de ambas áreas de estudio presentan una baja diversidad.

Tabla III-28 Índices de diversidad del grupo de herpetofauna registradas en la RE y en el AP

Índices de diversidad	RE	AP
N° de especies	7	7
N° de individuos	94	74
Índice de Shannon - Wiener (H')	1.00	0.99
H' max	1.95	1.95

CONSULTA AL PÚBLICO

Índices de diversidad	RE	AP
Índice de aquidad de Pielou (J)	0.51	0.51
Índice de Margalef (Mg)	1.32	1.39
Índice de dominancia de Simpson	0.50	0.54
Índice de diversidad de Simpson	0.50	0.46
Índice de dominancia de Berger-Parker	0.67	0.72

Respecto al índice de Pielou (J') tanto en la RE como en el AP los valores obtenidos fueron de J' = 0.5, mostrando una abundancia medianamente heterogénea. En cuanto al índice de dominancia de Berger – Parker, ambas áreas presentaron valores altos de dominancia (RE = 0.67 y AP = 0.72), lo que sugiere una marcada dominancia dada por las especies *Sceloporus variabilis* y *Aspidoscelis guttatus* dentro de las comunidades. Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson, respalda que efectivamente existe una dominancia en las comunidades, pero que esta resulta ser mediana en ambas áreas de estudio. Lo que se relaciona con el índice de diversidad de Simpson (**λ**), el cual muestra que tanto en la RE como en el AP se observa una diversidad media.

En general, los resultados obtenidos por los índices muestran que tanto la RE como el AP presentan características muy similares, definidas por una diversidad media y una representación medianamente heterogénea de las abundancias dentro de las comunidades de herpetofauna, siendo las especies más abundantes *Sceloporus variabilis* y *Aspidoscelis guttatus*, acordes a sus características poblacionales e importancia en las cadenas tróficas.

III.3.2.2.7. Comparación ente la Región Ecológica y el Área del Proyecto

Con el objetivo de comparar la diversidad de las comunidades presentes en la RE y el AP, se empleó el índice de similitud de Jaccard, en la *Tabla III-29* se muestran los valores obtenidos para cada grupo faunístico.

Tabla III-29 Comparativa de las comunidades faunísticas entre la RE y el AP a través del índice de similitud de Jaccard para cada grupo faunístico

Grupo faunístico	Especies totales	Especies totales RE	Especies totales AP	Especies en común	Índice de Jaccard	% de similitud entre la RE y AP
Avifauna	88	69	71	52	0.59	59.09
Mastofauna	12	11	10	9	0.75	75.00
Herpetofauna	8	7	7	6	0.75	75.00
Total	*108*	*87*	*88*	*67*	*0.62*	*62.04*

De manera general, se identificaron un total de 108 especies, 87 en la RE y 88 en el AP, con 67 especies compartidas y un valor de similitud de 62.04 %, lo que se interpreta como comunidades medianamente similares, siendo los grupos de mastofauna y herpetofauna aquellos con mayor similitud entre ambas áreas con un porcentaje de 75 %.

CONSULTA AL PÚBLICO

Para el grupo de mamíferos se identificaron 12 especies, 11 en la RE y 10 en el AP con nueve especies compartidas entre ambas áreas de estudio, siendo *Sigmodon toltecus* (Rata algodonera) y *Spilogale angustifrons* (Zorrillo manchado sureño) especies registradas únicamente en la RE y *Odocoileus virginianus* (Venado de cola blanca) en el AP. Cabe mencionar que dichas especies tuvieron un único registro y a expeción de *Spilogale angustifrons*, suelen tener poblaciones considerables por lo que su único registro podría deberse a la disponibilidad de hábitat, de zonas de alimentación, refugio o de reproducción. En cuanto al Zorrillo manchado sureño, es una especie que naturalmente cuenta con poblaciones bajas y suele desplazarse de forma solitaria por lo que sus registros suelen ser únicos durante los monitoreos de fauna. Cabe mencionar que dichas especies con registro exclusivo en alguna de las áreas de estudio, no se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto al grupo de herpetofauna, se identificó un total de ocho especies, siete en la RE y siete en el AP, con seis especies compartidas entre ambas áreas, siendo *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado) la única especie que únicamente se registró en la RE y *Engystomops pustulosus* (Ranita túngara) con registro únicamente en el AP. Ambas especies naturalmente son abundantes, de amplia distribución y asociadas a cuerpos de agua, por lo que se espera que durante la temporada de lluvias los registros sean mayores y puedan observarse en ambas áreas de estudio. Finalmente, las especies con registro exclusivo en alguna de las áreas de estudio, no se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otra parte, el grupo de las aves fue el que obtuvo un menor porcentaje de similitud (59.09 %) entre la RE y el AP. Para este grupo se registró un total de 88 especies, 69 en la RE y 71 en el AP, con 52 especies compartidas en ambas áreas. Como especies con registro únicamente en la RE destacan *Dendrocygna autumnalis*, *Amazilia yucatanensis*, *Cyanocorax morio*, así como especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Micrastur ruficollis, Passerina ciris* y *Tachybaptus dominicus* en la categoría Sujeta a protección especial (Pr), y *Amazona autumnalis* en la categoría Amenazada (A). En cuanto a las especies que únicamente se observaron en el AP, por mencionar algunas, se encuentra *Hesperoburhinus bistriatus, Patagioenas flavirostris, Caracara plancus*, así como especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Buteogallus anthracinus*, *Falco peregrinus y Eupsittula nana* dentro de la categoría Pr.

Las diferencias entre las dos áreas de estudio podrían estar vinculada a una mayor heterogeneidad ambiental, además, las actividades humanas, tales como la agricultura, que podrían estar afectando la distribución local de algunas especies que se desplazan en la región en busca de zonas de alimentación, refugio o de reproducción.

Tabla III-30 Relación de presencia de especies en común entre la RE y el AP

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	
					AP	RE
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	Ranita túngara	✓	--

CONSULTA AL PÚBLICO

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	
					AP	RE
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	✓	✓
		Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	--	✓
		Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa del Golfo	✓	✓
		Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico siete líneas	✓	✓
			Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	✓	✓
			Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	✓	✓
		Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	✓	✓
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	✓	--
			Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	✓	✓
	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	--	✓
	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	--	✓
			Anthracothorax prevostii	Colibrí Garganta Negra	✓	✓
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	✓	✓
			Coragyps atratus	Zopilote Común	✓	✓
	Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	✓	--
		Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	--	✓
			Gallinago delicata	Agachona Norteamericana	--	✓
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	✓	✓
			Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	✓	✓
			Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	✓	✓
			Patagioenas flavirostris	Paloma Colorada	✓	--
			Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	✓	✓
			Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	✓	✓
	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín Pescador Amazónico	--	✓
		Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	✓	--
	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	✓	✓
			Piaya cayana	Cuclillo Canelo	✓	✓
	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	✓	--
			Falco peregrinus	Halcón Peregrino	✓	--
			Micrastur ruficollis	Halcón Selvático Barrado	--	✓
	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	✓	✓
		Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	✓	✓
	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	✓	✓
			Passerina ciris	Colorín Sietecolores	--	✓
			Passerina versicolor	Colorín Morado	--	✓
		Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea	--	✓
			Cyanocorax yncas	Chara Verde	--	✓
		Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	✓	✓

CONSULTA AL PÚBLICO

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	
					AP	RE
		Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	✓	✓
			Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	✓	--
			Tachycineta bicolor	Golondrina Bicolor	✓	✓
		Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	✓	✓
			Dives dives	Tordo Cantor	✓	✓
			Icteria virens	Chipe Grande	✓	✓
			Icterus bullocki	Calandria Cejas Naranjas	✓	✓
			Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	✓	✓
			Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	✓	✓
			Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	✓	✓
			Molothrus ater	Tordo Cabeza Café	✓	--
			Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	✓	✓
			Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	✓	✓
		Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle Norteño	✓	✓
		Paridae	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero Cresta Negra	✓	--
		Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	--	✓
			Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño	✓	--
		Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión Corona Blanca	✓	✓
		Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	✓	--
		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	✓	✓
		Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	✓	✓
			Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	✓	✓
			Sporophila morelleti	Semillero de Collar	✓	✓
			Thraupis abbas	Tangara Alas Amarillas	✓	✓
			Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	✓	✓
			Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo	--	✓
			Volatinia jacarina	Semillero Brincador	✓	✓
		Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	✓	✓
			Tityra semifasciata	Titira Puerquito	✓	--
		Troglodytidae	*Campylorhynchus rufinucha*	Matraca Veracruzana	✓	✓
			Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical	--	✓
			Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	✓	--
		Turdidae	*Catharus fuscescens*	Zorzal Canelo	--	✓
			Turdus grayi	Mirlo Café	✓	✓
		Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	✓	--
			Contopus virens	Papamoscas del Este	✓	✓
			Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	✓	✓
			Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	✓	✓

CONSULTA AL PÚBLICO

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	
					AP	RE
			Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	✓	✓
			Myiozetetes similis	Luisito Común	✓	✓
			Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	✓	✓
			Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	✓	✓
			Tyrannus couchii	Tirano Cuír	✓	✓
			Tyrannus forficatus	Tirano Tijereta Rosado	✓	✓
			Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	✓	✓
		Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	✓	--
			Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos	✓	--
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	✓	--
			Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental	✓	--
	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	✓	✓
			Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	✓	✓
			Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	✓	✓
	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	--	✓
	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	--	✓
			Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	✓	--
	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	--	✓
	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	✓	✓
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	✓	--
	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	✓	✓
			Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	✓	✓
		Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	--	✓
		Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	✓	✓
			Procyon lotor	Mapache	✓	✓
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	✓	✓
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	✓	✓
	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	✓	✓
	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	✓	✓
			Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero leonado	✓	✓
			Sigmodon toltecus	Rata algodonera	--	✓

A. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies son una herramienta útil para evaluar el esfuerzo de muestreo en estudios de fauna, al permitir estimar si el número de sitios y registros obtenidos es suficiente para representar la riqueza biológica un área de estudio. En este caso, se elaboraron curvas de acumulación por grupo faunístico por medio del programa EstimateS 9.1.0, utilizando los estimadores Chao 1 y ACE (abundancia), así como el

CONSULTA AL PÚBLICO

estimador Bootstrap (incidencia), que resultaron ser los que mejor se ajustaron a los valores observados (*Anexo III.8)*.

a. Curvas de acumulación de especies en el área del Proyecto

Con el objetivo de comprobar la representatividad del muestreo en el AP, se generaron curvas de acumulación para cada grupo faunístico. La *Tabla III-31* muestra las especies observadas, las estimadas con cada uno de los tres modelos, así como el porcentaje de completitud.

Tabla III-31 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en el AP

Grupo faunístico	Especies observadas	Especies estimadas			% de completitud		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
Mamíferos	10	10.86	10.24	11.31	92.08	97.66	88.42
Aves	71	78.92	79.25	78.6	89.96	89.59	90.33
Herpetofauna	7	11.27	8.48	8.5	62.11	82.55	82.35

Para el grupo de los mamíferos, se realizaron 15 sitios de muestreo (10 transectos y dos cámaras trampa, dos estaciones de trampeo Sherman y un sitio de grabación ultrasónica), obteniendo registros en todos los sitios, identificándose 10 especies. Los estimadores ACE y Chao 1 son los que se acoplan mejor a los valores reales, obteniendo porcentajes de completitud de 92.08 % y 97.66 %, respectivamente y prediciendo menos de una especie por registrarse (0.86 y 0.24 respectivamente). El estimador Bootstrap fue el que se ajustó menos a los valores reales, sin embargo, el porcentaje de completitud obtenido fue considerablemente alto (88.42 %), estimando sólo 1.31 especies por registrar. Como se aprecia en la *Figura III-32*, las curvas de acumulación tienden a la asíntota, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y no se requiere aumentar los sitios de muestreo.

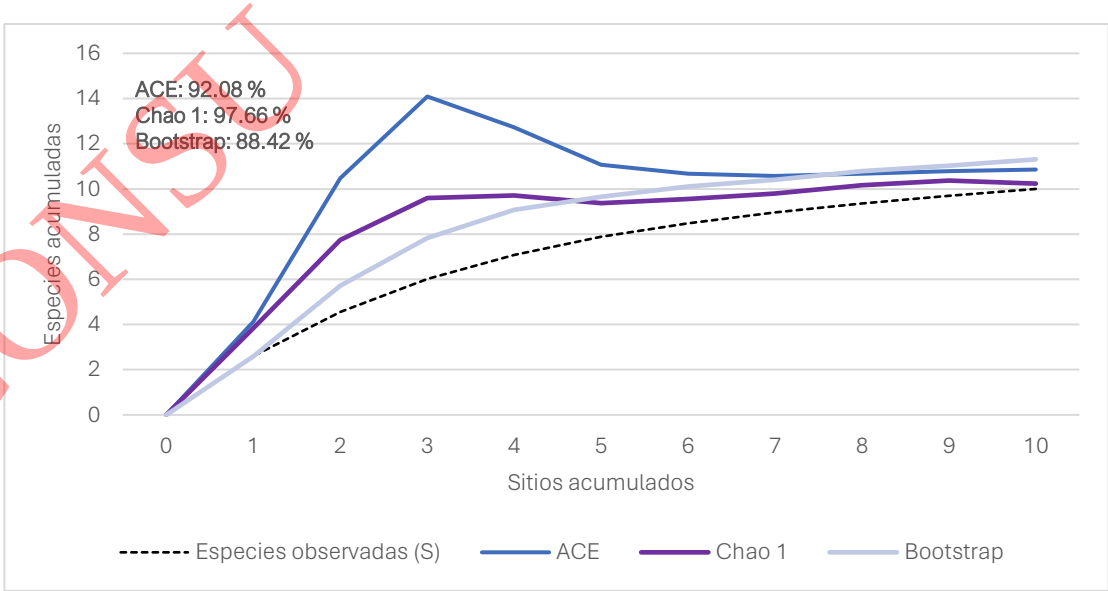


Figura III-32 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP

CONSULTA AL PÚBLICO

En cuanto al grupo de avifauna, se muestrearon 20 sitios, registrando individuos en todos ellos con un total de 71 especies identificadas. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Bootstrap con una completitud de 90.33 %, estimando 7.6 especies por registrar. Los estimadores ACE y Chao 1 obtuvieron valores de 89. 96 % y 89.59 %, respectivamente y estimando 7.92 y 8.25 especies por registrar. En general, las curvas muestran un comportamiento asintótico (*Figura III-33*), confirmando la eficiencia del muestreo y que no se requiere realizar más muestreos para este grupo.

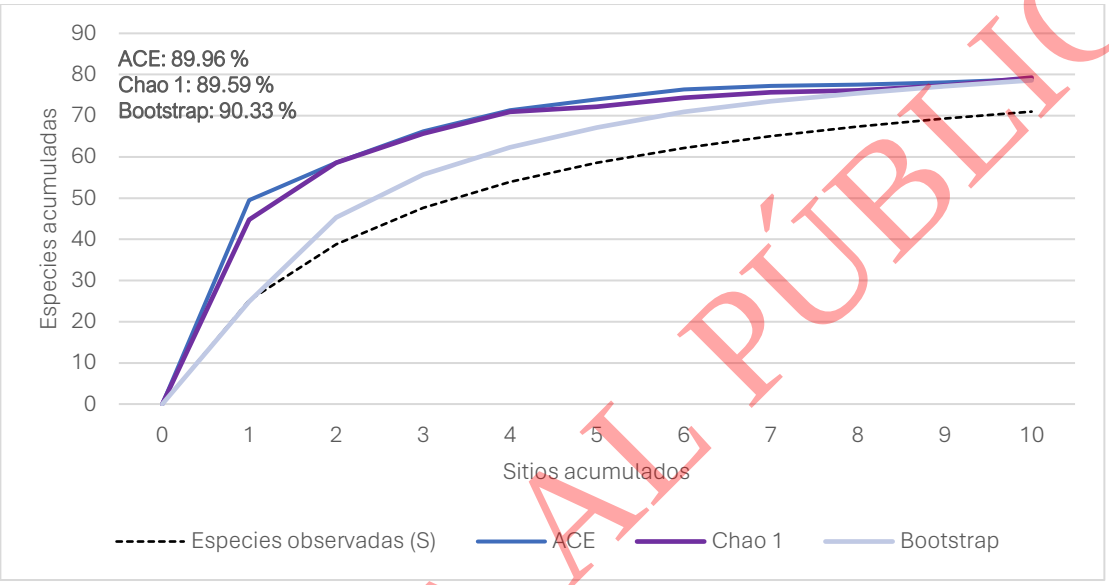


Figura III-33 Curvas de acumulación de especies de avifauna en el AP

Finalmente, para el grupo de herpetofauna se muestrearon 10 sitios, obteniendo registros en cada uno de los sitios, con un total de siete especies (seis reptiles y un anfibio). Los estimadores que mejor se ajustaron a los valores reales fueron Chao 1 y Bootstrap, obteniendo valores de completitud de 82.55 % y 82.35 %, respectivamente y estimando 1.48 y 1.5 especies por registrar. Por otra parte, el estimador ACE fue el que menos se ajustó a los valores reales, arrojando un valor de completitud de 62.11 % y 4.27 especies por registrar. De manera general, en la *Figura III-34* se observa que las curvas tienden a la asíntota, demostrando que el esfuerzo de muestreo es adecuado y que agregar sitios de muestreo no aumentaría significativamente la riqueza de especies obtenidas.

CONSULTA AL PÚBLICO

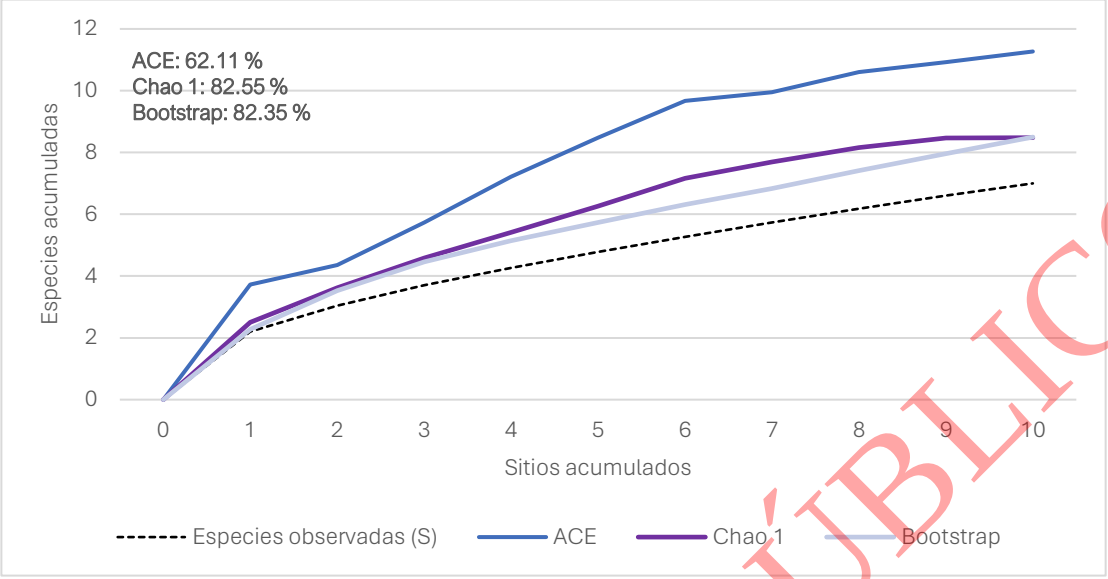


Figura III-34 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el AP

b. Curvas de acumulación de especies en la Región Ecológica

Para la RE se evaluó la representatividad del muestreo a través de curvas de acumulación para cada grupo faunístico. La *Tabla III-32* resume los valores observados y estimados por los tres modelos, así como su completitud.

Tabla III-32 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en la RE

Grupo faunístico	Especies observadas	Especies estimadas			% de completitud		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
Mamíferos	11	14.41	14.91	13.58	76.34	73.78	81.00
Aves	69	85.28	84.78	78.49	80.91	81.39	87.91
Herpetofauna	7	8.53	7.33	8.18	82.06	95.50	85.57

Para el grupo de mamíferos, se realizaron 14 sitios de muestreo (10 transectos, dos cámaras trampa, una estación de trampeo Sherman y un sitio de grabación ultrasónica), obteniendo registros en 10 sitios (seis transectos, dos cámaras trampa, una estación de trampeo Sherman y un sitio de grabación ultrasónica), identificándose 11 especies. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Bootstrap con 81 % de completitud y 2.58 especies por registrar, mientras que ACE y Chao 1 obtuvieron valores de completitud de 76.34 % y 73.78 %, con 3.41 y 3.91 especies por registrar. Dichas especies no registradas dentro de la RE podrían ser raras o especies cripticas con dificultad de registrar. El comportamiento de las curvas muestra una tendencia a la asíntota (*Figura III-35*), demostrando que el esfuerzo de muestreo es adecuado y que agregar sitios de muestreo no aumentaría significativamente la riqueza de especies obtenidas.

CONSULTA AL PÚBLICO

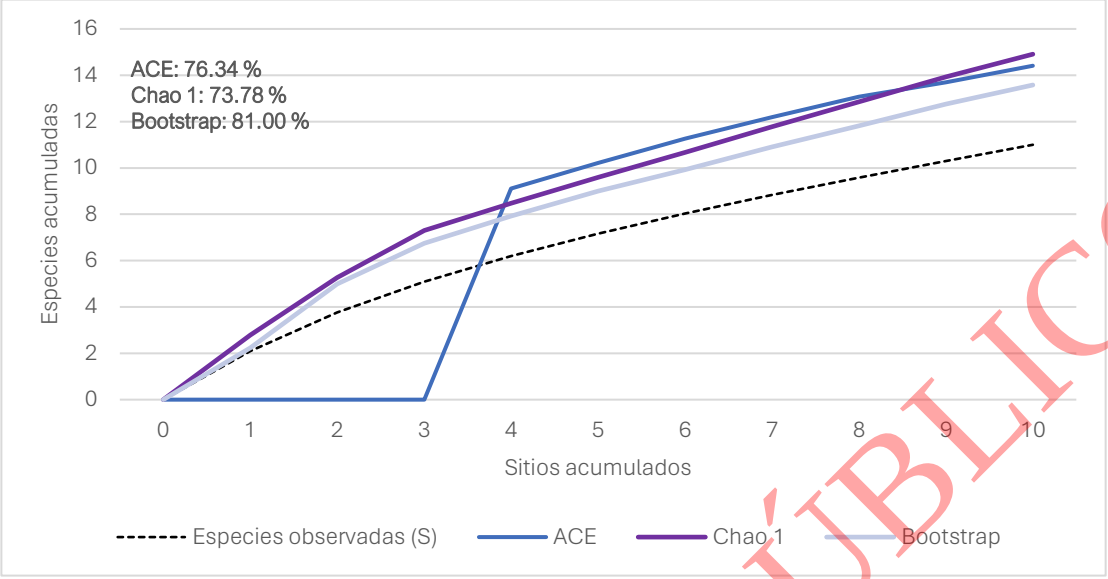


Figura III-35 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE

Para el grupo de aves, se realizaron 20 sitios, obteniendo registros en todos ellos e identificando 69 especies, destacando como el grupo más diverso. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Bootstrap con una completitud de 87.91 % y 9.49 especies por registrar. Por otra parte, el estimador Chao 1 obtuvo un valor de completitud de 81.39 % y 15.78 especies por registrar. Finalmente, el estimador con menor completitud fue ACE (80.91 %), estimando 16.28 especies por registrar. En general los valores de completitud obtenidos por los tres estimadores muestran que se logró registrar la mayoría de las especies, sugiriendo que el aumento de los sitios de muestreo podría agregar pocas especies a la riqueza de especies registradas en el RE. Las especies faltantes calculadas por los estimadores podrían corresponder a especies difícilmente de registrar debido a su rareza, baja densidad poblacional o por ser especies muy sensibles a la presencia humana. Por lo anterior, como se aprecia en la *Figura III-36*, las curvas tienden a la asíntota, indicando que el esfuerzo de muestreo fue representativo, y aumentar la cantidad de sitios podría no aumentar significativamente la riqueza de especies.

CONSULTA AL PÚBLICO

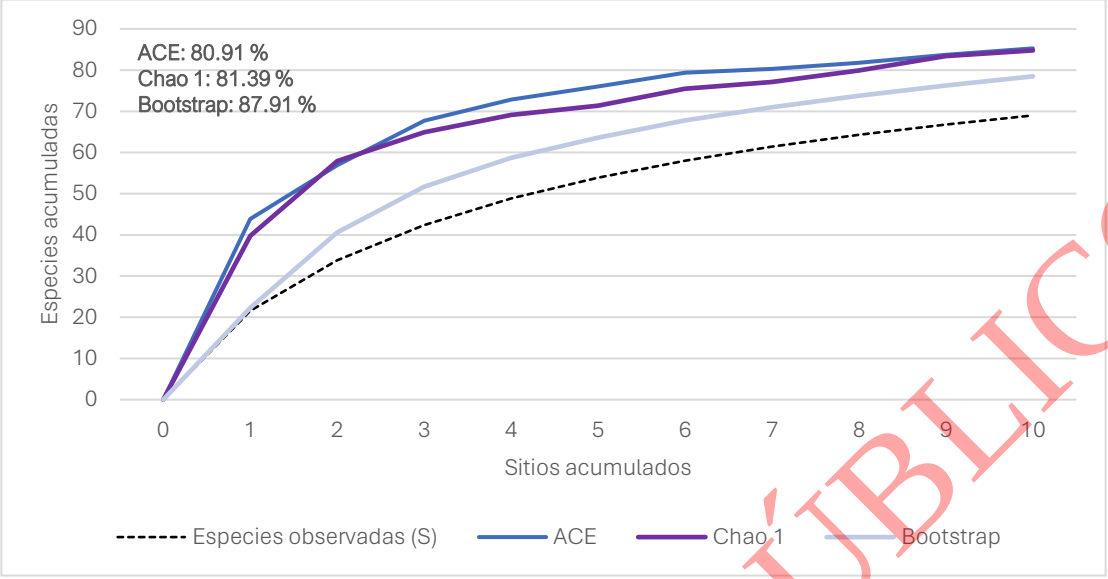


Figura III-36 Curvas de acumulación de especies de avifauna en la RE

Finalmente, para el grupo de herpetofauna, se realizaron 10, obteniendo registros en todos ellos, con un total de 7 especies observadas. El estimador que se ajustó mejor a los valores reales fue Chao 1, obteniendo un valor de completitud de 95.50 % y solo 0.33 especies por registrar. El estimador Bootstrap fue el segundo con la mejor completitud, mostrando un valor de 85.57 % y solo 1.18 especies por registrar. Las especies faltantes por registrar podrían corresponder a especies difíciles de registrar en los muestreos, principalmente por los requerimientos de microhábitats como la presencia de cuerpos de agua, hábitos principalmente fosoriales y rupícolas, los cuales les permite sobrevivir hasta que las características ambientales mejoran por la temporada de lluvia. Asimismo, este grupo se caracteriza por presentar una alta cripticidad, lo que dificulta su registro, aun cuando el muestreo se realice adecuadamente y a través de profesionales especializados en el grupo de estudio, obteniendo valores de diversidad menores en comparación a otros grupos que son más fáciles de visualizar como el de las aves. A pesar de lo anterior, las curvas mostradas en la *Figura III-37*, presentan una tendencia asintótica, lo que demuestra un muestreo suficiente y que no se requiere más sitios de muestreo.

CONSULTA AL PÚBLICO

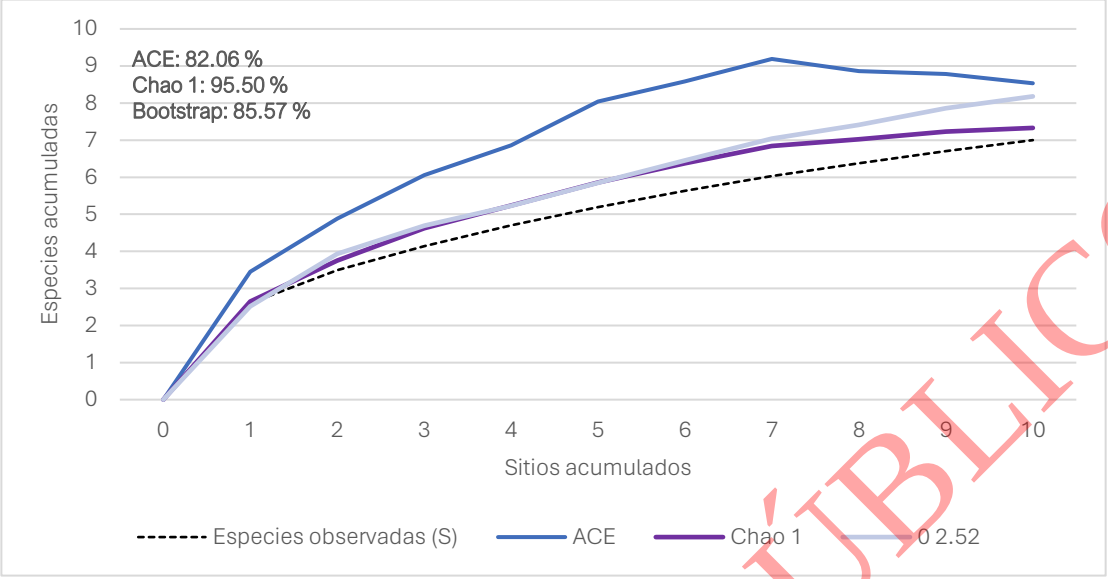


Figura III-37 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en la RE

III.3.2.2.8. Especies prioritarias para la conservación

Con fines de conservación, se priorizaron aquellas especies que cumplieron al menos con uno de los siguientes criterios: (1) estar incluidas en estrategias nacionales o internacionales de conservación, como la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la IUCN o la CITES; y (2) presentar algún grado de endemismo. Al aplicar estos criterios, se obtuvo un número considerable de especies prioritarias, principalmente debido a la gran cantidad de especies incluidas en la Lista Roja de la IUCN. Sin embargo, dado que una lista tan extensa resulta poco viable en términos prácticos de manejo y conservación, se aplicó un segundo filtro jerárquico para reducirla. El orden de prioridad en esta selección fue el siguiente: a) especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, b) especies endémicas, c) especies categorizadas como Casi Amenazadas (NT) por la IUCN, d) especies con categoría de Preocupación Menor (LC) en la IUCN, pero que además están listadas en los apéndices de la CITES.

A partir de este proceso se identificaron 20 especies prioritarias para su conservación, distribuidas de la siguiente manera: 16 aves, un mamífero y tres reptiles, en la *Tabla III-33* se detallan todas ellas.

Tabla III-33 Especies de fauna prioritarias para su conservación

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	Distribución	
							AP	RE
Reptiles								
Ctenosaura acanthura	Iguana de cola espinosa del Golfo	Nativa	-	Pr	LC	II	✓	✓
Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	Nativa	Endémica	SC	LC	--	✓	✓
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Nativa	Endémica	SC	LC	--	✓	✓
Aves								
Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Nativa	-	Pr	LC	II	✓	--

CONSULTA AL PÚBLICO

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	UICN[2]	CITES[3]	Distribución	
							AP	RE
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	Nativa	-	SC	LC	II	✓	✓
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	Nativa	-	SC	LC	II	--	✓
Anthracothorax prevostii	Colibrí Garganta Negra	Nativa	-	SC	LC	II	✓	✓
Hesperoburhinus bistriatus	Alcaraván Americano	Nativa	-	SC	LC	III	✓	--
Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos	Nativa	-	SC	LC	II	✓	--
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Nativa	-	Pr	LC	I	✓	--
Micrastur ruficollis	Halcón Selvático Barrado	Nativa	-	Pr	LC	II	--	✓
Colinus virginianus	Codorniz Cotuí	Nativa	-	SC	NT	--	✓	✓
Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Nativa	-	Pr	LC	--	--	✓
Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	Nativa	-	SC	NT	--	✓	✓
Campylorhynchus rufinucha	Matraca Veracruzana	Nativa	Endémica	A	LC	--	✓	✓
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Nativa	-	Pr	LC	--	--	✓
Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	Nativa	-	A	LC	II	--	✓
Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Nativa	-	Pr	LC	II	✓	--
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	Nativa	-	SC	LC	II	--	✓
Mamíferos								
Nasua narica	Coatí	Nativa	-	SC	LC	III	✓	✓

[1](A)Amenazada y (Pr)Sujetas a protección especia). [2](LC)Preocupación menor y (NT)Casi Amenazada. [3](I) Apéndice I, (II) Apéndice II y (III) Apéndice III.

En cuanto a su distribución, todas las especies son nativas y tres son endémicas. Respecto a estatus de riesgo, nueve especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siente en la categoría de Sujetas a protección especial (Pr) y dos como Amenazadas (A). Respecto a la Lista Roja de la IUCN, las 20 especies están incluidas en ella; 18 en la categoría de Preocupación menor (LC) y dos como Casi amenazadas (NT). Asimismo, 13 especies se encuentran los Apéndices de la CITES, una especie en el Apéndice I, 10 especies en el Apéndice II y dos en el Apéndice III. Mientras que, respecto a su ubicación, 15 se registraron en la RE, de las cuales seis fueron exclusivas de esta área, y en el AP, se registraron 13 especies, siendo cinco de ellas exclusivas del área.

III.3.2.2.9. Conclusiones

El análisis faunístico en el AP y la RE evidenció diferencias en cuanto a riqueza, diversidad y composición, reflejando tanto el efecto de la perturbación dentro de las comunidades como el grado de conservación de los hábitats presentes en ambas áreas de estudio. Para el grupo de mastofauna, se registró un número similar de especies en la RE y en el AP, ambas áreas con valores de diversidad baja. La especie predominante en ambas áreas fue Procyon lotor, la cual resulta ser una especie generalista que puede adaptarse bien a ambientes perturbados y aprovechar las áreas de agricultura para obtención de recursos. Otra especie predominante fue *Urocyon cinereoargenteus*, la cual obtuvo un número considerable de registros en la RE, dicha especie al ser omnívora puede resistir la perturbación, alimentándose de las fuentes disponibles. Especies poco comunes como

CONSULTA AL PÚBLICO

Spilogale angustifrons demuestran que, a pesar de existir cierto grado de perturbación en las áreas de estudio, existen hábitats similares tanto en la RE como en el AP que permite a las comunidades de mamíferos mantener cierta heterogeneidad.

En aves, se obtuvo la mayor riqueza de especies, posicionando a este grupo como un indicador de las condiciones ambientales presentes tanto en la RE como en el AP. Para este grupo la diversidad fue alta en ambas áreas. La baja dominancia observada en ambas áreas demuestra que a pesar de la perturbación existente por la actividad agrícola y de ganadería, esta no ha modificado significativamente la composición de las comunidades de aves, permitiendo conservar requerimientos de hábitat para la mayoría de las especies.

Finalmente, respecto a la herpetofauna, en general se observó una baja diversidad en ambos sitios, con una marcada dominancia tanto en la RE como en el AP por *Sceloporus variabilis*, sin embargo, como se mencionó anteriormente, las especies de la familia Phrynosomatidae se caracterizan por presentar una alta densidad poblacional, fungiendo como reguladoras de las cadenas tróficas al ser depredadoras de un amplio número de especies de artrópodos y a su vez, ser presas de diversas especies de aves, mamíferos e inclusive otros reptiles, por lo que su dominancia en las comunidades no refleja un desequilibrio en el ecosistema. En específico, los anfibios estuvieron poco representados durante los muestreos, esto debido a requerimientos específicos de hábitats, tales como la presencia de cuerpos de agua, áreas con mayor cobertura vegetal y hábitos principalmente nocturnos. Para este grupo únicamente se registró a la especie *Engystomops pustulosus*, específicamente en un sitio de muestreo del AP, sin embargo, esto no es indicativo de que el AP resulte ser un área exclusiva para la presencia de dicha especie. Adicionalmente, *Engystomops pustulosus* se caracteriza por ser una especie abundante y de amplia distribución en la región, sin embargo, por temas logísticos y de seguridad, no fue posible realizar muestreos dentro de la RE en lugares con mejores características ambientales para aumentar su probabilidad de registro en dicha área.

En general el AP constituye un área fuertemente impactada por actividades agrícolas y ganaderas. Dichas prácticas han generado pérdida de cobertura vegetal y fragmentación del hábitat, disminuyendo la calidad ambiental y la disponibilidad de alimento para los distintos grupos faunísticos.

Durante los muestreos realizados se identificaron nueve especies dentro de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010: dento de la categoría Sujeta a protección especial (Pr) se registró a *Ctenosaura acanthura, Buteogallus anthracinus, Falco peregrinus, Micrastur ruficollis, Passerina ciris, Tachybaptus dominicus* y *Eupsittula nana*; y las especies *Campylorhynchus rufinucha* y *Amazona autumnalis* como Amenazadas (A). Dichas especies, sumadas a aquellas registradas en la Lista Roja de la IUCN y en los Apéndices de la CITES, resaltan la importancia en la conservación de la zona, siendo necesario atender las presiones que enfrentan sus poblaciones, tales como la fragmentación y pérdida de hábitat.

En conjunto, los resultados muestran que ambas áreas poseen características similares, lo cual se ve reflejado en la riqueza y equidad de la mayoría de los grupos faunísticos, observando valores ligeramente mayores

CONSULTA AL PÚBLICO

dentro de la RE, en comparación al AP. Lo anterior demuestra que los disturbios antropogénicos repercuten en la fauna presente en el AP. Sin embargo, la cercanía del AP con los cuerpos de agua presentes en la RE puede actuar como refugios o recursos alternativos, permitiendo que las especies se desplacen dentro y fuera del AP aprovechando los recursos que ofrece la RE. Adicional a la atención en los procesos de restauración vegetal, es de vital importancia para las comunidades faunísticas fortalecer la conectividad ecológica y el manejo del hábitat para favorecer la conservación de la diversidad faunística de la región.

III.3.3. Medio socioeconómico

III.3.3.1. Contexto Regional

El estado de Veracruz se distingue por su amplia disponibilidad de recursos naturales y por su ubicación estratégica en el litoral del Golfo de México, factores que han favorecido históricamente el desarrollo de diversas actividades productivas. Entre las más relevantes destacan la agricultura, la ganadería, la pesca, la agroindustria y las actividades relacionadas con el sector energético y petroquímico.

La posición geográfica de la entidad ha permitido consolidar importantes corredores comerciales y logísticos, impulsando el crecimiento de centros urbanos y zonas metropolitanas que concentran una parte significativa de la población y de la actividad económica estatal. Asimismo, la presencia de infraestructura portuaria de gran capacidad fortalece la integración de Veracruz con los mercados nacionales e internacionales.

Por su extensión territorial y ubicación dentro del país, Veracruz desempeña un papel relevante en los ámbitos económico, social y cultural. Estas condiciones han favorecido la diversificación de sus actividades productivas y la consolidación de sectores estratégicos para el desarrollo regional (GOB, 2019).

La economía estatal se encuentra entre las más importantes del país y se sustenta en actividades primarias, industriales y de servicios. Destacan la producción agropecuaria, la industria petroquímica, la generación de energía, el comercio y el transporte marítimo. En este sentido, Veracruz cuenta con tres puertos marítimos comerciales y cinco puertos de cabotaje, que constituyen infraestructura fundamental para el intercambio de mercancías y la conectividad regional.

En el sector industrial sobresalen las industrias azucarera, metalúrgica, papelera, textil, cervecera, cementera, de fertilizantes y de fabricación de maquinaria, entre otras. Asimismo, en el municipio de Alto Lucero se localiza la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, única instalación de generación nucleoeléctrica en operación en México.

III.3.3.2. Metodología

Para la caracterización y análisis del medio socioeconómico se recopiló información relacionada con los principales indicadores demográficos, sociales, económicos y culturales de la Región Ecológica (RE). Entre las variables analizadas se incluyen población total, crecimiento poblacional, marginación, acceso a servicios de salud,

CONSULTA AL PÚBLICO

educación, vivienda, niveles de pobreza, actividades económicas, empleo, ingresos, migración, población económicamente activa (PEA), así como aspectos culturales y patrimoniales.

La información fue obtenida principalmente de fuentes oficiales, entre las que destacan los Censos de Población y Vivienda y la Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), los cuadernillos estadísticos municipales y los planes de desarrollo municipal vigentes.

III.3.3.3. Resultados

III.3.3.3.1. Aspectos sociales

A. Demografía

La información demográfica fue obtenida del Censo de Población y Vivienda 2020 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). De acuerdo con los resultados del Inventario Nacional de Localidades (ITER, 2020) y la información disponible en CONAPO, la Región Ecológica del Proyecto se encuentra distribuida dentro de los municipios de Camarón de Tejeda, Comapa, Paso de Ovejas, Soledad de Doblado y Zentla, en el estado de Veracruz (*Tabla III-34*).

Tabla III-34. Número de habitantes por municipios de la RE

Municipio	Población total	Población masculina	Población femenina
Camarón de Tejeda	6,538	3,195	3,343
Comapa	19,876	9,975	9,901
Paso de Ovejas	33,442	16,531	16,911
Soledad de Doblado	28,130	13,872	14,258
Zentla	12,581	6,288	6,293
Total	100,567	49,861	50,706

Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

De los cinco municipios mencionados en el *Tabla III-34* y ubicados dentro de la RE, tres presentan datos relevantes para el análisis de factores socioeconómicos: Comapa, Soledad de Doblado y Zentla. En estos municipios se localizan 60 localidades distribuidas dentro de la superficie de la RE, con una población residente total de 10,492 personas para el año 2020 (*Tabla III-35*).

Tabla III-35. Localidades habitadas dentro la RE

Municipio	Localidad	Población total	Población femenina	Población masculina
Comapa	Paso Carretas	124	62	62
	Casa Blanca	49	24	25
	Cerritos	1,432	697	735
	El Ciruelo	18	7	11

CONSULTA AL PÚBLICO

Municipio	Localidad	Población total	Población femenina	Población masculina
	Corral de Piedra (Corralillo)	307	148	159
	Cueva Santa	27	14	13
	Chatillal	24	14	10
	La Esperanza	7	3	4
	El Limón	351	176	175
	Loma China	25	12	13
	San Francisco Nacaxtle	1,142	541	601
	La Piedra	40	18	22
	San Cristóbal	273	133	140
	Sonora	1,470	710	760
	Lagunilla	45	21	24
	La Luz	179	96	83
	La Cañada	12	6	6
	Vista Hermosa	371	177	194
	Paso Limón	66	35	31
	Paso La Unión	42	21	21
	El Barejonal (Pachital)	8	3	5
	El Olvido	15	6	9
	El Retiro	10	*	*
	Los Conrados	11	4	7
Soledad de Doblado	La Angostura	6	2	4
	Barranca de Palma	150	74	76
	Buenavista	134	68	66
	Emilio Carranza	138	73	65
	Huihuixtla	157	78	79
	El Izote	193	90	103
	La Jacaranda	14	5	9
	Mata Cazuela	763	368	395
	Huentitlán	2	*	*
	Mata del Gallo	36	16	20
	Mirador de Santa Rosa	325	159	166
	La Oriental	202	97	105
	Paso Achote	4	*	*
	Paso Don Roque	76	39	37
	Paso Lagarto	464	225	239
	Rancho Nuevo	3	*	*
	Santa Cruz	315	150	165
	Santa Rita	55	24	31
	Santa Rosa	138	63	75
	Tepetates	365	176	189
	Tizaltepec	290	150	140

CONSULTA AL PÚBLICO

Municipio	Localidad	Población total	Población femenina	Población masculina
	Mata Bejuco	3	*	*
	El Moreno	23	13	10
	La Campera (Los Pozos)	13	7	6
	El Volcán	85	44	41
	Paso Real	17	9	8
	San Pastor	9	*	*
	El Vergel	11	5	6
Zentla	Mata Coyote	119	55	64
	Contadero	89	47	42
	Rincón Patiño	58	27	31
	El Consuelo	83	37	46
	San Jorge	31	15	16
	Rincón Cazuela	2	*	*
	San Miguel	20	10	10
	Loma Sola	51	23	28
Total	**60 localidades**	**10,492**	**5,077**	**5,382**

De las 60 localidades identificadas dentro de la Región Ecológica (RE), cinco se localizan en las inmediaciones del Área del Proyecto (AP), al encontrarse dentro de un radio de 2 km respecto a sus límites. En conjunto, estas localidades concentran una población de 814 habitantes (*Tabla III-36*).

Tabla III-36. Localidades cercanas al área del Proyecto

Municipio	Localidad	Población total
Soledad de Doblado	Tepetates	365
	Santa Rita	55
Comapa	Los Conrados	11
	Vista Hermosa	371
	La Cañada	12
Total		**814**

De acuerdo con las proyecciones demográficas del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2024), la población conjunta de los municipios que integran el área de estudio alcanzará aproximadamente 58,095 habitantes para el año 2040. Asimismo, dichos municipios presentan tasas de crecimiento poblacional negativas, lo que refleja una tendencia de bajo crecimiento demográfico asociada, principalmente, a procesos de migración y/o a una disminución en las tasas de natalidad (*Figura III-38* y *Figura III-39*).

CONSULTA AL PÚBLICO

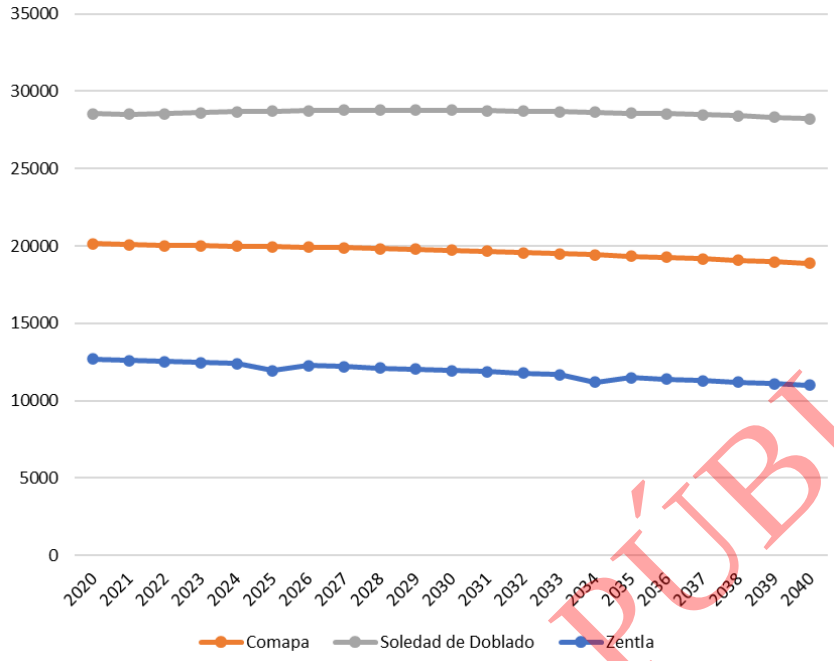
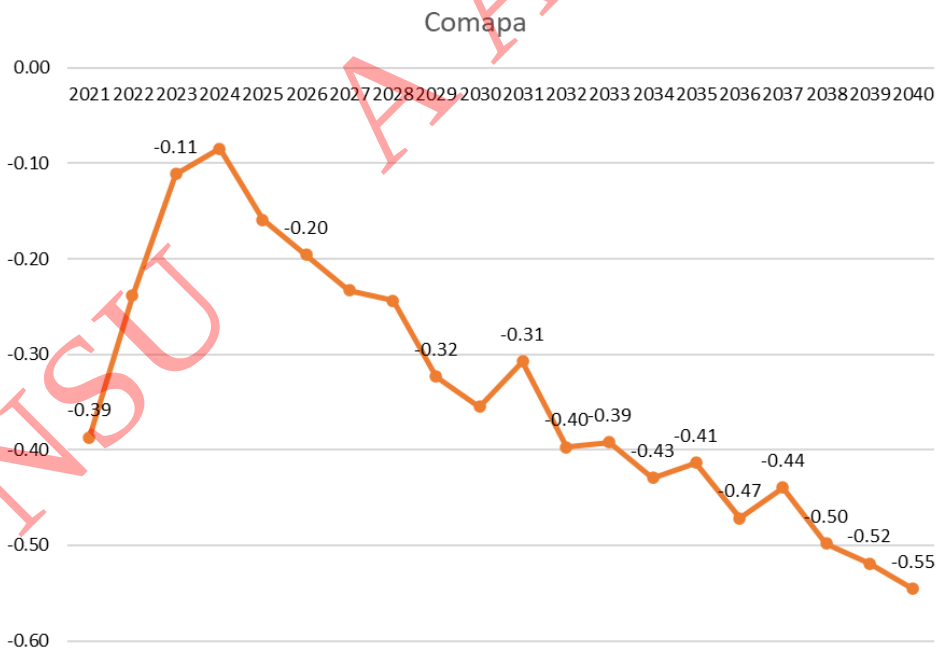


Figura III-38. Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2016-2030 de los municipios del área la RE

Fuente: CONAPO, 2010.



CONSULTA AL PÚBLICO

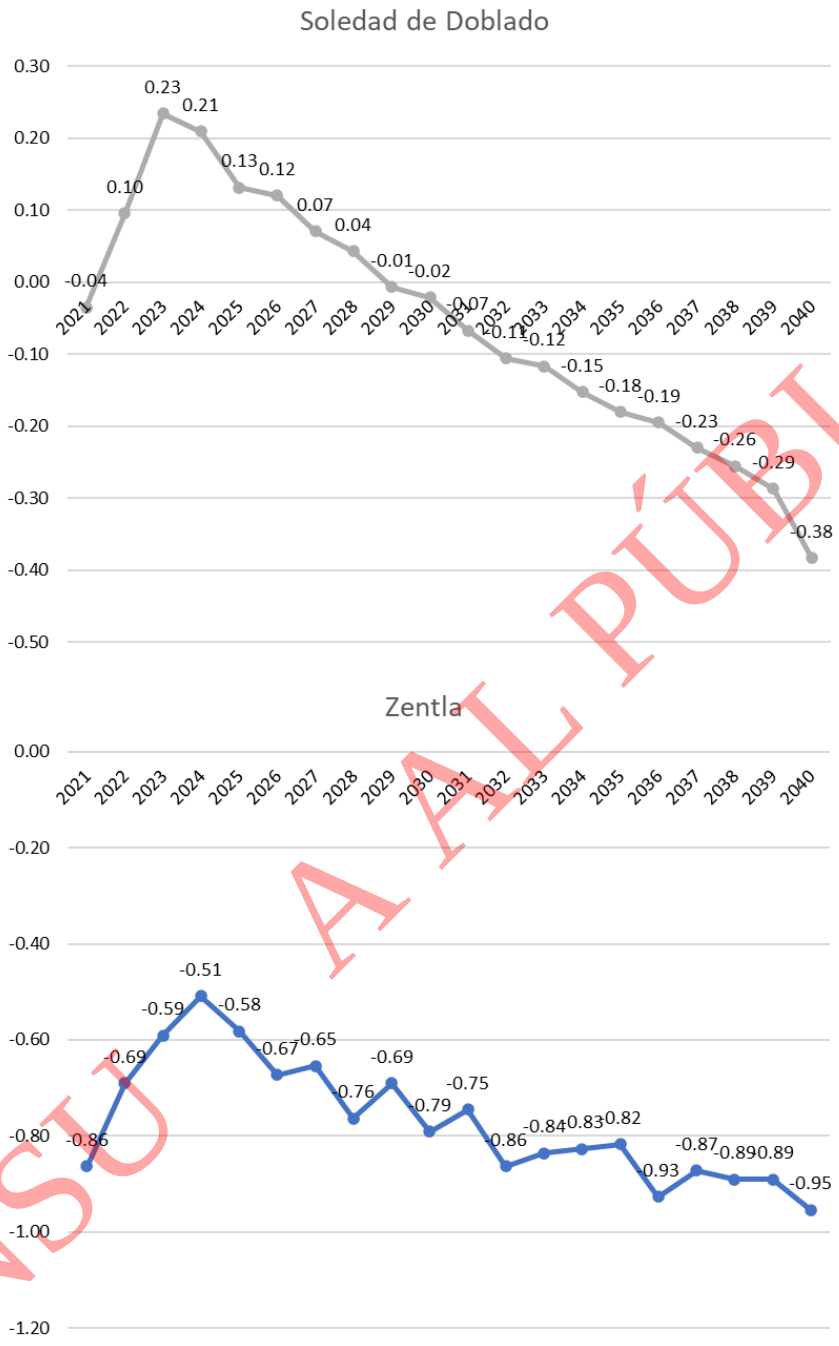


Figura III-39. Tasa de crecimiento (2020-2040) poblacional en los municipios del área la RE.

Fuente: CONAPO, 2024.

La dinámica demográfica de los municipios comprendidos en la Región Ecológica (RE) muestra una distribución poblacional equilibrada entre hombres y mujeres. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), los hombres representan el 49.36 % de la población total, mientras que las mujeres constituyen el 50.64 %, proporciones similares a las observadas a nivel estatal y nacional (*Figura III-40*).

CONSULTA AL PÚBLICO

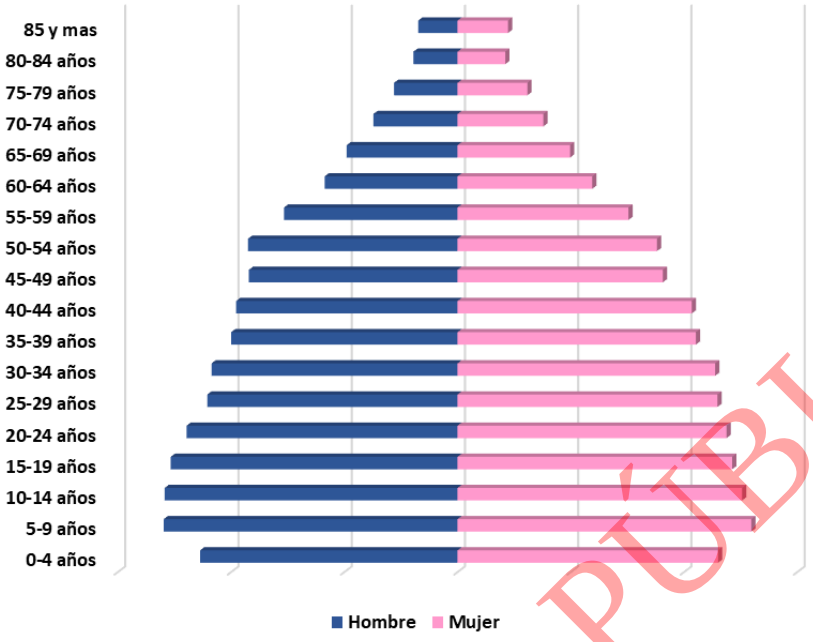


Figura III-40. Población por rango de edad y sexo

La estructura por edades indica que el mayor porcentaje de la población se concentra en los grupos de 0 a 29 años, los cuales representan en promedio el 46.56 % de la población total de los municipios analizados. Esta distribución permite caracterizar a la población regional como predominantemente joven.

En cuanto a la densidad de población, el estado de Veracruz registra un promedio de 112 habitantes por kilómetro cuadrado, valor superior al promedio nacional estimado en 64 hab/km² para el año 2020. A nivel municipal, Comapa presenta una densidad de 60.2 hab/km², Soledad de Doblado de 64.77 hab/km² y Zentla de 70.7 hab/km². Por su parte, la Región Ecológica del Proyecto registra una densidad poblacional de 36.73 hab/km², lo que refleja una ocupación del territorio relativamente baja en comparación con los valores estatal y nacional.

Pobreza

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010), la pobreza se analiza a partir de tres dimensiones: bienestar económico, derechos sociales y contexto territorial. La primera comprende las necesidades asociadas a los bienes y servicios que la población puede adquirir mediante su ingreso; la segunda se integra a partir de las carencias de la población en el ejercicio de sus derechos para el desarrollo social; y la tercera incorpora aspectos que trascienden el ámbito individual, como características geográficas, sociales y culturales, entre otras, en particular aquellas relacionadas con el grado de cohesión social y otros elementos considerados relevantes para el desarrollo social.

CONSULTA AL PÚBLICO

La población en situación de pobreza multidimensional es aquella cuyos ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios necesarios para satisfacer sus necesidades, y que además presenta al menos una carencia en alguno de los siguientes seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

Entre 2018 y 2022, el porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional a nivel nacional pasó de 41.9 % a 36.3 %. En otras palabras, en 2022, 36 de cada 100 personas en México presentaban al menos una privación en sus derechos sociales y contaban con un ingreso mensual per cápita insuficiente para adquirir una canasta alimentaria, así como los bienes y servicios necesarios.

En contraste, el porcentaje de población en situación de pobreza extrema se mantuvo prácticamente sin cambios entre 2018 y 2022: 7.0 % en 2018 y 7.1 % en 2022. Esto significa que el número de personas en pobreza extrema aumentó de 8.7 a 9.1 millones en ese periodo.

De acuerdo con el CONEVAL, el porcentaje de población en situación de pobreza en el estado de Veracruz es de 60.8 %. Dentro de los municipios existentes en la RE, se observan niveles elevados de pobreza. Por ejemplo, el municipio de Coroneo presenta 88.3 % de población en situación de pobreza y 28.0 % en pobreza extrema; el municipio de Soledad de Doblado registra 67.7 % de población en situación de pobreza y 17.5 % en pobreza extrema; mientras que el municipio de Zentla reporta 63.6 % de población en situación de pobreza y 14.5 % en pobreza extrema. Lo anterior sugiere que en estos municipios una proporción importante de la población tiene ingresos insuficientes para adquirir los bienes y servicios necesarios para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (*Tabla III-37*).

Tabla III-37. Pobreza de los municipios en el área de estudio.

Municipio	Pobreza (%)	Pobreza extrema (%)	Pobreza moderada (%)
Comapa	88.3	28.0	60.4
Soledad de Doblado	67.7	17.5	50.2
Zentla	63.6	14.5	49.1

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

De acuerdo con las estimaciones de CONEVAL (2020), la principal condición de vulnerabilidad en los municipios del área de estudio corresponde a la vulnerabilidad por carencias sociales, es decir, población que presenta una o más carencias sociales, aunque dispone de ingresos superiores a la línea de bienestar. En este contexto, el municipio de Zentla registra el mayor porcentaje de población en esta condición (31.8 %), seguido de Soledad de Doblado (22.3 %) y Comapa (10.7 %) (*Tabla III-38*).

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-38. Medición de la pobreza en municipios del área de estudio. Porcentaje, número de personas y carencias promedio en los indicadores de pobreza, por municipio.

Municipio	Vulnerabilidad por carencia social		Vulnerabilidad por ingreso		No pobres y no vulnerables	
	%	Personas	%	Personas	%	Personas
Comapa	10.7	2,593	0.6	138	0.4	86
Soledad de Doblado	22.3	6,971	4.0	1,264	6.0	1,864
Zentla	31.8	4,641	2.1	304	2.5	370

Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Uno de los componentes fundamentales de la medición multidimensional de la pobreza corresponde a las carencias sociales, las cuales evalúan el acceso efectivo de la población a derechos básicos relacionados con educación, salud, seguridad social, vivienda y alimentación. Para ello, CONEVAL considera seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

La principal carencia identificada en los municipios del área de estudio corresponde al acceso a la seguridad social, con valores de 89.9 % en Comapa, 72.3 % en Soledad de Doblado y 82.8 % en Zentla. En segundo término, destaca la carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda, que afecta al 46.5 %, 47.8 % y 47.1 % de la población de dichos municipios, respectivamente. Asimismo, la carencia por acceso a los servicios de salud presenta porcentajes significativos, particularmente en Zentla (49.0 %) y Soledad de Doblado (41.1 %) (*Tabla III-39*).

Tabla III-39. Medición de la pobreza en el municipio del área de estudio. Porcentaje de población según carencia social en los municipios

Municipio	Rezago educativo	Carencia por acceso a los servicios de salud	Carencia por acceso a la seguridad social	Carencia por calidad y espacios de la vivienda	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	Carencia por acceso a la alimentación
Comapa	46.3	30.9	89.9	10.4	46.5	26.3
Soledad de Doblado	35.5	41.1	72.3	11.6	47.8	26.6
Zentla	35.7	49.0	82.8	7.2	47.1	13.0

Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Por su parte, el rezago educativo alcanza valores de 46.3 % en Comapa, 35.5 % en Soledad de Doblado y 35.7 % en Zentla. Este indicador considera a la población que no ha concluido el nivel educativo obligatorio correspondiente a su grupo de edad, de acuerdo con los criterios establecidos por CONEVAL.

En conjunto, estos resultados reflejan la persistencia de rezagos sociales relevantes en los municipios del área de estudio, particularmente en materia de seguridad social, educación, salud y acceso a servicios básicos, aspectos que influyen directamente en las condiciones de bienestar de la población.

CONSULTA AL PÚBLICO

Marginación

La marginación es un fenómeno estructural que refleja las condiciones de exclusión de determinados grupos sociales respecto al acceso a los beneficios del desarrollo. De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO), este indicador se integra a partir de cuatro dimensiones fundamentales: educación, ingresos, características de la vivienda y distribución de la población.

En 2020, el estado de Veracruz registró un grado de marginación alto, ocupando el cuarto lugar a nivel nacional (CONAPO, 2020). La evaluación de este indicador permite identificar condiciones de rezago social que pueden influir en la capacidad de la población para acceder a oportunidades de desarrollo y mejorar su calidad de vida.

En los municipios relacionados con el área de estudio, el grado de marginación presenta variaciones importantes. El municipio de Comapa registra un grado de marginación alto, Zentla un grado medio y Soledad de Doblado un grado bajo (*Tabla III-40*). Estos resultados indican que, particularmente en Comapa y Zentla, persisten rezagos asociados con variables como educación, calidad de la vivienda, distribución de la población e ingresos, mientras que Soledad de Doblado presenta condiciones socioeconómicas relativamente más favorables.

Tabla III-40. Grado de marginación en municipios del área de estudio

Municipio	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación normalizado	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Comapa	50.146	Alto	0.79	365
Soledad de Doblado	55.251	Bajo	0.87	1,454
Zentla	54.125	Medio	0.85	1 ,159

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

III.3.3.4. Indicadores socioeconómicos

Vivienda

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce el derecho de toda familia a disfrutar de una vivienda digna y decorosa. En este contexto, las características de la vivienda y el acceso a servicios básicos constituyen indicadores relevantes para evaluar las condiciones de bienestar de la población.

De acuerdo con la información analizada, la principal condición de rezago habitacional en los municipios del área de estudio corresponde al hacinamiento, entendido como la ocupación de una vivienda por un número de personas superior a la capacidad adecuada de sus espacios habitables. Este indicador presenta valores de 29.78 % en Comapa, 24.38 % en Soledad de Doblado y 17.72 % en Zentla (*Tabla III-41*).

En términos generales, la mayoría de las viviendas de los municipios cuentan con acceso a los servicios básicos, tales como energía eléctrica, drenaje y agua entubada. No obstante, el municipio de Comapa registra las mayores proporciones de viviendas sin drenaje (10.52 %) y sin acceso a agua entubada (16.16 %), lo que

CONSULTA AL PÚBLICO

evidencia condiciones de infraestructura menos favorables en comparación con los demás municipios del área de estudio.

Los resultados indican que, si bien existe una cobertura relativamente amplia de servicios básicos en la vivienda, persisten rezagos asociados principalmente al hacinamiento y, en menor medida, a la disponibilidad de infraestructura sanitaria y de abastecimiento de agua, particularmente en las localidades con mayores niveles de marginación.

Tabla III-41. Indicadores de vivienda y acceso a servicios básicos en los municipios del área de estudio

Municipio	% Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado	% Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica	% Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada	% Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra	% Viviendas particulares con hacinamiento
Comapa	10.52	1.90	16.16	4.88	29.78
Soledad de Doblado	2.81	0.57	1.01	2.19	24.38
Zentla	3.36	1.28	1.78	3.46	17.72

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

En los municipios de Comapa, Soledad de Doblado y Zentla, la mayoría de las viviendas presentan paredes construidas con materiales duraderos, principalmente tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto, con porcentajes de 91.19 %, 93.34 % y 89.27 %, respectivamente.

En cuanto a los techos, predominan las cubiertas de lámina metálica, presentes en el 69.15 % de las viviendas de Comapa, el 53.03 % de Soledad de Doblado y el 73.94 % de Zentla. En segundo término se encuentran las viviendas con losa de concreto o sistema de vigueta y bovedilla, que representan el 24.82 %, 29.11 % y 20.45 % de las viviendas de dichos municipios, respectivamente (*Tabla III-42* y *Tabla III-43*).

Respecto a la tenencia de la vivienda, en los tres municipios predominan las viviendas propias, seguidas por aquellas ocupadas bajo la modalidad de préstamo o propiedad de algún familiar (*Tabla III-44*).

Tabla III-42. Material en paredes de las viviendas

Municipio	Material en paredes									
	Viviendas particulares habitadas y ocupantes	Material de desecho	Lámina de cartón	Lámina de asbesto o metálica	Carrizo, bambú o palma	Embarro bajareque	Madera	Adobe	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	No especificado
Comapa	5,540	0.11	0.13	0.18	0.36	0.00	**8.03**	0.00	**91.19**	0.00
Soledad de Doblado	8,818	0.51	0.85	1.02	0.14	0.06	**4.08**	0.00	**93.34**	0.00
Zentla	3,569	0.11	0.17	0.34	0.25	0.00	**9.78**	0.08	**89.27**	0.00

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-43. Material en techos de las viviendas

Municipio	Material en techos											
	Viviendas particulares habitadas y ocupantes	Material de desecho	Lámina de cartón	Lámina metálica	Lámina de asbesto	Lámina de fibrocemento	Palma o paja	Madera o tejamanil	Terrado con viguería	Teja	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	No especificado
Comapa	5,540	0.00	0.60	69.15	3.43	0.14	0.05	0.00	0.07	1.73	24.82	0.00
Soledad de Doblado	8,818	0.17	1.10	53.03	13.91	0.06	0.17	0.44	0.16	1.85	29.11	0.00
Zentla	3,569	0.14	0.67	73.94	2.94	0.34	0.00	0.06	0.06	1.40	20.45	0.00

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Tabla III-44. Tenencia de las viviendas

Municipio	Tenencia					
	Viviendas particulares habitadas y ocupantes	Propia	Alquilada	Es de un familiar o les prestan la vivienda	Otra situación	No especificado
Comapa	5,540	86.59	0.72	9.01	3.68	0.00
Soledad de Doblado	8,818	79.24	7.56	12.17	1.03	0.00
Zentla	3,569	88.06	1.88	9.55	0.50	0.00

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Seguridad social

Dentro de la Región Ecológica (RE) se cuenta con infraestructura para la atención de servicios de salud de primer nivel, integrada por unidades pertenecientes a la Secretaría de Salud, IMSS, IMSS-Bienestar y servicios médicos privados. En total se identificaron 35 establecimientos de atención médica distribuidos en los municipios de Comapa, Soledad de Doblado y Zentla (*Tabla III-45*). De éstos, 12 se localizan en Comapa, 17 en Soledad de Doblado y 6 en Zentla, lo que permite a la población acceder a servicios básicos de atención médica.

Tabla III-45. Infraestructura para la atención en salud en el municipio de la RE

Municipio	Secretaria de salud	IMSS	SERVICIOS DE SALUD IMSS BIENESTAR	IMSS Régimen bienestar	Cruz roja	Servicios médicos privados
Comapa	6	-	4	2	-	-
Soledad de Doblado	6	1	5	2	-	3
Zentla	2	-	2	2	-	-

Fuente: CIES con datos de la Secretaría de Salud, Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). Ultima modificación 20 de diciembre de 2024.

En cuanto a la afiliación a servicios de salud, el 72.16 % de la población de Comapa, el 66.29 % de Soledad de Doblado y el 59.82 % de Zentla reportó estar afiliada a alguna institución de salud (*Tabla III-46*). n los tres

CONSULTA AL PÚBLICO

municipios, la principal institución de afiliación corresponde al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI y/o Seguro Popular), que concentra el 94.65 % de la población afiliada en Comapa, el 63.96 % en Soledad de Doblado y el 79.79 % en Zentla. En segundo término, destaca la afiliación al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), particularmente en Soledad de Doblado (29.68 %) y Zentla (17.28 %).

Tabla III-46. Condición de afiliación a los servicios de salud en municipio del área de estudio

Municipio	Condición de afiliación a servicios de salud										
	Afiliada									No afiliada	No especificado
	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de Salud para el Bienestar[1]	IMSS BIENESTAR	Institución privada	Otra institución[2]		
Comapa	72.16	4.31	0.61	0.02	0.22	**94.65**	0.15	0.09	0.10	**27.80**	0.03
Soledad de Doblado	66.29	**29.68**	4.88	0.10	1.29	**63.96**	0.40	0.18	0.21	**33.69**	0.01
Zentla	59.82	**17.28**	2.00	0.23	0.10	**79.79**	0.42	0.23	0.71	**40.15**	0.02

1 En enero de 2020, entró en funciones el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI); sin embargo, la categoría incluye también a la población que declaró estar afiliada al Seguro Popular. 2 Incluye instituciones de salud públicas o privadas.

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Respecto a la población no afiliada a servicios de salud, Zentla presenta la proporción más alta con 40.15 %, seguido de Soledad de Doblado con 33.69 % y Comapa con 27.80 %. Esta situación sugiere una dependencia significativa de servicios médicos particulares, incluidos consultorios anexos a farmacias y otros establecimientos privados para la atención de necesidades básicas de salud.

Educación

La educación constituye un derecho humano fundamental y un elemento indispensable para el desarrollo integral de las personas, al contribuir al fortalecimiento de sus capacidades, habilidades y oportunidades de bienestar. Asimismo, representa un indicador relevante para evaluar las condiciones de desarrollo social de una población.

De acuerdo con el INEGI (2020), en el estado de Veracruz el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 8.7 años, equivalente a casi el tercer grado de secundaria. Asimismo, el 8 % de la población de este grupo de edad no sabe leer ni escribir, siendo las personas de 75 años y más las que presentan los mayores índices de analfabetismo.

En los municipios de Comapa, Soledad de Doblado y Zentla, la población de 15 años y más que sabe leer y escribir representa el 83.54 %, 90.35 % y 90.91 %, respectivamente. Por su parte, la población analfabeta

CONSULTA AL PÚBLICO

corresponde al 16.45 % en Comapa, 9.60 % en Soledad de Doblado y 8.99 % en Zentla (*Tabla III-47*). Estos resultados indican que Comapa presenta el mayor rezago educativo entre los municipios analizados.

Tabla III-47. Porcentaje de población de 15 y más años analfabeta y sin primaria completa

Municipio	Población de 15 años y más	Alfabeta	%	Analfabeta	%	No especificado
Comapa	14,479	12,096	83.54	2,383	16.45	0
Soledad de Doblado	21,559	19,479	90.35	2,070	9.60	10
Zentla	9,688	8,808	90.91	871	8.99	9

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

En cuanto al nivel educativo de la población de 3 años y más, predominan los estudios de educación básica, particularmente primaria y secundaria. En menor proporción se registran estudios de nivel medio superior y superior, lo que refleja una estructura educativa característica de municipios con predominio de actividades rurales y agropecuarias (*Tabla III-48*). Estos resultados indican que Comapa presenta el mayor rezago educativo entre los municipios analizados.

Tabla III-48. Condición educativa de la población mayor de 15 años

Municipio	Población de 3 años y mas	Nivel de escolaridad													
		Sin escolaridad	Educación básica						Educación media superior			Educación superior			No especificado
			Preescolar	Primaria	Secundaria				Estudios técnicos o comerciales	Bachillerato	Normal básica	Estudios técnicos o comerciales	Licenciatura	Posgrado	
					Total	1 a 2 grados	3 grados	No especificado							
Comapa	18,863	2,532	1,029	9,799	3,482	882	2,599	1	5	1,524	0	36	416	22	9
	%	13.42	5.45	51.94	18.45	25.33	74.64	0.002	0.02	8.07	0	0.19	2.20	0.11	0.04
Soledad de Doblado	26,987	2,252	1,124	12,355	5,910	1,494	4,413	3	22	3,455	7	120	1,529	131	26
	%	7.91	0.18	45.78	21.89	25.27	74.67	0.05	0.08	12.80	0.02	0.44	5.66	0.48	0.09
Zentla	12,039	963	472	5,472	3,235	570	2,665	0	2	1,291	4	29	512	27	15
	%	7.99	3.92	45.45	26.87	17.61	82.38	0	0.01	10.72	0.03	0.24	4.25	0.22	0.12

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

CONSULTA AL PÚBLICO

Actividades económicas

El estado de Veracruz constituye una de las economías más importantes del país debido a su ubicación estratégica en el Golfo de México, su infraestructura portuaria y la diversidad de actividades productivas que desarrolla. En 2024 aportó aproximadamente el 4.3 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, destacando la participación de las industrias manufactureras, que representan cerca del 16.7 % de la economía estatal.

La actividad económica de la entidad se sustenta en los sectores agropecuario, industrial y de servicios. Entre las actividades más relevantes destacan la agricultura, la ganadería, la industria petroquímica, la producción de azúcar, la industria alimentaria, la manufactura y el comercio. Asimismo, Veracruz concentra una importante infraestructura energética e industrial asociada a la extracción y transformación de hidrocarburos.

La entidad cuenta con una amplia red de infraestructura de transporte y logística, incluyendo puertos marítimos de relevancia nacional que permiten el movimiento de mercancías y fortalecen su integración con los mercados nacionales e internacionales. Esta condición ha favorecido la atracción de inversión nacional y extranjera en diversos sectores productivos.

A nivel regional, las actividades económicas predominantes están asociadas principalmente al sector primario, destacando la agricultura y la ganadería. La distribución espacial de las unidades económicas y de los usos del suelo permite identificar una marcada vocación agropecuaria en la Región Ecológica, condición que ha influido en la transformación de la cobertura vegetal original y en la configuración actual del paisaje.

PEA

La población económicamente activa (PEA) corresponde al conjunto de personas en edad de trabajar que se encuentran ocupadas o en búsqueda de empleo. Este indicador permite evaluar la participación de la población en las actividades productivas y constituye un elemento relevante para caracterizar las condiciones socioeconómicas del área de estudio.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), la población económicamente activa ocupada presenta una mayor participación de hombres en los tres municipios analizados. En Comapa, los hombres representan el 74.61 % de la PEA ocupada, mientras que las mujeres constituyen el 25.38 %. En Soledad de Doblado la participación masculina corresponde al 66.00 % y la femenina al 33.99 %, mientras que en Zentla los hombres representan el 76.21 % y las mujeres el 23.78 % (*Tabla III-49*).

Tabla III-49. Población económicamente activa (PEA)

Municipio	Población de 12 años y más	PEA ocupada	PEA ocupada hombre	%	PEA ocupada mujer	%
Comapa	15,500	8,402	6,269	74.61	2,133	25.38
Soledad de Doblado	22,913	12,980	8,567	66.00	4,413	33.99
Zentla	10,349	5,726	4,364	76.21	1,362	23.78

INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

CONSULTA AL PÚBLICO

Por su parte, la población económicamente no activa se concentra principalmente en mujeres. En Comapa, el 80.49 % de esta población corresponde al sexo femenino; en Soledad de Doblado, el 75.22 %; y en Zentla, el 83.02 % (*Tabla III-50*). Este comportamiento refleja una menor incorporación de las mujeres al mercado laboral formal en comparación con los hombres, situación común en municipios con predominio de actividades agropecuarias y rurales.

Tabla III-50. Población económicamente no activa en el municipio la RE

Municipio	Población de 12 años y más	Población no económicamente activa	No especificado	Población no económicamente activa - hombre	%	Población no económicamente activa - mujer	%
Comapa	15,500	6,892	77	1,344	19.50	5,548	80.49
Soledad de Doblado	22,913	9,573	102	2,372	24.77	7,201	75.22
Zentla	10,349	4,555	54	773	16.97	3,782	83.02

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Para caracterizar la estructura económica regional se analizaron los sectores primario, secundario y terciario con base en información del INEGI (2020). Los municipios de Comapa y Zentla presentan una clara vocación agropecuaria, ya que el sector primario (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) concentra el 61.42 % y el 64.98 % de la población ocupada, respectivamente.

En contraste, el municipio de Soledad de Doblado presenta una estructura económica más diversificada, donde el sector primario concentra el 31.50 % de la población ocupada, seguido por el sector terciario con el 28.13 %, integrado por actividades relacionadas con el comercio y los servicios de transporte, comunicaciones, servicios profesionales, financieros, sociales y gubernamentales (*Tabla III-51*).

Tabla III-51. Sectores de actividad económicas en los municipios de la RE

Municipio	Sector de actividad económica					
	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Minería, industrias manufactureras, electricidad y agua	Construcción	Comercio	Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros	No especificado
Comapa	61.42	7.76	6.15	8.27	16.23	0.17
Soledad de Doblado	31.50	11.80	6.96	19.39	28.13	2.22
Zentla	64.98	11.55	3.52	5.97	13.48	0.50

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

En conjunto, estos resultados muestran que la economía de la Región Ecológica mantiene una fuerte dependencia de las actividades del sector primario, particularmente de la agricultura y la ganadería, las cuales

CONSULTA AL PÚBLICO

constituyen la principal fuente de empleo e influyen directamente en la configuración actual del uso del suelo y del paisaje regional.

Ingreso por trabajo

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos 2025, hay un salario mínimo aplicable a todo el país, el cual es de $278.80 pesos diarios, mientras que en la Zona Libre de la Frontera Norte es de $419.88 pesos diarios (CONASAMI, 2025). El cual varía, dependiendo la profesión, de las cuales, se enuncian algunas a continuación, según los salarios mínimos estipulados por esta Comisión: Oficial de Albañilería $321.63; operador(a) de Buldozer y/o traxcavo, $336.94; chofer de camión de carga en general $328.23; chofer de camioneta de carga en general $318.93; chofer operador(a) de vehículos con grúa $306.79; operador(a) de draga $340.04; oficial electricista instalador(a) y reparador(a) de instalaciones eléctricas $315.21; secretario(a) auxiliar $331.50; soldador(a) con soplete o con arco eléctrico $318.26; vaquero(a) ordeñador(a) a máquina $283.47; Velador(a) $288.83.

Dentro de la población económicamente activa de los municipios el mayor porcentaje de la población son trabajadores asalariados (Personas contratadas por uno o varios empleadores, también conocido como patrón, que les asigna una serie de actividades durante su jornada laboral, les paga una cantidad en dinero periódicamente y les otorga ciertos beneficios, a esta paga se le conoce también como sueldo o salario), el municipio de Comapa con el 67.23%, Soledad de Doblado con el 64.37% y Zentla con el 71.94%, por lo que se infiere están registrados dentro de alguna empresa, industria, entre otros, seguido por los trabajadores por cuenta propia para los tres municipios, como se puede observar en el *Tabla III-52*. En las percepciones monetarias por fuentes distintas al trabajo destacan los programas de gobierno (*Tabla III-53*) (El gobierno federal otorga recursos económicos a través de los programas sociales, los cuales buscan atender las distintas necesidades que a lo largo del territorio nacional existen para procurar mejores condiciones de vida de la población).

Tabla III-52. Posición en el trabajo

Municipio	Población de 12 años y más ocupada	Posición en el trabajo				
		Trabajadores asalariados	Empleadores	Trabajadores por cuenta propia	Trabajadores sin pago	No especificado
Comapa	7,053	**67.23**	2.57	**16.05**	14.15	0.00
Soledad de Doblado	10,328	**64.37**	2.84	**29.27**	3.52	0.00
Zentla	4,971	**71.94**	7.77	**14.89**	5.41	0.00

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla III-53. Condición de percepción de ingresos monetarios de fuentes distintas al trabajo

Municipio	Condición de percepción de ingresos monetarios de fuentes distintas al trabajo					
	Con percepción monetaria y tipo de fuente				Sin percepción monetaria	No especificado
	Programas de gobierno	Jubilación o pensión	De alguna persona que vive en otra vivienda dentro del país	De alguna persona que vive en otro país		
Comapa	92.69	0.93	4.99	10.65	45.64	0.00
Soledad de Doblado	83.21	12.95	12.11	8.06	58.17	0.00
Zentla	82.60	12.33	6.90	16.67	54.14	0.00

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Movilidad cotidiana por trabajo

La movilidad urbana se refiere al conjunto de desplazamientos que los habitantes de las urbes realizan para acceder a sus actividades cotidianas (Empleo, centros de educación, esparcimiento, servicios, entre otros). En los municipios la movilidad cotidiana por trabajo se realiza dentro de estos mismos municipios siendo superior al 90% de la población (Comapa 93.34%, Soledad de Doblado 91.14% y Zentla 91.01%), lo que indica que los municipios tienen suficiente oferta laboral. La movilidad de trabajo fuera de los municipios, entidad o país es baja para los tres municipios (*Tabla III-54*).

Tabla III-54. Movilidad por lugar de trabajo

Municipio	Lugar de trabajo				
	En la misma entidad			En otra entidad o país	No especificado
	En el mismo municipio	En otro municipio	No especificado		
Comapa	93.34	6.66	0.00	0.15	0.80
Soledad de Doblado	91.14	8.78	0.09	0.11	0.09
Zentla	91.01	8.99	0.00	0.17	0.89

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.

Migración México-Estados Unidos

De acuerdo con el Índice de Intensidad Migratoria 2020 de CONAPO, el municipio de Zentla presenta un grado de intensidad migratoria alto, ocupando el lugar 470 a nivel nacional. Comapa registra un grado medio (lugar 543), mientras que Soledad de Doblado presenta una intensidad migratoria muy baja (lugar 1,903). Estos resultados indican una mayor incidencia de migración internacional en Zentla y, en menor medida, en Comapa (*Tabla III-55*).

Tabla III-55. Índice de intensidad migratoria en el municipio la RE

Municipio	Índice de intensidad migratoria 2020	Grado de intensidad migratoria	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Comapa	61.82	Medio	543
Soledad de Doblado	64.77	Muy bajo	1,903
Zentla	61.44	Alto	470

Fuente: CONAPO, 2020.

CONSULTA AL PÚBLICO

Aspectos culturales

En cuanto a los aspectos culturales, la población que se reconoce como indígena representa el 35.49 % en Comapa, el 9.07 % en Zentla y el 8.92 % en Soledad de Doblado. Sin embargo, el uso y comprensión de lenguas indígenas es muy limitado, ya que más del 99 % de la población de los tres municipios no habla ni comprende alguna lengua indígena.

Asimismo, de acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI, 2020), no se identifican localidades indígenas dentro de la Región de Estudio.

III.3.3.5. Conclusiones

Los municipios que integran la Región de Estudio presentan condiciones socioeconómicas caracterizadas por niveles importantes de pobreza, rezago educativo y carencias sociales, particularmente en materia de seguridad social y acceso a servicios básicos. Asimismo, se observa una tendencia de crecimiento poblacional limitada e incluso negativa en algunos municipios.

La estructura económica regional se sustenta principalmente en actividades del sector primario, complementadas por actividades comerciales y de servicios. En este contexto, el Proyecto podría generar beneficios económicos temporales mediante la contratación de mano de obra local y la demanda de bienes y servicios durante las etapas de construcción y operación.

Considerando las características socioeconómicas de la región y la experiencia reciente en el desarrollo de proyectos fotovoltaicos en el estado de Veracruz, no se prevé la generación de impactos sociales adversos significativos. Por el contrario, se espera una contribución positiva, aunque moderada, al empleo y a la dinámica económica local.

III.3.4. Paisaje

El paisaje puede entenderse como la porción de un territorio observable desde un punto determinado (RAE, 2017). Desde la perspectiva de la gestión ambiental, se considera una unidad territorial heterogénea integrada por distintos ecosistemas que interactúan entre sí y generan patrones espaciales reconocibles (Forman y Gordon, 1981).

Actualmente, el paisaje constituye un recurso ambiental de gran relevancia debido a su valor escénico, ecológico y social. Las modificaciones derivadas de proyectos de infraestructura pueden alterar la percepción visual y las características del territorio, por lo que resulta necesario evaluar sus efectos y establecer medidas que eviten o mitiguen posibles procesos de degradación. Asimismo, los paisajes con alta calidad visual pueden representar un valor asociado a la conservación, la recreación y el patrimonio cultural de una región (Estévez *et al.*, 2012; Alberruche del Campo *et al.,* 2015).

CONSULTA AL PÚBLICO

III.3.4.1. Visibilidad

La visibilidad se refiere a la capacidad de un objeto para ser observado en función de la distancia, las condiciones atmosféricas y las características del entorno (RAE, 2017b). Para su análisis se emplea el concepto de cuenca visual, entendida como el área desde la cual un punto u objeto puede ser observado, constituyendo una herramienta fundamental para la evaluación del paisaje visual (Gonzalo, 1996).

La extensión y configuración de una cuenca visual dependen principalmente del relieve, ya que éste puede limitar o bloquear la observación de determinados elementos. En el caso del Proyecto, el análisis se realizó considerando como puntos de observación las áreas donde se ubicarán las obras proyectadas, permitiendo determinar la superficie potencialmente visible desde y hacia dichas instalaciones.

III.3.4.1.1. Metodología

El análisis de visibilidad se desarrolló mediante el software ArcGIS 10.8 utilizando como insumos principales:

- Modelo Digital de Elevación (MDE) del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 de INEGI, con resolución espacial de 15 m.
- Cartografía de uso de suelo y vegetación elaborada para la Región de Estudio a partir de imágenes Sentinel-2A y validada mediante recorridos de campo.
- Trece puntos de observación distribuidos dentro de las áreas donde se ubicarán las obras e infraestructura del proyecto.
- Altura de observación correspondiente a la altura promedio de un observador sobre el terreno.
- Alcance visual máximo de 8 km, considerando las características del relieve, la cobertura vegetal y las dimensiones de las obras proyectadas.

La integración y procesamiento de estos insumos permitió determinar las áreas con potencial visibilidad hacia el Proyecto y evaluar la magnitud de su influencia paisajística dentro de la Región de Estudio.

III.3.4.1.2. Resultados

El análisis de visibilidad indica que las obras del Proyecto serán visibles en una superficie de 9.934 km², equivalente al 3.48 % de la Región de Estudio (RE), mientras que en el 96.52 % restante (275.664 km²) no tendrán visibilidad.

Las áreas con mayor exposición visual se localizan en la porción central de la RE y en las inmediaciones del predio del Proyecto, donde predominan lomeríos de relieve suavemente ondulado y superficies destinadas a actividades agropecuarias con escasa cobertura arbórea, condiciones que favorecen la observación de la infraestructura proyectada.

CONSULTA AL PÚBLICO

Por el contrario, la visibilidad disminuye significativamente hacia la porción oriental de la RE debido a que presenta cotas topográficas inferiores respecto al sitio del Proyecto, lo que restringe las líneas de visión. En la porción noroeste, aunque existen zonas elevadas desde las cuales es posible observar las obras, su extensión es limitada.

En términos generales, la baja proporción de superficie con visibilidad directa (3.48 %) indica que el efecto visual del Proyecto estará restringido principalmente a las áreas cercanas al predio y a sectores específicos del paisaje con condiciones topográficas favorables para su observación.

III.3.4.2. Calidad del paisaje

La calidad intrínseca del paisaje corresponde al grado de conservación y naturalidad de las unidades de paisaje, evaluado a partir de sus componentes físicos y biológicos, así como de la presencia de elementos antrópicos (Estévez et al., 2012; Alberruche-del Campo et al., 2015). En este contexto, la presencia de cuerpos y corrientes de agua incrementa la calidad paisajística al favorecer la diversidad biológica y el desarrollo de actividades productivas asociadas.

III.3.4.2.1. Metodología

Para calcular la calidad visual intrínseca de paisaje de cada unidad de paisaje se utilizaron los valores de peso o ponderación que proponen Alberruche-del Campo et al. (2015) para cada factor de la unidad de paisaje y se utilizó la siguiente fórmula para obtener un valor global por cada unidad de paisaje.

$$Cv = 0.2Cvir + 0.5Cviv + 0.2Cvia + 0.1Cviea$$

Donde:

CV=Calidad visual del paisaje
Cvir=Calidad intrínseca de relieve (pendiente)
Cviv=Calidad visual intrínseca de la vegetación
Cvia=Calidad visual intrínseca del agua
Cviea=Calidad visual intrínseca de elementos artificiales

**El valor de los coeficientes varía de acuerdo con el criterio del evaluador, según las características del medio en que se desarrollará el estudio.*

Para su aplicación se consideraron las pendientes obtenidas a partir de un modelo digital de elevación, los tipos de vegetación identificados en las unidades de paisaje, la presencia de cuerpos y corrientes de agua, así como la ocupación por asentamientos humanos y zonas agropecuarias. Los resultados se clasificaron en cinco categorías: muy baja, baja, media, alta y muy alta.

CONSULTA AL PÚBLICO

III.3.4.2.2. Resultados

Previo a la instalación del Proyecto, la RE presenta tres categorías de calidad visual: baja (0.11 %), media (90.30 %) y alta (9.59 %). La predominancia de la categoría media se relaciona con el amplio desarrollo de actividades agropecuarias y la presencia de asentamientos humanos dispersos, que constituyen la matriz dominante del paisaje.

Las áreas con calidad alta se concentran principalmente en barrancas y zonas de difícil acceso que conservan remanentes de vegetación natural con distintos grados de conservación, localizadas principalmente en los sectores noroeste y sureste de la RE. En conjunto, los resultados reflejan un paisaje con predominio de elementos transformados por actividades humanas y una proporción reducida de áreas con condiciones de alta naturalidad.

III.3.4.3. Fragilidad

La fragilidad visual del paisaje se refiere a la susceptibilidad que presenta un territorio frente a cambios derivados de la incorporación de nuevas obras o actividades. Esta característica está estrechamente relacionada con la capacidad de absorción visual del paisaje; así, a mayor fragilidad, menor capacidad para integrar visualmente las modificaciones, y viceversa. Entre los factores que determinan la fragilidad destacan el uso del suelo y la vegetación, la fisiografía y la cuenca visual (Pérez et al., 2002; Alberruche-del Campo et al., 2015).

La fragilidad visual intrínseca puede entenderse como una condición inversamente relacionada con la calidad visual del paisaje. Los paisajes con mayor calidad visual, generalmente asociados a ambientes mejor conservados y con predominio de elementos naturales, presentan una mayor capacidad de absorción visual y, por tanto, menor fragilidad. En contraste, los paisajes con menor calidad visual tienden a ser más susceptibles a las alteraciones derivadas de nuevas intervenciones.

III.3.4.3.1. Metodología

La fragilidad visual intrínseca del paisaje se evaluó con base en la metodología propuesta por Alberruche-del Campo et al. (2015), adaptada a las condiciones del área de estudio mediante la siguiente expresión.

$$Fvi = 0.2Fvip + 0.6CFviv + 0.2Fviea$$

Donde:

Fvi=Fragilidad visual intrínseca del paisaje
Fvip=Fragilidad intrínseca de pendiente
Fviv=Fragilidad intrínseca de la vegetación
Fviea=Fragilidad intrínseca de elementos artificiales

**El valor de los coeficientes varía de acuerdo con el criterio del evaluador, según las características del medio en que se desarrollará el estudio.*

CONSULTA AL PÚBLICO

La valoración consideró la pendiente del terreno, el uso del suelo y la vegetación, así como la presencia de elementos artificiales. Las superficies planas y transformadas por actividades humanas recibieron valores más altos de fragilidad, mientras que las áreas con vegetación conservada y menor intervención antrópica presentaron valores menores. Los resultados se clasificaron en cinco categorías: muy baja, baja, media, alta y muy alta.

III.3.4.3.2. Resultados

La fragilidad visual de la RE presenta cuatro de las cinco categorías posibles. Predomina la fragilidad muy alta, que ocupa el 70.25 % de la superficie, seguida de la fragilidad alta con el 20.16 %. El 9.59 % restante corresponde a fragilidad media y baja.

Esta distribución se relaciona con el predominio de zonas agropecuarias y otras áreas transformadas por actividades humanas, mientras que las superficies con menor fragilidad corresponden a remanentes de vegetación natural y áreas con pendientes más pronunciadas, cuya accesibilidad limitada ha favorecido su conservación.

III.3.4.4. Conclusiones

El análisis de visibilidad indica que las obras del Proyecto serán observables únicamente en el 3.48 % de la RE, mientras que en el 96.52 % restante permanecerán fuera del campo visual debido principalmente a las condiciones topográficas del terreno. Por ello, el efecto visual del Proyecto se concentrará en áreas cercanas al predio y en sectores específicos ubicados principalmente hacia el noroeste de la RE.

La calidad visual del paisaje es predominantemente media (90.30 %), asociada al predominio de actividades agropecuarias y asentamientos humanos dispersos. Las áreas con calidad alta (9.59 %) corresponden principalmente a barrancas, valles y zonas con remanentes de vegetación natural, localizadas en los sectores noroeste y sureste de la RE.

Respecto a la fragilidad visual, la RE presenta una capacidad limitada para absorber cambios paisajísticos, debido al predominio de áreas transformadas y a la escasa cobertura de vegetación natural, lo que se refleja en que más del 70 % de la superficie presenta fragilidad muy alta. En el sitio donde se desarrollará el Proyecto también se registra esta condición; sin embargo, al tratarse de un entorno previamente modificado por actividades agropecuarias y con una visibilidad regional reducida, se prevé que los efectos sobre la percepción visual del paisaje sean localizados y de baja magnitud.

III.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El presente diagnóstico ambiental integra la información generada para el área del proyecto y su Región Ecológica (RE), con base en recorridos de campo, análisis cartográficos, imágenes satelitales y la caracterización de los componentes físico, biótico y socioeconómico. Su objetivo es describir el estado actual del sistema ambiental e identificar los elementos más relevantes para la evaluación de impactos del proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

A partir de esta información se delimitaron las Unidades Ambientales y se caracterizaron los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en la RE. Posteriormente, se realizó una evaluación de su estado de conservación y vulnerabilidad mediante indicadores ambientales medibles en campo, aplicando la metodología de Evaluación de la Criticalidad de las Unidades Ambientales propuesta por Maqueo (2004), la cual considera tanto la importancia de los servicios ambientales como los intereses sociales asociados a su conservación.

Esta evaluación permitió identificar las áreas con mayor sensibilidad ambiental y establecer criterios para la valoración de los posibles impactos derivados del proyecto.

III.4.1. Descripción breve de la Región ecológica

III.4.1.1. Clima

La caracterización climática de la Región Ecológica (RE) se realizó con base en las normales climatológicas de la estación meteorológica Soledad de Doblado, Veracruz, ubicada aproximadamente a 3.5 km al sureste de la RE y a 14 km del área del proyecto (SMN, 2025), debido a la ausencia de estaciones meteorológicas con registros suficientes dentro de la región.

Tipo de clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988), en la RE se presentan dos variantes de clima cálido subhúmedo con temperatura media anual superior a 22 °C y temperatura del mes más frío mayor a 18 °C: el clima Aw1 en la porción occidental, ligeramente más húmeda, y el clima Aw0 en la porción oriental.

Temperatura

La temperatura media anual registrada es de 25.8 °C. La temperatura media mensual varía de 21.6 °C en enero a 29.8 °C en mayo, con una oscilación térmica de 8.2 °C, considerada extremosa. Las temperaturas extremas registradas oscilan entre 1 °C y 46 °C, reflejando la marcada variabilidad térmica característica de la región.

Precipitación

La precipitación media anual es de 906.5 mm. La distribución de las lluvias es estacional, con una precipitación mínima de 10.7 mm en febrero y máxima de 240.1 mm en julio. Esta condición genera una temporada lluviosa bien definida durante el verano y un periodo seco con déficit hídrico durante los meses de invierno y primavera.

CONSULTA AL PÚBLICO

III.4.2. Índice de criticalidad

Para evaluar el estado ambiental de la Región Ecológica (RE) se aplicó una metodología basada en indicadores que permiten valorar la importancia y condición de las unidades ambientales presentes. El análisis proporciona una visión integral del estado de conservación del sistema ambiental y sirve como referencia para la evaluación de impactos, la definición de medidas de mitigación y el seguimiento ambiental del proyecto.

Metodología

La valoración de la criticalidad de las unidades ambientales se realizó mediante el cálculo de indicadores derivados de la metodología propuesta por Pérez Maqueo (2003), la cual considera la importancia ecológica de cada unidad en función de los servicios ambientales que proporciona.

Como parte del análisis se estimó el Índice de Importancia de la Unidad Ambiental (IUA), considerando principalmente el tipo de vegetación, la calidad del hábitat y la riqueza potencial de fauna asociada. Para ello se incorporaron variables relacionadas con la presencia de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, así como la capacidad de cada unidad para mantener procesos ecológicos relevantes.

Los resultados obtenidos permitieron identificar las unidades ambientales de mayor relevancia ecológica dentro de la RE y establecer una base objetiva para el diagnóstico ambiental y la evaluación posterior de los impactos asociados al proyecto.

III.4.2.1. Índice de importancia de la unidad ambiental "I" según los servicios ambientales

La importancia de cada unidad ambiental se determinó mediante el cálculo del Índice de Importancia de la Unidad Ambiental (IUA), el cual evalúa la relevancia de una unidad como proveedora de hábitat para la fauna. Este índice forma parte del análisis de criticalidad de las áreas potencialmente afectadas por el proyecto y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IUAi = RFi * CHu$$

Donde

IUAi = Importancia de la unidad ambiental i como proveedora de hábitat para la fauna
RFi = Riqueza de fauna, es el número de especies identificadas en la unidad ambiental i
CHu = Calidad del hábitat que brinda la vegetación en la unidad ambiental u dependiendo de su estado de conservación.

El índice integra dos componentes principales: la riqueza faunística, estimada para los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y la calidad del hábitat, entendida como la capacidad de la vegetación para proporcionar refugio, alimentación y condiciones adecuadas para el mantenimiento de las especies. De esta

CONSULTA AL PÚBLICO

forma, las unidades ambientales con mayor diversidad faunística y mejor estado de conservación obtienen valores más altos de importancia ecológica.

III.4.2.2. Calidad del hábitat

La calidad del hábitat se evalúa a partir de la complejidad fisonómico-estructural de la vegetación, la cual se considera un indicador de la disponibilidad de sitios de refugio y de recursos alimenticios para las diferentes clases faunísticas. Este parámetro se cuantifica con base en la cobertura relativa (Ki) de cada uno de los estratos (j) presentes en los distintos tipos de vegetación del área de estudio. Los datos de cobertura relativa provienen de la caracterización de los sitios de muestreo representativos de cada unidad ambiental.

Para la estimación de la calidad del hábitat para la fauna, se consideran dos componentes principales: i) la cobertura de la vegetación por estrato (herbáceo, arbustivo y arbóreo, así como cuerpos de agua), y ii) la importancia relativa que cada estrato tiene para los distintos grupos faunísticos.

La calidad del hábitat para la fauna se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CH_i = \sum_g \sum_j K_{ij}\, Y_{jg}$$

Donde

CHi = Calida del hábitat de la Unidad Ambiental i
Kij= Disponibilidad de cuerpos de agua y cobertura del estratoj en la Unidad Ambiental i
j: =Es el estrato de vegetación en el sitio de muestreo 1= hierbas, 2= arbustos 3= árboles y 4= cuerpos de agua
Yjg = Coeficiente de importancia de disponibilidad de agua y del estrato j para la clase g
g: = Clase (1…4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

La importancia relativa de cada estrato (complejidad estructural del hábitat) se determina mediante una ponderación basada en la opinión de expertos, asignando puntajes que reflejan la relevancia de cada estrato para la supervivencia de los diferentes grupos faunísticos en el área de estudio. En este sentido, los coeficientes de importancia (Yjg) se derivan de dicha valoración experta.

La *Tabla III-56* presenta los coeficientes de importancia estructural del hábitat utilizados para cada clase faunística.

Tabla III-56. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase

Clase	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Anfibios	1	3	1
Reptiles	2	3	1
Aves	3	3	1
Mamíferos	3	3	1

Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2= media, 3= alta

CONSULTA AL PÚBLICO

III.4.2.3. Índice de importancia por especies

Uno de los parámetros utilizados para la valoración ecosistémica es la importancia relativa de las especies que conforman el sistema, entendida como un indicador del valor ecológico asociado a su presencia. En la práctica, se justifica la implementación de esfuerzos de conservación dirigidos a determinadas especies (p. ej., programas de rescate de flora y fauna), bajo el supuesto de que el valor de las especies puede emplearse como un sustituto del valor del ecosistema. Estas especies se encuentran comúnmente listadas en instrumentos normativos y de conservación como la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Convención CITES (www.cites.org) o la Lista Roja de la UICN (www.iucnredlist.org).

De manera general, dichas listas incluyen especies ubicadas en niveles tróficos superiores, las cuales, debido a sus mayores requerimientos de hábitat, suelen ser indicadoras de la condición ecológica del ecosistema en su conjunto (Goulder & Kennedy, 1997). En este sentido, la incorporación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como parámetro de valoración de las unidades ambientales resulta fundamental dentro del análisis de criticalidad considerado en el presente estudio.

Para cada unidad ambiental, la estimación del índice de importancia por especies se basa en dos componentes: i) el estatus de conservación de la especie (S), y ii) la confiabilidad de su registro o presencia en el área (C).

El estatus de conservación se pondera conforme a la siguiente escala: en peligro de extinción = 3, amenazada = 2 y sujeta a protección especial = 1. Por su parte, la confiabilidad del registro se determina con base en el método de detección de la especie. Cuando los individuos fueron colectados, observados u oídos durante el trabajo de campo, se asigna un valor de 4, correspondiente a alta confiabilidad. Si el registro se basa en evidencia indirecta en campo (huellas, excretas, rascaderos o echaderos), se asigna un valor de 3. Cuando la especie ha sido registrada en otros estudios dentro de la región, se asigna un valor de 2. Finalmente, si la presencia de la especie se deriva únicamente de registros potenciales reportados por CONABIO u otras fuentes bibliográficas, se asigna un valor de 1.

Con base en estos dos componentes, el índice de importancia por especies NOM (VNj) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VN_j = \sum_e S_e C_{ie}$$

Donde:

Se= es el coeficiente asociado con el estatus (1…4) de la especie (1, 2, 3,..n)

Cie = es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie "e" en la unidad ambiental j

CONSULTA AL PÚBLICO

La confiabilidad de la información está determinada por el método de identificación y la naturaleza del registro de la especie, los cuales reflejan directamente el nivel de certeza de su presencia en el área de estudio. Los valores de confiabilidad empleados en el presente análisis se presentan en la *Tabla III-57*.

Tabla III-57. Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies

Tipo de registro	Descripción de la confiabilidad	Valor
Entrevista	Información indirecta de lugareños de observaciones hechas por los mismos o de individuos colectados por los lugareños.	1
Rastros	Rastros indirectos (Huellas, excretas, rascaderos, echaderos, pelos, piel, caparazón, uñas, cráneos, huesos, nidos, cascarones, vestigios de comida, letrinas).	2
Impreso	Fotografías del espécimen o el registro en libretas de campo hechos de observación directa por el prospector con experiencia considerable.	3
Espécimen	Individuo(s) colectados (piel + cráneo), identificación directa de individuos capturados y liberados.	4

Posteriormente a esta clasificación, las especies se reclasifican de acuerdo con el tipo de registro, considerando su nivel de confiabilidad, el cual está determinado principalmente por la fuente de información y el método de detección empleado (*Tabla III-58*).

Tabla III-58. Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies

Confiabilidad	Descripción de la confiabilidad	Valor
Poco confiable	Especie reportada con distribución potencial por CONABIO u otras fuentes bibliográficas, siempre que no se trate de registros puntuales en el sitio de estudio.	1
Moderadamente confiable	Especies registradas en otros estudios realizados en la zona de influencia del proyecto.	2
Confiable	Especie identificada mediante rastros indirectos en campo por personal con experiencia en prospección biológica.	3
Altamente confiable	Individuos colectados, observados o escuchados directamente durante el trabajo de campo, con alto grado de certidumbre (método directo).	4

De manera paralela, se asigna la categoría de estatus de conservación a cada especie de flora y fauna conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ambos parámetros (confiabilidad del registro y estatus de conservación), resumidos en la *Tabla III-59*, serán utilizados como insumo para la ecuación presentada en el apartado siguiente.

Tabla III-59. Valores del estatus de conservación según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estatus de conservación	Clave	Valor
Protección especial	Pr	1
Amenazada	A	2
En peligro de extinción	P	3

III.4.2.4. Valor de importancia para la conservación

El valor de importancia para la conservación constituye un componente relevante en la evaluación del estado del ecosistema, ya que incorpora el interés de los distintos grupos sociales por la protección de determinadas

CONSULTA AL PÚBLICO

áreas. Este indicador se integra al análisis a partir de la superficie de la unidad ambiental (i) contenida dentro de propuestas de conservación (p), así como del nivel de compromiso asociado a dichas propuestas (Op).

La incorporación de áreas de interés para la conservación se realiza considerando la superficie de la unidad ambiental incluida dentro de cada propuesta (Aip), ponderada por el nivel de compromiso alcanzado. En este sentido, el valor de Op toma el valor de 2 cuando la propuesta ha sido formalmente decretada, y de 1 cuando se encuentra únicamente propuesta de manera formal y en proceso de consideración para su posible reconocimiento oficial.

Para efectos de normalización del indicador, se emplea el área total ocupada por el proyecto dentro de la unidad ambiental (Ai), a fin de expresar la proporción relativa de superficie con interés de conservación.

El valor de importancia para la conservación (VICi) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VIC_i = \frac{\sum_P A_{ip} O_p}{A_i}$$

Donde:

VICi= es el valor de importancia para la conservación de la unidad ambiental i.
VC = Aip= Área de cada unidad ambiental ¡ contenida en la propuesta p
Ai= Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental
p = Propuesta de conservación (1,2,...n)
Op = Nivel de compromiso O de la propuesta p
O=(1,2) 1=no decretada, 2 = legalmente decretada

En términos generales, la ecuación representa la suma de las superficies incluidas en cada propuesta de conservación, ponderadas por su nivel de consolidación legal o formal, normalizada por el área total del proyecto dentro de la unidad ambiental correspondiente.

Adicionalmente, se estima la superficie efectiva de conservación (ACi) en cada unidad ambiental, con el propósito de considerar posibles traslapes entre distintas propuestas de conservación. Este indicador permite cuantificar exclusivamente la superficie efectivamente protegida, eliminando duplicidades derivadas de superposiciones espaciales.

La superficie efectiva de conservación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$AC_i = \frac{AI_i}{A_i}$$

Donde:

ACi = Área efectiva de conservación
Ali = Área de unidad ambiental i-ésima protegida por al menos una propuesta de conservación.
Ai = Area que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

CONSULTA AL PÚBLICO

III.4.2.5. Valor de criticalidad de las Unidades Ambientales

Con el objetivo de integrar en un solo indicador el comportamiento de los distintos parámetros evaluados, se define el Valor de Criticidad (VCu) de las unidades ambientales analizadas. Este índice constituye una síntesis de los indicadores previamente calculados y permite obtener una medida cuantitativa del grado de criticidad asociado a cada unidad ambiental dentro del área de estudio.

El valor de criticidad más alto corresponde a aquella unidad ambiental que presenta una mayor importancia ecológica dentro del inventario ambiental de la región y del área del proyecto. Dicha importancia se entiende como la combinación de una alta riqueza de especies, la presencia de especies con estatus de conservación relevante, la existencia de condiciones de hábitat favorables y/o poco deterioradas, así como la incorporación de criterios de valor de conservación.

En consecuencia, los valores del índice disminuyen conforme se reduce la calidad del hábitat, la relevancia de las especies presentes y el nivel de importancia para la conservación.

El Valor de Criticidad de las Unidades Ambientales se modela mediante la siguiente expresión:

$$VC_u = IUA_i + VN_j + VIC_i^{N-1}$$

Es importante señalar que, para poder realizar la suma indicada en la ecuación, los valores de IUAi, VNj y VICi (N−1) deben encontrarse previamente normalizados. Esto garantiza que los indicadores sean adimensionales y comparables entre sí, permitiendo su tratamiento como variables estadísticas dentro del análisis integrado.

III.4.3. Resultados obtenidos por las ecuaciones

El Proyecto puede incidir sobre diferentes zonas a lo largo de su trazo, las cuales presentan características ambientales heterogéneas, ya sea por la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan o por el uso de suelo predominante. En este sentido, el análisis debe realizarse de manera diferenciada para cada una de las unidades ambientales presentes en la Región Ecológica (RE) del proyecto, así como de forma integrada, con el fin de evaluar la calidad ambiental existente y dimensionar la posible repercusión total del proyecto.

Derivado de la delimitación de las unidades ambientales consideradas en la RE del proyecto, se enlistan aquellas que fueron sometidas a análisis:

- Agropecuario
- Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VSBC)

La criticidad del ecosistema se entiende como el grado de fragilidad, vulnerabilidad e importancia ecológica de las unidades ambientales, considerando su papel en la estructura y función del sistema, así como la presencia de especies de flora y fauna y otros recursos naturales incluidos en alguna categoría de protección.

CONSULTA AL PÚBLICO

A partir de los resultados obtenidos, se generó un mapa de criticidad que permite visualizar las diferencias espaciales en la calidad ambiental dentro del área de estudio. Este índice de criticidad, al sintetizar la relevancia ecológica de las unidades ambientales de la región, constituye una referencia útil para la identificación y dimensionamiento de los impactos ambientales en el Capítulo IV de la presente MIA.

III.5. REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS

En la *Tabla III-60* se presenta el reporte general de incidencias del Proyecto.

Tabla III-60 Incidencia del Proyecto

Incidencia	Elemento del Proyecto que incide	Superficie de incidencia (m^2)	% de incidencia de la superficie total del Proyecto
Áreas naturales protegidas	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC)	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Sitios Ramsar	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Humedales	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Manglar	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	Todos los componentes del Proyecto.	583.876	100.00
Regiones terrestres prioritarias (RTP)	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Regiones marinas prioritarias (RMP)	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Corrientes y cuerpos de agua	Áreas sin intervención o afectación	9.071 (km)	---

CONSULTA AL PÚBLICO

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S. y C. López-González (Editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro - Instituto de ecología A.C. (pp. 61-85). Querétaro, México.

Amador, L. (Ed) 2010. "Técnicas para el Monitoreo de Vertebrados". Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Aranda M. 2000. "Manual para la identificación de huellas y otros rastros de los Mamíferos grandes y medianos de México". INECOL, CONABIO, México

Aukema, J. E., & Martínez del Rio, C. (2002). Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds? Seed deposition patterns and an experiment. Ecology, 83, 3489-3496.

B. Dzib-Castillo, C. Chanatásig-Vaca, N.A. González-Valdivia. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México Revista Mexicana de Biodiversidad, 85. pp. 167-178.

Bóhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S.R., Ram, M., Rhodin, A.G.J., Stuart, S.N., Van Dijk, P.P., Young, B.E., Afuang, L.E., Aghasyan, A., García, A., Aguilar, C., Ajtic, R., Akarsu, F., Alencar, L.R.V., Allison, A., Ananjeva, N., Anderson, S., Andrén, C., Ariano-Sánchez, D., Arredondo, J.C., Auliya, M., Austin, C.C., Avci, A., Baker, P.J., Barreto-Lima, A.F., Barrio-Amorós, C.L., Basu, D., Bates, M.F., Batistella, A., Bauer, A., Bennett, D., Bdhme, W., Broadley, D., Brown,

R., Burgess, J., Captain, A., Carreira, S., Castaneda, M.D.R., Castro, F., Catenazzi, A., Cedeño-Vázquez, J.R., Chapple, D.G., Cheylan, M., Cisneros-Heredia, D.F., Cogalniceanu, D., Cogger, H., Corti, C., Costa, G.C., Couper, P.J., Courtney, T., Crnobrnja-Isailovic, J., Crochet, P.A., Crother, B., Cruz, F., Daltry, J.C., Daniels, R.J.R., Das, I., de Silva, A., Diesmos, A.C., Dirksen, L., Doan, T.M., Dodd, C.K., Doody, J.S., Dorcas, M.E., Duarte de Barros FilhoJ.., Egan, V.T., El Mouden, E.H., Embert, D., Espinoza, R.E., Fallabrino, A., Feng, X., Feng, Z.J., Fitzgerald, L., Flores-Villela, O., Franca, F.G.R., Frost, D., Gadsden, H., Gamble, T., Ganesh, S.R., Garcia, M.A., García-Pérez), E., Gatus, J., Gaulke, M., Geniez, P., Georges, A., Gerlach, J., Goldberg, S., Gonzalez, J.C.T., Gower, D.J., Grant, T., Greenbaum, E., Grieco, C., Guo, P., Hamilton, A.M., Hare, K., Hedges, S.B., Heideman, N., Hilton-Taylor, C., Hitchmough, R., Hollingsworth, B., Hutchinson, M., Ineich, I., Ivers., oJanksi,c, F.M., Jenkins, R., Joger, U., Jose, R., Kaska, Y., Kaya, U., Keogh, J.S., Kohler, G., Kuchling, G., Kumlutas, Y., Kwet, A., La Marca, E., Lamar, W., Lane, A., Lardner, B., Latta, C., Latta, G, Lau, M., Lavin, P., Lawson, D., LeBreton, M., Lehr, E., Limpus, D., Lipczynski, N., Lobo, A.S., López-Luna, M.A., Luiselli, L., Lukoschek, V., Lundberg, M., Lymberakis, P., Macey, R., Magnusson, W.E., Mahler, D.L., Malhotra, A., Mariaux, J., Maritz, B., Marques, O.A.V., Márquez, R., Martins, M., Masterson, G., Mateo, J.A., Mathew, R., Mathews, N., Mayer, G., McCranie, J.R., Measey, G.J., Mendoza-Quijano, F., Menegon, M., Métrailler, S., Milton, D.A., Montgomery, C., Morato, S.A.A., Mott, T., Munoz-Alonso, A., Murphy, J., Nguyen, T.Q., Nilson, G., Nogueira, C., Núnez, H., Orlov, N., Ota, H., Ottenwalder, J., Papenfuss, T., Pasachnik, S., Passos, P., Pauwels, O.S.G., Pérez-Buitrago, N., Pérez-Mellado, V., Pianka, E.R., Pleguezuelos).,, Pollock, C., Ponce-Campos, P., Powell, R., Pupin, F., Quintero-Díaz, G.E., Radder, R., Ramer),., Rasmussen, A.R., Raxworthy, C., Reynolds, R., Richman, N., Rico, E.L., Riservato, L., Rivas, G., da Rocha, P.L.B., Rödel, M.O., Rodríguez Schettino, L., Roosenburg, W.M., Ross, J.P., Sadek, R., Sanders, K., Santos-Barrera, G., Schleich, H.H., Schmidt, B.R., Schmitz, A., Sharifi, M., Shea, G., Shi, H.T., Shine, R., Sindaco, R., Slimani, T., Somaweera, R., Spawls, 5., Stafford, P., Stuebing, R., Sweet, S., Sy, L., Temple, H.)., Tognelli, M.F., Tolley, K., Tolson, P.J., Tuniyev, B., Tuniyev, S., liziim, N., van Buurt, G., Van Sluys, M., Velasco, A., Vences, M., Vesely, M., Vinke, S., Vinke, T., Vogel, G., Vogrin, M., Vogt, R.C., Wearn, O.R., Werner, Y.L., Whiting, MJ., Wiewandt, T., Wilkinson, J., Wilson, B., Wren, S., Zamin, T., Zhou, K., Zug, G. (2013): The conservation status of the world's reptiles. Biol. Conserv. 157: 372-385.

Broad, S., Luxmoore, R. & Jenkins, M. 1988. "Significant trade in wildlife: A review of selected species in CITES Appendix 11". Vol. 1. CITES. EUA.

Carmona-Galindo, V.D. & Carmona, T.V. (2013). La Diversidad de los Análisis de Diversidad. Bioma, 14:20-28.

Ceballos G & Arroyo-Cabrales J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Afio2 No. 2.

Ceballos G y Arroyo-Cabrales J. 2012. "Lista actualizada de los mamíferos de México". Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No.2

Ceballos, G. & G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Ceballos, G.; Oliva, G. 2005. "Los Mamíferos Silvestres de México". CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Challenger A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México/Agrupación Sierra Madre S. C., México, D.F.

CIES. Datos de la Secretaría de Salud, Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). Ultima modificación 20 de diciembre de 2024.

CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Colchero F; O Farril y Medellin R.A. Didelphis marsupialis. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS: Statistic estimation of species richeness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL: <purl.oclc.org/estimates>

Colwell, Robert & Chao, Anne & Gotelli, Nicholas & Lin, SY & Mao, Chang Xuan & Chazdon, Robin & Longino, John. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology. 5. 3-21.

CONABIO. (2008). La Diversidad Biológica de México: Estudio de País 2008. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México. Edición 2014. Recuperado en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf.

CONSULTA AL PÚBLICO

CONAGUA. 2018. Atlas del Agua en México, edición 2018. 143 pp.

CONAGUA. 2018. Estadísticas del Agua en México, edición 2018. 303 pp.

CONAGUA-SMN. 2017. Resúmenes Mensuales de Temperaturas y lluvia [Monthly Summaries of Temperatures and Rain], http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturasylluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias

CONAPO. 2020. Índice de intensidad migratoria.

CONAPO. Reconstrucción y proyecciones de la población de los municipios 1990-2040. Consultado en 2025.

CONEVAL. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

CONEVAL. Estimaciones del CONEVAL con base en el Madelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020. Consultado en 2024.

Cruz, J.; Meave, J. y Pérez-García, E. (2005). Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 76. 10.17129/botsci.1701.

Dearborn, D. C., & Kark, S. (2010). Motivations for conserving urban biodiversity. Conservation biology, 24(2), 432-440.

Equihua Z., M., N. García-Alaniz, O. Pérez-Maqueo, G. Benitez-Badillo, M. Kolb, M. Schmidt, J. Equihua B., P. Maeda & J.L. Álvarez-Palacios, 2014. Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. En: González, C.A., Vallarino, A., Pérez, J.C., Low, A.M. (Eds.). 2014. Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. El Colegio de la Frontera Sur, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México (pp. 687-710).

FAO. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. IUSS Working Group WRB.

Ferrusquía, |. 1998. Geología de México: una sinopsis. (p. 3-108). En T.P. Rammamoorthy, R. Bye, A. Lot y). Fa (Eds.), Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución, México DF, México: Universidad Autónoma de México (UNAM). 793pp.

Flores-Villela, O., & Canseco-Márquez, L. (2004). Amphibians and Reptiles of Mexico: A Natural History. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V., 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated tres in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14 (6): 1693-1703.

Gallina, S. & C. López-Gonzales (Editor). 2011. "Manual de Técnicas para el Estudio de la fauna". Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: http: www. Uaqg.mx)

García-Alaniz, N., M. Equihua, O. Pérez-MaqueoJ,. Equihua B., P. Maeda, F. Pardo U., J.). Flores M., S.A. Villela G. y M. Schmidt, 2017. The Mexican National Biodiversity and Ecosystem Degradation Monitoring System. Current Opinion in Environmental Sustainability 26: 62-68.

González Romero A." Métodos de estimación, contención y captura de mamiferos". En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro. PP. 124.

H. Ayuntamiento. Plan municipal de desarrollo del H. Ayuntamiento de Zentla, Veracruz. 2022-2025. H. Ayuntamiento.

H. Ayuntamiento. Plan municipal de desarrollo del H. Ayuntamiento de Soledad de Doblado, Veracruz. 2022-2025. H. Ayuntamiento.

H. Ayuntamiento. Plan municipal de desarrollo del H. Ayuntamiento de Comapa, Veracruz. 2022-2025. H. Ayuntamiento.

Hammer, Oyvind & Harper, David & Ryan, Paul. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. 4. 1-9.

INAH. Sitio arqueológico Castillo de Teayo. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Cempoala. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Cuajilote. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Cuyuxquihui. Consultado en: INAh.gob.mx.

CONSULTA AL PÚBLICO

INAH. Sitio arqueológico El Tajín. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico El Zapotal. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Las Higueras. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Quiahuiztlán. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico San Lorenzo Tenochtitlan. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Tres Zapotes. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Vega de la Peña. Consultado en: INAh.gob.mx.

INEGI. Censo de población y vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html

INPI. Pueblos indígenas del estado de Guanajuato. Atlas de los pueblos indígenas de México. INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Consultado en 2025.

INPI. Pueblos indígenas del estado de Veracruz. Atlas de los pueblos indígenas de México. INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Consultado en 2025.

IUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). www.iucnredlist.org

JUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). <www.iucnredlist.org>

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, 8, 151-161.

Jochimsen, D. M., Peterson, C. R., Andrews, K. M., Gibbons, J. W., & Drawer, E. (2004). A literatura review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. Idaho Fish and Game Department, USDA Forest Service.

Jones C; Mc Shea W.J; Conroy M.J & Kunz T.H. Chapter 8 Capturing mammals. En Wilson D.E, Russell F.C; Nichols J.D; Rudran R. & Foster M.S. »Measuring and monitoring biological diversity: Standar method for Mammals. 1996. Smithsonian Institution Press. Washinton & London.

Ladrón de Guevara, S.; Vásquez, S. Arqueología. Universidad Veracruzana. Consultado en: Secretaría de Educación de Veracruz.

Leopold, A. S. 1959. "Wildlife of Mexico: the game birds and mammals". 538. Univ. California Press. EUA. p. 538

López-Gonzpalez C.A, Carmma E., Guitierrez-González y Lara-Díaz N.E. 2011. "Carnivoros: Inventario y monitoreo". En En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro.

López-Wilchis, R. & López-Jardines,). 1998. Los Mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canada, Volumen I. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México.

MacSwiney, M. C., F. M. Clarke & P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. Journal of Applied Ecology 45:1364-1371.

Magurran, A. E. (1998). Measuring richness and evenness. Trends in ecology & evolution, 13(4), 165-166.

Márquez Ramírez, W., & Márquez Ramírez, J. (2009). Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. Foresta Veracruzana, 11(2), 43-50.

Matteucci, D. S. y A. Colma. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

Medellín, R. & Gaona O., 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. Biotropica. 31 (3): 478-485.

Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354 in Avances en el estudio de los mamíferos de México (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.

CONSULTA AL PÚBLICO

Medellín, R., H. Arita & O. Sánchez. 2008. Identificación de los Murciélagos de México, clave de campo. 2a ed. Instituto de Ecología, UNAM, México, DF.

Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. Zapateri: Revista aragonesa de entomología, 3, 97-103.

Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. Conservation biology, 16(2),330-337.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad, vol. 1.M & T-Manuales y Tesis SEA, .Zaragoza. 84 p.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Neuweiler, G., 2000. The biology of bats. Oxford university press, Oxford.

O'Farrell, M. & W. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. Journal of Mammology, 80(1): 24-30.

O'Farrell, M.)., & B. W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of freeflying Neotropical bats. Biotropica. 31: 507-516.

Oliveira, T. G. 1994. "Neotropical cats. Ecology and Conservation". EDUFMA. Brasil.

Pérez Maqueo, O. M. (2003). Las manifestaciones de impacto ambiental: Un análisis crítico. Ciudad de México: UNAM.

Pounds, J. A., Bustamante, M. R., Coloma, L. A., ConsuegraJ,. A., Fogden, M. P., Foster, P. N., ... & Young, B. E. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. Nature, 439(7073), 161-167.

Ramírez-Bautista, A., Cruz-Elizalde, R., Hernández-Salinas, U., Berriozabal-Islas, C., DeSantis, D. L., Johnson, J., Rocha, A., Garcia-Padilla, E., Mata-Silva, V., Fucsko, L., & Wilson, L. D. (2021). The herpetofauna of Veracruz, Mexico: composition, distribution, and conservation status. Amphibian & Reptile Conservation, 15(2): 72-155.

RAN. Núcleos Agrarios que conforman la Propiedad Social (2024). Consultado en: Ultima actualización 2024-08-29. datos.ran.gob.mx.

Reid, F. (2008). A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press.

Roemer, G. W., Gompper, M. E. & Valkenburgh, B. V. 2009. "The ecological role of the mammalian mesocarnivore". Bioscience. 59(2):165-173

Rydell, J., H. T. Arita, M. Santos & . Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatán, México. Journal of Zoology. 257:27-36.

Sánchez-Hernández C., García-Estrada C., Romero-Almaraz Ma. De L. 2000 "Mamiferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 78 p.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 78 p.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Silva-Trejo M.; Castro-Ramírez A.; Castillo-Campos, G. y Perales, H. (2018). Estructura de la vegetación leñosa en tres áreas con Selva Baja Caducifolia en el Istmo-Costa de Oaxaca, México. Revista de biología tropical. 66.

Souza, E. D., Lima-Santos, J., Marques, O. A. V., & Hingst-Zaher, E. (2024). Concrete survivors: the herpetofauna of an urban green area over 100 years of increasing urbanization. Biota Neotropica, 23, e20231480.

Ticul S; Álvarez-Castañeda; González-Ruiz. 2015. "Guía para identificar los Mamíferos de México." Centro de investigaciones biológicas del Noroeste.

CONSULTA AL PÚBLICO

Torres-Hernández, L. A., Ramírez-Bautista, A., Cruz-Elizalde, R., Hernández-Salinas, U., Berriozabal- Islas, C., DeSantis, D. L., ... & Wilson, L. D. (2021). The herpetofauna of Veracruz, Mexico: composition, distribution, and conservation status. Amphibian and Reptile Conservation, 15(2), 72.Wake, D. B. (1991). Declining amphibian populations. Science, 253:860.

Williams-Guillén, K., Perfecto, I. y Vandermeer, J., 2008. Bats Limits Insects in a Neotropical Agroforestry System. Science, 320, 69-70.

Yang, L., Zhao, S., & Liu, S. (2022). A global analysis of urbanization effects on amphibian richness: Patterns and drivers. Global Environmental Change, 73, 102476.

CONSU A AL PÚBLICO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO TRAPICHE SOLAR

CONSULTA AL PÚBLICO

CAPÍTULO IV

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

Julio 2026

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN IV-1

IV.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS IV-1

IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los Impactos Ambientales IV-1

IV.1.2. Acciones del Proyecto susceptibles de producir impacto IV-2

IV.1.3. Factores del ambiente susceptibles de recibir impactos IV-3

IV.1.4. Criterio para la identificación de impacto IV-5

IV.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS IV-6

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático IV-10

IV.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS IV-12

IV.3.1. Valoración absoluta y relativa IV-15

IV.3.2. Descripción de impactos ambientales significativos IV-17

IV.4. IMPACTOS RESIDUALES IV-31

IV.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS IV-35

IV.5.1. Metodología IV-36

IV.5.2. Impactos acumulativos identificados IV-37

IV.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES IV-39

IV.7. MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO IV-40

IV.7.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental IV-42

IV.8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL IV-59

IV.8.1. Programas específicos para el programa de vigilancia ambiental IV-59

IV.8.2. Seguimiento y control (Monitoreo) IV-65

IV.8.3. Información necesaria para la fijación de montos para finanzas IV-92

CONSULTA AL PÚBLICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV-1. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta al medio ambiente IV-15
Figura IV-2. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto IV-16
Figura IV-3. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al medio ambiente IV-16
Figura IV-4. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto IV-16
Figura IV-5. Tabla de valores de relevancia de impacto IV-17
Figura IV-6. Pasos en la evaluación de los efectos residuales IV-32
Figura IV-7. Jerarquía de las medidas de prevención y mitigación (modificado de Rajvanshi, 2008) IV-40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV-1. Actividades contempladas por el Proyecto IV-2
Tabla IV-2. Identificación de factores y subfactores ambientales para el Proyecto IV-3
Tabla IV-3. Desagregación de los componentes ambientales en factores, subfactores y sus unidades de importancia (UIP) IV-4
Tabla IV-4. Interacciones (causa — efecto) durante las etapas del proyecto IV-6
Tabla IV-5. Indicadores ambientales y sus unidades de medición IV-11
Tabla IV-6. Criterios de impacto potencial IV-14
Tabla IV-7. Importancia relativa de las actividades respecto a los impactos generados IV-18
Tabla IV-8. Superficies de afectación respecto al desplante del Proyecto, tipo de vegetación y uso de suelo IV-24
Tabla IV-9. Resumen de los criterios para la caracterización de los impactos residuales IV-34
Tabla IV-10. Impactos potencialmente residuales para el proyecto fotovoltaico y sus criterios IV-35
Tabla IV-11. Medidas propuestas para los impactos al factor aire IV-43
Tabla IV-12. Medidas propuestas para los impactos al factor geoforma IV-45
Tabla IV-13. Medidas propuestas para los impactos al factor agua IV-46
Tabla IV-14. Medidas propuestas para los impactos al factor suelo IV-48
Tabla IV-15. Medidas propuestas para los impactos al factor flora IV-49
Tabla IV-16. Medidas propuestas para los impactos al factor fauna IV-51
Tabla IV-17. Medidas propuestas para los impactos al factor economía y población IV-54
Tabla IV-18. Medidas propuestas para los impactos al factor paisaje IV-57
Tabla IV-19. Fichas de seguimiento para la calidad ambiental IV-67

CONSULTA AL PÚBLICO

ÍNDICE DE FICHAS

Ficha 1. Cumplimiento de la NOM-017-STPS-2008 ..... IV-67
Ficha 2. Mantenimiento de maquinaria y vehículos IV-67
Ficha 3. Cumplimiento de normas ambientales (NOM-041 y NOM-045) IV-68
Ficha 4. Retiro de maquinaria contaminante IV-68
Ficha 5. Uso de lonas y humectación de materiales IV-68
Ficha 6. Límite de velocidad y rutas designadas IV-69
Ficha 7. Riego periódico con agua tratada IV-69
Ficha 8. Protección de personal con EPP IV-69
Ficha 9. Barreras físicas y vegetales IV-69
Ficha 10. Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos IV-70
Ficha 11. Cumplimiento de la NOM-011-STPS-2001 ..... IV-70
Ficha 12. Uso de equipos ruidosos en horarios diurnos IV-70
Ficha 13. Cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994 ..... IV-71
Ficha 14. Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 ..... IV-71
Ficha 15. Restricción de excavaciones y movimiento de tierras IV-71
Ficha 16. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos IV-71
Ficha 17. Ajuste de taludes a pendientes adecuadas IV-72
Ficha 18. Instalación de obras de drenaje IV-72
Ficha 19. Restauración topográfica post-construcción IV-72
Ficha 20. Manejo adecuado del material de desmonte y despalme IV-73
Ficha 21. Implementación de obras de drenaje IV-73
Ficha 22. Programa de Reforestación IV-73
Ficha 23. Descompactación del suelo IV-73
Ficha 24. Triturado de desmonte y suelo rescatado IV-74
Ficha 25. Disposición adecuada de materiales IV-74
Ficha 26. Sistemas de retención de sedimentos IV-74
Ficha 27. Diseño adecuado de obras de drenaje IV-75
Ficha 28. Desvío o reubicación de escurrimientos IV-75
Ficha 29. Mantenimiento de obras de drenaje IV-75
Ficha 30. Obras de drenaje para evitar interrupciones IV-75
Ficha 31. Acopio y uso adecuado del suelo orgánico IV-76

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 32. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos IV-76
Ficha 33. Desmonte y despalme por frentes de trabajo IV-76
Ficha 34. Manejo seguro del suelo de despalme IV-77
Ficha 35. Restricción de maquinaria pesada en zonas frágiles IV-77
Ficha 36. Manejo seguro de combustibles y sustancias peligrosas IV-77
Ficha 37. Almacenamiento adecuado de residuos peligrosos IV-77
Ficha 38. Recolección y disposición de residuos peligrosos IV-78
Ficha 39. Prohibición de vertido inadecuado de residuos IV-78
Ficha 40. Implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos IV-78
Ficha 41. Limpieza y mantenimiento de servicios de apoyo IV-79
Ficha 42. Protocolo de atención a derrames IV-79
Ficha 43. Minimización de afectación a la vegetación IV-79
Ficha 44. Capacitación y concientización del personal IV-79
Ficha 45. Programa de rescate y reubicación de flora IV-80
Ficha 46. Acopio y uso de suelo orgánico IV-80
Ficha 47. Programa de Reforestación IV-80
Ficha 48. Delimitación y control de áreas de desmonte IV-81
Ficha 49. Prohibición de daño o colecta de especies protegidas IV-81
Ficha 50. Capacitación y concientización del personal IV-81
Ficha 51. Programa de rescate y reubicación de flora protegida IV-81
Ficha 52. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre IV-82
Ficha 53. Reducción de velocidad y señalización IV-82
Ficha 54. Técnicas de ahuyentamiento de fauna IV-82
Ficha 55. Reubicación de fauna en sitios adecuados IV-83
Ficha 56. Prohibición de actividades dañinas a la fauna IV-83
Ficha 57. Educación ambiental y concientización IV-83
Ficha 58. Diseño y ubicación de estructuras para minimizar impactos IV-83
Ficha 59. Implementación de medias disuasorias IV-84
Ficha 60. Monitoreo de fauna voladora IV-84
Ficha 61. Protección de hábitat críticos IV-84
Ficha 62. Programa de rescate y atención de fauna afectada IV-85
Ficha 63. Programa de Ahuyentamiento, Recate y Reubicación de fauna silvestre IV-85
Ficha 64. Reducción de velocidad y señalización IV-85
Ficha 65. Técnicas de ahuyentamiento de fauna IV-85

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 66 Prohibición de actividades dañinas IV-86
Ficha 67. Educación ambiental y concientización IV-86
Ficha 68. Desmonte controlado en áreas autorizadas IV-86
Ficha 69. Señalización restrictiva IV-87
Ficha 70. Programa de rescate y reubicación de flora IV-87
Ficha 71. Programa de Reforestación IV-87
Ficha 72. Pasos de fauna en el enmallado perimetral IV-87
Ficha 73. Contratación local IV-88
Ficha 74. Condiciones laborales adecuadas IV-88
Ficha 75. Fomento de proveedores locales IV-88
Ficha 76. Programa de responsabilidad social IV-89
Ficha 77. Mejora de infraestructura local IV-89
Ficha 78. Acceso servicios básicos IV-89
Ficha 79. Programa de reconversión laboral IV-90
Ficha 80. Compensación y apoyo económico IV-90
Ficha 81. Integración paisajística IV-90
Ficha 82. Restauración visual IV-90
Ficha 83. Respeto de áreas designadas para intervención IV-91
Ficha 84. Programa de Manejo Integral de Residuos IV-91
Ficha 85. Cumplimiento de tiempos de construcción IV-91
Ficha 86. Limpieza general post-construcción IV-92
Ficha 87. Programa de Reforestación IV-92
Ficha 88. Establecimiento de áreas verdes IV-92

CONSULTA AL PÚBLICO

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

Dentro del presente capítulo se aborda la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales, que puedan surgir durante las distintas fases del proyecto, constituyendo la base para la formulación de medidas de prevención, mitigación y manejo de los impactos identificados. La metodología empleada comprende la identificación, caracterización, ponderación y evaluación de los impactos ambientales, con énfasis en aquellos de carácter significativo, así como en los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos que puedan derivarse de las distintas fases del proyecto.

La identificación de impactos contempla las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como desmantelamiento y abandono, considerando las posibles alteraciones sobre los componentes del proyecto.

La metodología utilizada en este estudio comienza con el análisis del diagnóstico ambiental de la Región Ecológica (RE), con el fin de identificar los elementos y los factores que podrían verse significativamente afectados por alguno de los componentes del proyecto.

IV.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los Impactos Ambientales

Las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) tienen como objetivo sistematizar y fortalecer el proceso de análisis de los efectos ambientales de un proyecto; sin embargo, no eliminan completamente la subjetividad inherente a ciertos aspectos de la evaluación. Por ello, resulta fundamental seleccionar una metodología adecuada a los objetivos del estudio, considerando sus alcances y limitaciones para garantizar resultados confiables.

De acuerdo con los lineamientos de la guía para la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional, el proceso de identificación y evaluación de impactos se desarrolla en tres etapas principales: la identificación de las acciones del proyecto, la selección de los indicadores de impacto que serán evaluados y la elección y justificación de la metodología de evaluación empleada.

Para el presente estudio se adoptó una metodología basada en el análisis matricial causa-efecto, derivada de la matriz de Leopold (1971) y adaptada a las características específicas del proyecto y del área de influencia. Esta herramienta permite identificar y ponderar las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores

CONSULTA AL PÚBLICO

ambientales potencialmente afectados. Complementariamente, se elaboró una matriz de calificación de impactos ambientales basada en la propuesta metodológica de Conesa-Fernández (2010), orientada a valorar la importancia de los impactos generados.

La aplicación de esta metodología requirió la definición previa de indicadores de impacto asociados a los efectos potenciales sobre el medio ambiente durante las diferentes etapas del proyecto. En términos generales, el procedimiento metodológico comprende la identificación de las acciones del proyecto, los factores generadores de impacto, los componentes ambientales e indicadores correspondientes, así como la elaboración de una matriz cribada de impactos, su valoración cualitativa y la descripción detallada de aquellos impactos considerados relevantes. Esta aproximación permite una evaluación integral y sistemática de los efectos ambientales potenciales derivados de la ejecución del proyecto.

IV.1.2. Acciones del Proyecto susceptibles de producir impacto

Las actividades del proyecto comprenden el conjunto de acciones y operaciones inherentes al desarrollo de la obra que, debido a su naturaleza, poseen el potencial de generar efectos sobre el ecosistema. A partir de la información presentada en el Capítulo I, se identificaron las distintas etapas del proyecto y las actividades asociadas a cada una de ellas. Posteriormente, estas fueron clasificadas en grupos según sus características y naturaleza operativa, con el fin de facilitar el análisis y la evaluación de los posibles impactos ambientales derivados de su ejecución (*Tabla IV-1*).

Tabla IV-1. Actividades contempladas por el Proyecto

Etapa	Actividades por Etapa	
1. Preparación de Sitio	1	Desmonte
	2	Despalme
2. Construcción	3	Nivelación de terreno
	4	Adecuación de caminos existentes
	5	Apertura de caminos nuevos
	6	Apertura de zanjas
	7	Instalación de pilotes
	8	Instalación del sistema fotovoltaico
	9	Montaje de paneles solares
	10	Obra civil subestación
	11	Retiro de maquinaria y materiales
3. Operación y Mantenimiento	12	Generación de energía
	13	Conducción eléctrica (subterránea)
	14	Transformación
	15	Mantenimiento de paneles solares
4. Desmantelamiento y Abandono	16	Desconexión de paneles
	17	Desmontaje de paneles

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividades por Etapa	
	18	Desmantelamiento instalaciones eléctricas
	19	Retiro de cimentaciones

IV.1.3. Factores del ambiente susceptibles de recibir impactos

El medio ambiente puede concebirse como un sistema abierto que intercambia energía y materia con su entorno, integrado por diversos subsistemas interrelacionados. Entre ellos destacan el medio físico y el medio social, cuya interacción determina la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas.

El medio físico comprende los elementos abióticos y bióticos que sustentan los procesos naturales y ecológicos. Los factores abióticos incluyen la atmósfera, la geósfera y la hidrósfera, componentes estrechamente vinculados a la energía solar, la cual regula el clima y posibilita procesos fundamentales como la fotosíntesis. Por su parte, el componente biótico está conformado por la flora, la fauna y los microorganismos, así como por las relaciones ecológicas que establecen entre sí. Este componente abarca además las comunidades biológicas, las interacciones intra e interespecíficas, la biomasa, los ciclos biogeoquímicos y los ecosistemas y hábitats donde se desarrollan dichos procesos.

El medio social constituye el subsistema asociado a las actividades humanas y engloba los aspectos económicos, culturales, políticos y perceptuales que influyen en la relación entre la sociedad y su entorno. Desde una perspectiva sistémica, este subsistema interactúa de manera continua con los componentes físicos y bióticos del ambiente, integrando dimensiones socioeconómicas y perceptuales que permiten comprender las dinámicas territoriales de forma integral.

En este contexto, los factores ambientales corresponden a los componentes del ecosistema susceptibles de experimentar modificaciones o impactos derivados de la ejecución de un proyecto, mientras que los subfactores representan una desagregación de dichos componentes para facilitar su análisis. En las Metodologías de Conesa-Fernández (2010) y la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de la SEMARNAT (2022) se fundamentan ampliamente la identificación y clasificación de estos factores y subfactores en la evaluación de impacto ambiental (*Tabla IV-2*).

Tabla IV-2. Identificación de factores y subfactores ambientales para el Proyecto

Sistema	Subsistema	Componente	Factor ambiental	Subfactor ambiental
Medio ambiente	Medio físico	Abiótico	Aire	Calida del aire
				Nivel de polvo
				Confort sonoro
			Geoforma	Relieve
			Agua	Calidad fisicoquímica del agua superficial

CONSULTA AL PÚBLICO

Sistema	Subsistema	Componente	Factor ambiental	Subfactor ambiental
				Calidad fisicoquímica del agua subterránea
				Disponibilidad de agua
				Escorrentía
			Suelo	Erosión hídrica y eólica
				Contaminación
			Flora	Cubertura vegetal
				Especies protegidas
			Fauna	Especies y poblaciones terrestres
				Especies y poblaciones voladoras
				Especies protegidas
				Hábitat faunístico
	Medio social	Socioeconómico	Economía y población	Nivel de empleo
				Economía local
				Servicios e infraestructura
				Aceptación social
			Cultura	Patrimonio cultural
		Perceptual	Paisaje	Visibilidad
				Fragilidad
				Calidad escénica

Como parte de la metodología de evaluación ambiental, a cada subfactor se le asigna un valor de importancia expresado en Unidades de Importancia (UIP), derivadas de la distribución de un total de 1,000 unidades entre los factores ambientales identificados, conforme a la propuesta metodológica de Bolea (1984, citado en Conesa-Fernández, 2010). Esta asignación inicial puede ajustarse mediante la experiencia del grupo multidisciplinario, considerando las características particulares del área de influencia y la descripción ambiental, con el propósito de otorgar una mayor ponderación a aquellos subfactores de mayor relevancia ecológica, social o funcional. Las UIP constituyen un criterio de ponderación que permite valorar la importancia relativa de los componentes ambientales y sirven como base para la determinación de la relevancia de los impactos ambientales identificados durante la evaluación del proyecto (*Tabla IV-3*).

Tabla IV-3. Desagregación de los componentes ambientales en factores, subfactores y sus unidades de importancia (UIP)

Factor ambiental	Subfactor ambiental	UIP	Clave
Aire	Calidad del aire	20	A
	Nivel de polvo	30	B
	Confort sonoro	35	C
Geoforma	Relieve	25	D
Agua	Calidad fisicoquímica del agua superficial	25	E
	Calidad fisicoquímica del agua subterránea	45	F
	Disponibilidad de agua	20	G

CONSULTA AL PÚBLICO

Factor ambiental	Subfactor ambiental	UIP	Clave
	Escorrentía	25	H
Suelo	Erosión hídrica y eólica	40	I
	Contaminación	20	J
Flora	Cubierta vegetal	70	K
	Especies protegidas	30	L
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	45	M
	Especies y poblaciones voladoras	60	N
	Especies protegidas	30	N
	Hábitat faunístico	45	O
Economía y población	Nivel de empleo	70	P
	Economía local	70	g
	Servicios e infraestructura	70	R
	Aceptación social	70	S
Cultura	Patrimonio cultural	40	T
Paisaje	Visibilidad	35	U
	Fragilidad	30	V
	Calidad escénica	50	W
Medio ambiente (total)		1000	

IV.1.4. Criterio para la identificación de impacto

La evaluación de impactos ambientales se fundamenta en la identificación de factores y subfactores ambientales susceptibles de ser afectados por las actividades del proyecto. A partir de esta identificación, se elabora una matriz cribada de interacciones potenciales, la cual permite establecer relaciones causales entre las acciones del proyecto y los indicadores ambientales. En dicha matriz, las actividades se organizan por etapas en las columnas, mientras que los subfactores ambientales se disponen en las filas.

El procedimiento metodológico consiste en analizar cada posible interacción entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales para determinar aquellas acciones que pueden generar cambios en la RE. Como resultado, se obtiene una matriz binaria donde las interacciones se registran mediante valores que indican su presencia o ausencia. Los impactos relevantes corresponden a aquellos capaces de producir modificaciones significativas en los componentes ambientales y afectar sus funciones a corto, mediano o largo plazo, clasificándose como positivos o negativos. Por su parte, los impactos no relevantes representan alteraciones de menor magnitud que no comprometen las funciones ecosistémicas, aunque requieren la implementación de medidas de mitigación.

La aplicación de esta metodología permitió identificar 165 interacciones potenciales entre las actividades del proyecto y el ambiente (*Anexo IV.1*). La etapa de construcción concentró el mayor número de interacciones debido a la cantidad de actividades involucradas; sin embargo, gran parte de estas acciones son temporales y localizadas, por lo que se prevé que los impactos asociados sean, en su mayoría, reversibles, puntuales y

CONSULTA AL PÚBLICO

mitigables. Asimismo, el medio físico registró la mayor cantidad de interacciones, al integrar tanto componentes abióticos como bióticos del ecosistema.

Finalmente, es importante distinguir entre interacción e impacto ambiental. Las interacciones representan las relaciones o modificaciones potenciales derivadas de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, mientras que los impactos ambientales constituyen los cambios efectivamente valorados en términos de su magnitud y significancia, positiva o negativa, sobre la calidad ambiental. Por ello, una interacción no implica necesariamente la existencia de un impacto ambiental significativo, sino únicamente la posibilidad de que éste ocurra.

IV.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificadas las interacciones potenciales mediante la matriz de cribado, se elaboró un cuadro descriptivo en el que se relacionan las actividades correspondientes a cada etapa del proyecto con las alteraciones ambientales previsibles que podrían generar. Este análisis permite establecer la relación causa-efecto entre las acciones del proyecto y los cambios esperados en los componentes ambientales. Con base en esta información, se procede a la cuantificación y valoración de los impactos ambientales potenciales, proporcionando los elementos necesarios para determinar su magnitud, importancia y significancia dentro del proceso de evaluación ambiental (*Tabla IV-4*).

Tabla IV-4. Interacciones (causa — efecto) durante las etapas del proyecto

Etapa	Actividad	Descripción de la interacción	Factor	Causa	Efecto (impacto potencial)
1.Preparación del sitio.	1. Desmonte y 2. Despalme.	El funcionamiento de maquinaria y unidades de transporte asociadas a la obra producirá emisiones gaseosas y material particulado hacia la atmósfera, modificando temporalmente su calidad. Asimismo, la utilización de equipos y herramientas ocasionará un incremento en los niveles de ruido dentro del área de influencia del proyecto.	Aire	Remoción de vegetación y movimiento de suelo	Incremento de material particulado suspendido debido a la erosión provocada por el viento y a la operación de equipos de trabajo, con posible deterioro de la calidad atmosférica local.
		Las labores de remoción de vegetación y movimiento de tierras podrán ocasionar modificaciones en la configuración del terreno, alterando pendientes y características geomorfológicas dentro del área del proyecto.	Geoforma	Modificación del relieve	Modificación de la topografía preexistente, con posibles variaciones en la estabilidad del terreno e incremento de la susceptibilidad a procesos erosivos.
		Las actividades de acondicionamiento del sitio pueden alterar los patrones naturales de escurrimiento pluvial y drenaje superficial. Adicionalmente, una gestión inadecuada de los residuos generados durante la obra podría representar un riesgo de contaminación para los acuíferos subterráneos.	Agua	Eliminación de cobertura vegetal y alteración del drenaje natural	Disminución de la capacidad de infiltración, incremento de los flujos superficiales y posible aporte de sedimentos o contaminantes a cuerpos de agua cercanos.
		Las excavaciones, nivelaciones, rellenos y demás movimientos de tierra, junto con el retiro de la capa vegetal, pueden favorecer procesos de degradación del suelo al dejarlo expuesto a la acción del viento y la lluvia. Asimismo, el manejo inadecuado de residuos sólidos o líquidos podría modificar sus propiedades fisicoquímicas.	Suelo	Retiro de la capa superficial y compactación por maquinaria	Reducción de la capa productiva del suelo, aumento de la compactación y disminución de la permeabilidad e infiltración, elevando la probabilidad de erosión hídrica y eólica.
		La remoción de la cubierta vegetal asociada al desmonte ocasionará una disminución de la vegetación presente, generando cambios en la composición, abundancia y diversidad de especies dentro del área de intervención.	Flora	Remoción de vegetación natural	Disminución de la cobertura vegetal y de la diversidad florística, con posible pérdida de especies de interés ecológico, endémicas o sujetas a protección.

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividad	Descripción de la interacción	Factor	Causa	Efecto (impacto potencial)
		Las actividades de preparación del terreno pueden generar perturbaciones sobre la fauna silvestre debido a la transformación de su hábitat natural, así como por la presencia de personal, ruido operativo y generación de residuos.	Fauna	Pérdida de hábitat y aumento del ruido	Desplazamiento o reducción de poblaciones faunísticas locales, interrupción de rutas de desplazamiento y aumento de condiciones de estrés para las especies remanentes.
		La ejecución de esta etapa requerirá mano de obra tanto especializada como operativa, favoreciendo la contratación de personal y estimulando el consumo de bienes y servicios en la zona.	Economía y población	Cambios en el uso del suelo y empleo temporal	Creación temporal de fuentes de empleo y dinamización económica local, aunque con potencial incidencia sobre actividades productivas previamente establecidas.
		Las acciones de desmonte, despalme y movimiento de materiales modificarán la apariencia visual del área, alterando la percepción de sus componentes naturales y escénicos.	Paisaje	Transformación del entorno visual	Transformación del paisaje existente y disminución de la calidad visual
2. Construcción	3. Nivelación del terreno	La operación de maquinaria pesada y vehículos de obra generará emisiones de gases y material particulado, provocando modificaciones temporales en la calidad atmosférica. Asimismo, el empleo de equipos y herramientas incrementará los niveles de ruido en el entorno inmediato.	Aire	Movimiento de suelo, uso de maquinaria pesada	Incremento de polvo y partículas suspendidas derivadas de las actividades de nivelación, con posible deterioro de la calidad del aire en el área de influencia.
		Las excavaciones, rellenos y trabajos de nivelación pueden modificar la configuración natural del terreno, alterando pendientes y características geomorfológicas locales.	Geoforma	Modificación de la topografía original	Pérdida o modificación de microrelieves naturales y alteraciones en los patrones de escurrimiento superficial.
	4. Adecuación de caminos	La exposición del suelo por remoción de cobertura y movimientos de tierra puede favorecer procesos erosivos y cambios en sus propiedades físicas. Además, un manejo inadecuado de residuos podría afectar su calidad.	Suelo	Compactación y pérdida de suelo fértil	Disminución de la capacidad de infiltración y aumento de la susceptibilidad a la erosión.
		Las actividades de construcción y el tránsito de maquinaria pueden ocasionar derrames accidentales de combustibles o lubricantes, así como una disposición inadecuada de residuos, generando riesgos para la calidad del agua subterránea.	Agua	Reducción de infiltración y cambios en el drenaje	Incremento potencial de escorrentías y procesos erosivos, así como alteraciones en cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
		La habilitación de áreas de tránsito y acceso implica la remoción de vegetación, ocasionando cambios en la composición y abundancia de especies vegetales presentes.	Flora	Eliminación de vegetación en las áreas de paso	Disminución de la diversidad florística y pérdida de funciones ecológicas asociadas a la cobertura vegetal.
	5. Apertura de nuevos caminos	La construcción de caminos puede generar perturbaciones sobre la fauna debido al ruido, la presencia humana y la fragmentación del hábitat, además de incrementar el riesgo de atropellamientos y colisiones.	Fauna	Fragmentación del hábitat y ruido por maquinaria	Desplazamiento de especies silvestres y alteración de corredores ecológicos y patrones de movilidad.
		La incorporación de infraestructura y la modificación física del terreno transformarán la percepción visual del entorno y sus componentes naturales.	Paisaje	Cambio en la estructura del paisaje natural	Disminución de la calidad escénica y modificación de la estructura paisajística original.
	6. Apertura de zanjas	Las excavaciones y la operación de maquinaria producirán emisiones de polvo, partículas y ruido, alterando temporalmente las condiciones atmosféricas del área.	Aire	Emisión de polvo y material particulado	Deterioro de la calidad del aire y posibles molestias para trabajadores y población cercana.
		Las excavaciones y el retiro de material superficial pueden modificar la estructura del suelo y dejarlo expuesto a procesos de degradación física.	Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Incremento del riesgo de erosión y pérdida de la capa fértil del suelo.
	7. Instalación de pilotes	Las perforaciones y actividades de cimentación pueden generar modificaciones localizadas en la estructura y configuración del terreno.	Geoforma	Perforación y cimentación	Alteración de las condiciones del subsuelo y compactación en áreas adyacentes a las cimentaciones.
	8. Instalación de sistema fotovoltaico	La ejecución de esta actividad requiere mano de obra especializada y no especializada, además de estimular la contratación de servicios y el consumo local.	Economía y población	Generación de empleo en la fase de construcción	Beneficio económico temporal asociado a la generación de empleo y fortalecimiento de capacidades técnicas.

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividad	Descripción de la interacción	Factor	Causa	Efecto (impacto potencial)
	9. Montaje de paneles solares	La instalación de estructuras tecnológicas introduce elementos visuales distintos a los componentes naturales del entorno.	Paisaje	Introducción de estructuras artificiales en el entorno	Modificación de la percepción visual y del carácter paisajístico del área intervenida.
	10. Obra civil de la subestación	El manejo de materiales de construcción y la operación de maquinaria producirán emisiones de partículas y gases con influencia local.	Aire	Uso de cemento y materiales de construcción	Liberación de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero asociados a las actividades constructivas.
		Las actividades constructivas demandan consumo de agua y presentan riesgos de contaminación por derrames accidentales o manejo inadecuado de residuos.	Agua	Consumo de agua en la construcción	Incremento de la presión sobre los recursos hídricos disponibles en el área de influencia.
	11. Retiro de maquinaria y material	El manejo y disposición inadecuada de residuos, materiales sobrantes o sustancias derivadas de la construcción puede alterar las características del suelo.	Suelo	Disposición inadecuada de residuos y desechos	Riesgo de contaminación del suelo por residuos sólidos, aceites, lubricantes o combustibles.
3. Operación y mantenimiento	12. Generación de energía	Durante la operación se requiere un mantenimiento periódico para garantizar la eficiencia y longevidad de los paneles solares y otros componentes. Este mantenimiento puede implicar emisiones indirectas asociadas, aunque no sean propiamente alcance del proyecto como son por ejemplo la fabricación y transporte de estos componentes la cual genera emisiones en su cadena de suministro, especialmente en la producción de silicio, vidrio y metales conductores, de igual manera, el envío de equipos desde fábricas hasta el sitio del proyecto implica emisiones de CO_2 derivadas del transporte por carretera, mar o aire.	Aire	Emisión indirecta de GEI por mantenimiento de equipos y uso de transporte	Contribución mínima a la huella de carbono en la operación.
		Los paneles solares están montados sobre estructuras ancladas en el suelo mediante pilotes o cimentaciones. La distribución de peso sobre el terreno puede causar compactación localizada, especialmente en terrenos con baja capacidad de carga. En suelos arcillosos o con alto contenido de humedad, puede haber hundimientos diferenciales. El uso continuo de camionetas, grúas y camiones ligeros en la inspección y mantenimiento de los paneles solares genera compactación en los caminos internos. La compactación excesiva disminuye la porosidad del suelo, afectando la infiltración de agua y la disponibilidad de oxígeno para la biota del suelo.	Suelo	Presión estructural sobre el terreno	Compactación del suelo en áreas con tráfico frecuente.
		Se requerirá de personal, por lo que se generaran empleos. Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.	Economía y población	Producción de energía limpia	Reducción de costos energéticos y generación de empleos.
	13. Conducción eléctrica subterránea	La modificación del relieve genera cambios temporales en la topografía y posibles hundimientos diferenciales. Puede afectar la capacidad de infiltración del agua, generando encharcamientos o aumento de escorrentía.	Geoforma	Excavación para tendido de cableado	Alteración del subsuelo y posible afectación de capas freáticas.
		La disminución de la permeabilidad puede generar problemas de drenaje, acumulación de agua superficial.	Agua	Posible afectación a flujo subterráneo	Cambios en la infiltración y recarga de acuíferos.
		Las instalaciones subterráneas quedan completamente ocultas bajo tierra, evitando la alteración del entorno visual.	Paisaje	Reducción de impacto visual en comparación con líneas aéreas	Menor afectación a la percepción escénica del entorno.

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividad	Descripción de la interacción	Factor	Causa	Efecto (impacto potencial)
	14. Transformación de energía	Los transformadores y subestaciones generan calor como su producto de la conversión y distribución de energía eléctrica. Este calor se disipa mediante radiadores, ventiladores o sistemas de enfriamiento con aceite dieléctrico.	Aire	Generación de calor en transformadores y subestaciones	Posible efecto térmico localizado sin impacto significativo en el aire.
		Los transformadores, inversores y otros equipos eléctricos requieren cimentaciones robustas que generan presión sobre el suelo. La vibración y el calor generado por estos equipos pueden alterar las propiedades fisicoquímicas del suelo en su entorno inmediato.	Suelo	Instalación de subestaciones	Sellado parcial del suelo y modificación de sus propiedades y la capacidad de absorción de agua.
		Un suministro estable de electricidad asegura que la energía generada sea útil y confiable para los consumidores finales, lo que tiene un impacto positivo en la economía y en la calidad de vida de la población.	Economía y población	Suministro estable de energía eléctrica	Mejora de infraestructura energética y mayor atracción de inversión.
	15. Mantenimiento de paneles solares	La maquinaria y vehículos en maniobras de mantenimiento generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.	Aire	Movilización de vehículos y personal para inspección	Emisión de contaminantes por vehículos de mantenimiento.
		La limpieza regular de los paneles solares es fundamental para mantener su eficiencia, lo que implica el uso de agua y productos de limpieza. La disponibilidad puede estar limitada en algunas y la calidad del agua debe ser adecuada para evitar la acumulación de residuos en los paneles.	Agua	Lavado de paneles solares	Consumo periódico de agua, impacto en disponibilidad hídrica local.
		Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos o colisiones con la infraestructura del proyecto y la movilidad en su operación. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010.	Fauna	Presencia de personal y equipos	Posible alteración temporal de la fauna local y vegetación.
		El mantenimiento regular evita la acumulación de suciedad, corrosión o desperfectos visibles que puedan afectar la apariencia del parque solar. La supervisión constante de las estructuras y soportes de los paneles evita que se deterioren o presenten daños visibles. Se asegura que la planta fotovoltaica se mantenga en condiciones adecuadas sin generar un contraste excesivo con el paisaje natural.	Paisaje	Conservación del funcionamiento o del parque solar	Reducción del impacto visual a largo plazo at evitar deterioro estructural.
4. Desmantelamiento y abandono	16. Desconexión de paneles	La maquinaria y vehículos en maniobras de desmantelamiento generará humos y particular suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.	Aire	Uso de vehículos y maquinaria para traslado	Emisión de gases contaminantes por combustión de diésel y polvo suspendido.
		La compactación excesiva disminuye la porosidad del suelo, afectando la infiltración de agua y la disponibilidad de oxígeno para la biota del suelo.	Suelo	Manipulación de estructuras y materiales pesados	Posible compactación del suelo por maquinaria.
		La desconexión de paneles marca el inicio del cierre parcial o total de la planta, lo que reduce la demanda de trabajadores en mantenimiento, operación y logística. La planta fotovoltaica puede haber generado empleos en la comunidad, apoyado negocios locales y contribuido con impuestos. Su desconexión reduce estos beneficios.	Economía y población	Reducción de actividad económica	Pérdida de empleos asociados al desmantelamiento de la planta.
	17. Desmontaje de paneles	Las actividades de restauración permitirán la restitución del relieve, disminuyendo la presión en la estructura de este y por lo tanto su modificación.	Geoforma	Movimiento de estructuras metálicas y soportes	Alteración mínima del relieve en las áreas de cimentación.

CONSULTA AL PÚBLICO

Etapa	Actividad	Descripción de la interacción	Factor	Causa	Efecto (impacto potencial)
		Durante las maniobras de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.	Agua	Posible generación de residuos peligrosos	Filtración de aceites o solventes en caso de mal manejo.
		El aumento de la actividad humana puede causar daño a la vegetación local, especialmente si se utilizan maquinarias pesadas o se realizan trabajos de excavación. El aumento de la actividad humana puede perturbar el hábitat natural de las especies locales, lo que puede causar estrés y alterar sus patrones de comportamiento.	Flora y fauna	Aumento de la actividad humana en la zona	Desplazamiento temporal de fauna local y alteración del hábitat.
		Las actividades de restauración como la reforestación permitirán recuperar el paisaje de manera gradual, lo que traerá el restablecimiento de los servicios ecosistémicos.	Paisaje	Eliminación progresiva de las estructuras visibles	Recuperación del paisaje natural.
	18. Desmantelamiento de instalaciones eléctricas	La maquinaria y herramientas en maniobras de desmantelamiento generará humos y partículas suspendidas.	Aire	Uso de herramientas y equipos de corte y soldadura	Emisión de partículas y residuos de metales pesados.
		Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos de manera adecuada.	Suelo	Remoción de cableado y transformadores	Posible contaminación del suelo por residuos eléctricos y aceites dieléctricos.
		La restauración generará las condiciones del sitio previo al desarrollo del proyecto, restableciendo la calidad visual y paisajística.	Paisaje	Eliminación de estructuras visualmente impactantes	Mejora del entorno visual al restaurar el paisaje original.
	19. Retiro de cimentaciones	Durante retiro de estructuras existirá alteración temporal del relieve, pero las actividades de restauración permitirán la restitución del suelo, disminuyendo la presión en la estructura de este y por lo tanto su modificación.	Geoforma	Excavación y retiro de bases de concreto	Modificación del relieve y alteración del perfil del suelo.
		Si los escombros contienen materiales peligrosos (como metales pesados o sustancias químicas), pueden contaminar el suelo, afectando su fertilidad y la salud de los organismos que habitan en él. La mezcla de escombros con el suelo natural puede modificar sus propiedades químicas y físicas, como el pH, la textura y la capacidad de retención de nutrientes.	Suelo	Generación de escombros	Necesidad de disposición adecuada de residuos de construcción.
		Los movimientos de tierra, así como el retiro de la capa vegetal, podrá generar incrementos en los procesos erosivos al dejar desprovisto al suelo y modificar su estructura permitiendo arrastre de material por acción eólica o pluvial.	Agua	Aumento de escorrentía en áreas afectadas	Posible erosión en suelos sin cobertura vegetal.
		Las actividades por realizar para el desmantelamiento implican el requerimiento de personal para actividades de jornada y especializadas, lo que tendrá un efecto benéfico en cuanto a remuneraciones por empleo, así como el consumo de servicios.	Economía y población	Demanda de mano de obra para desmantelamiento	Generación temporal de empleos en la fase de cierre del proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

Para la evaluación de los impactos ambientales se emplean indicadores que permiten medir y describir los cambios potenciales en los componentes del ambiente derivados de la ejecución del proyecto. De acuerdo con Canter (1998), los indicadores corresponden a medidas simples de factores ambientales o especies biológicas

que, bajo determinados supuestos, reflejan el estado y comportamiento de los sistemas físicos, biológicos o socioeconómicos.

Con base en este enfoque, se seleccionaron indicadores específicos para cada factor ambiental identificado, con el propósito de facilitar la caracterización y valoración de los impactos potenciales. Estos indicadores representan los elementos del ambiente susceptibles de ser modificados por las acciones del proyecto y constituyen herramientas fundamentales para cuantificar, monitorear y evaluar los cambios generados. Asimismo, cada indicador se expresa mediante unidades de medida definidas, lo que permite establecer criterios objetivos para el análisis de los efectos ambientales y su posterior seguimiento (*Tabla IV-5*).

Tabla IV-5. Indicadores ambientales y sus unidades de medición

Factor ambiental	Subfactor ambiental	Indicador	Unidad
Aire	Calidad del aire	Índice de calidad del aire	%
	Nivel de polvo	Concentración de polvos en el aire	µg/m3
	Confort sonoro	Nivel sonoro	dBA
Geoforma	Relieve	Grado de modificación del relieve	Estimativo
Agua	Calidad fisicoquímica del agua superficial	Índices de calidad del agua	Índice
	Calidad fisicoquímica del agua subterránea	Índice de calidad del agua	Índice
	Disponibilidad de agua	Cantidad recargada	Hm^3
	Escorrentía	Flujo escurrido	m^3/seg, índice adimensional
Suelo	Erosión hídrica y eólica	Pérdida de suelo	%, ppm, g/l
	Contaminación	Grado de contaminación	Tm/ha, año
Flora	Cubierta vegetal	Porcentaje de la superficie vegetal	%
	Especies protegidas	Índice de la población afectada	%, adimensional
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	Población terrestre afectada	%
	Especies y poblaciones voladoras	Población voladora afectada	%
	Especies protegidas	Índice de la población afectada	%, adimensional
	Hábitat faunística	Hábitat afectado	%
Economía y población	Nivel de empleo	Variación en el nivel de empleo	%
	Economía local	Incremento de ingresos	Millones de &
	Servicio e infraestructura	Longitud relativa de los servicios	Km
	Aceptación social	Índice de aceptación	%
Cultura	Patrimonio cultural	Capital cultural	Diversidad creativa
Paisaje	Visibilidad	Grado de visibilidad	%
	Fragilidad	Grado de fragilidad	%, adimensional
	Calidad escénica	Grado de calidad	%, adimensional

CONSULTA AL PÚBLICO

IV.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificadas las interacciones con potencial de generar impactos ambientales mediante la matriz de cribado, se procedió a la elaboración de una matriz de valoración del impacto potencial para cada etapa del proyecto y para los distintos componentes ambientales afectados (*Anexo IV.2*). Esta herramienta permite analizar de manera sistemática la magnitud e importancia de los efectos derivados de las actividades del proyecto sobre el entorno.

La valoración de los impactos se realizó con base en los criterios metodológicos propuestos por Conesa Fernández (2009), los cuales consideran diversos atributos que permiten caracterizar la naturaleza, intensidad, extensión, duración, reversibilidad y demás características relevantes de cada impacto. La aplicación de estos criterios facilita la determinación de la significancia de los efectos identificados, proporcionando una base objetiva para su clasificación y para la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración ambiental. Los criterios utilizados y sus respectivas escalas de valoración se presentan en la *Tabla IV-6*.

Naturaleza (NA): Indica si las acciones del proyecto deterioran o mejoran las características del atributo ambiental, es decir, si es benéfico o adverso. Esta característica se denota por los signos positivo (+) o negativo (-).

Intensidad (IN): Se refiere al grado de incidencia de la acción, sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejaran situaciones intermedias.

Extensión (EX): Se refiere al área de extensión teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respeto al entorno, en que se manifiesta el impacto). Si la acción produce un impacto muy localizado, se considerará 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 graduación, como impacto parcial (2) y extenso (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. Así cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año será corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo que va de 1 a 5 años, este será mediano plazo (2), y si el efecto tarde en manifestarse más de cinco años, el periodo será largo plazo (1).

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 iniciales 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 (1). Si dura entre 1 y 10 años,

CONSULTA AL PÚBLICO

será 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.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es corto el 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 comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior.

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 (2) y si es altamente sinérgico (4).

Periodicidad (PR): 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).

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 iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Así, 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 un valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (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 en este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Acumulación (AC): Este atributo se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Así, cuando una acción no genera efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-6. Criterios de impacto potencial

CRITERIOS								
	Naturaleza (NA)	**Valor**	**Intensidad (IN)**	**Valor**	**Extensión (EX)**	**Valor**	**Momento (MO)**	**Valor**
	Impacto benéfico	+	Baja		Puntual	1	Largo plazo	1
	Impacto adverso	-	Media	2	Parcial	2	Mediano plazo	2
			Alta	4	Extenso	4	Inmediato	4
			Muy alta	8	Total	8	Critico	(+4)
			Total	12	Critica	(+4)		
	Persistencia (Pe)	**Valor**	**Reversibilidad (RV)**	**Valor**	**Sinergia (SI)**	**Valor**	**Periodicidad (PR)**	VALOR
	Fugaz	1	Corto plazo	1	Simple	1	Irregular	1
	Temporal	2	Mediano plazo	2	Sinérgico	2	Periódico	2
	Permanente	4	Irreversible	4	Muy sinérgico	4	Continuo	4
	Recuperabilidad (MC)	**Valor**	**Efecto (EF)**	**Valor**	**Acumulación (AC)**	**Valor**		
	Recuperable inmediatamente	1	Indirecto	1	Simple	1	Valoración Impacto Potencial (Conesa-Fernández, 2009)	
	Recuperable a media no plazo	2	Directo	4	Acumulativo	4		
	Mitigable	4						
	Irrecuperable	8						

Los valores de relevancia se obtienen utilizando el índice de importancia del impacto. Este índice se obtiene por medio de un modelo matemático cuyos valores son calculados a partir de la calificación de la matriz con base en los valores expuestos en la tabla anterior.

El resultado se muestra expresado en valores absolutos y relativos. El modelo matemático se expresa en la siguiente ecuación. Donde I es el impacto potencial, el signo en el inicio significa la naturaleza del impacto negativo o adverso (-) y positivo o benéfico (+).

$$I = +(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

I = Importancia del impacto ambiental
IN = Intensidad
EX = Extensión MO = Momento PE = Persistencia
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia
AC = Acumulación
EF = Efecto
PR = Periodicidad

CONSULTA AL PÚBLICO

MC = Recuperabilidad

IV.3.1. Valoración absoluta y relativa

La valoración de los impactos ambientales requiere considerar que los distintos factores del medio ambiente no contribuyen de manera uniforme a la calidad y funcionamiento del sistema ambiental. En este sentido, la metodología propuesta por Conesa Fernández Vítora (2009) establece la necesidad de asignar una importancia relativa a cada factor ambiental mediante un proceso de ponderación que permita integrarlos en un análisis conjunto y representativo de la situación ambiental.

Para ello, se asigna a cada factor un peso específico expresado en Unidades de Importancia (UIP), derivadas de la distribución de un total de 1,000 unidades entre todos los factores ambientales identificados, conforme al planteamiento de Esteban Bolea (1984). La asignación de estas unidades se fundamenta en la opinión de especialistas y en la información obtenida mediante estudios de campo y gabinete, por lo que los valores pueden ajustarse de acuerdo con las características particulares del proyecto y del área de estudio. Esta flexibilidad metodológica permite otorgar mayor relevancia a aquellos factores que presentan una mayor susceptibilidad o importancia dentro del contexto ambiental evaluado.

Posteriormente, a partir de la matriz de cribado se seleccionan las relaciones causa-efecto consideradas relevantes entre las actividades del proyecto y los indicadores de impacto. Estas interacciones son evaluadas mediante los criterios de valoración previamente establecidos, lo que permite construir la matriz de importancia de impactos ambientales. Dicha matriz constituye una herramienta fundamental para determinar la significancia de los impactos identificados y orientar la definición de medidas de manejo, mitigación y seguimiento ambiental (*Anexo IV.3*).

Para ponderar la importancia del impacto de manera absoluta y relativa respecto a las actividades y niveles de desagregación del medio ambiente, se realizan las ecuaciones respectivas a los cuadros siguientes, esto permite analizar de manera más general y resumida los impactos ambientales generados por el proyecto (*Figura IV-1*, *Figura IV-2*, *Figura IV-3* y *Figura IV-4*).

Importancia absoluta de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{ij} = \pm(3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$
Componente $_m$	$I_{i(m)} = \Sigma_j I_{ij}$
Subsistema $_x$	$I_{i(x)} = \Sigma_m I_{i(m)}$
Sistema $_a$	$I_{i(a)} = \Sigma_x I_{i(x)}$
Medio Ambiente	$I_{i(MA)} = \Sigma_a I_{i(a)}$

Figura IV-1. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta al medio ambiente

CONSULTA AL PÚBLICO

Importancia absoluta de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_j = \Sigma_i I_{ij}$
Componente $_m$	$I_{(m)} = \Sigma_i I_{i(m)} = \Sigma_j I_j$
Subsistema $_x$	$I_{(x)} = \Sigma_i I_{i(x)} = \Sigma_m I_m$
Sistema $_a$	$I_{(a)} = \Sigma_i I_{i(a)} = \Sigma_x I_x$
Medio Ambiente	$I = \Sigma_i I_{i(MA)} = \Sigma_a I_a$

Figura IV-2. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto

Importancia relativa de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{Rij} = I_{ij} * P_j/\Sigma_j P_j$
Componente $_m$	$I_{Ri(m)} = \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_j P_j$
Subsistema $_x$	$I_{Ri(x)} = \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_m P_m$
Sistema $_a$	$I_{Ri(a)} = \Sigma_x \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_x P_x$
Medio Ambiente	$I_{Ri(MA)} = \Sigma_a \Sigma_x \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_a P_a$

Figura IV-3. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al medio ambiente

Importancia relativa de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{Rj} = \Sigma_i I_{ij} P_j/\Sigma_r P_r = I_j P_j/\Sigma_a P_a$
Componente $_m$	$I_{Rm} = \Sigma_i I_{Ri(m)} * \Sigma_j P_j/\Sigma_a P_a = \Sigma_j I_{Rj}$
Subsistema $_x$	$I_{Rx} = \Sigma_i I_{Ri(x)} * \Sigma_m P_m/\Sigma_a P_a = \Sigma_m I_{Rm}$
Sistema $_a$	$I_{Ra} = \Sigma_i I_{Ri(a)} * \Sigma_x P_x/\Sigma_a P_a = \Sigma_x I_{Rx}$
Medio Ambiente	$I_R = \Sigma_i I_{Ri(MA)} = \Sigma_x I_{Ra}$

Figura IV-4. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto

Una vez calculada la importancia absoluta y relativa, la matriz es depurada, para obtener la matriz de resultados (*Anexo IV.4*), la cual concentra el resultado del valor de importancia por impacto relacionado con las etapas del proyecto, agrupando los valores potenciales de afectación más relevantes, la escala de estos valores se muestra en la *Figura IV-5*.

CONSULTA AL PÚBLICO

Valor cualitativo	*Interpretación*
> + 76	IMPACTO BENÉFICO MUY ALTO
ENTRE +51 Y +75	IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO
ENTRE +26 Y +50	IMPACTO BENÉFICO MODERADO
< +25	IMPACTO BENÉFICO IRRELEVANTE
±0	NO SE ESPERA QUE OCURRA UN IMPACTO
< -25	IMPACTO ADVERSO IRRELEVANTE
ENTRE -26 Y -50	IMPACTO ADVERSO MODERADO
ENTRE -51 Y -75	IMPACTO ADVERSO SEVERO
> - 76	IMPACTO ADVERSO CRITICO

Figura IV-5. Tabla de valores de relevancia de impacto

Con base en este razonamiento, se cuenta con los elementos necesarios para generar la descripción de los impactos ambientales significativos, su análisis cualitativo cada una de las medidas de mitigación que serán propuestas en el apartado *0*.

IV.3.2. Descripción de impactos ambientales significativos

La evaluación de la importancia de los impactos ambientales permitió identificar aquellos efectos considerados significativos, tanto positivos como negativos, asociados a las distintas etapas del proyecto. Los resultados muestran que las fases de preparación del sitio y construcción concentran la mayor cantidad de interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, debido a la intensidad de las obras y a las modificaciones físicas requeridas para la instalación de la infraestructura. En estas etapas, la mayoría de los impactos potenciales son de carácter temporal, localizado y mitigable, por lo que se prevé que sus efectos sobre el ecosistema sean moderados y reversibles mediante la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas.

En contraste, durante la etapa de operación y mantenimiento se identifican impactos de menor intensidad, aunque algunos de ellos pueden persistir a lo largo de la vida útil del proyecto. Entre estos destacan la modificación permanente del paisaje, considerada un impacto residual, así como efectos acumulativos relacionados con la pérdida o desplazamiento de individuos de fauna silvestre. No obstante, la implementación de programas de control, monitoreo y seguimiento ambiental permitirá reducir la magnitud de estos efectos y favorecer la conservación de los componentes ambientales afectados.

Asimismo, se determinó que los impactos potenciales se concentran principalmente dentro del área de influencia directa del proyecto, correspondiente a las superficies ocupadas por las obras permanentes y la infraestructura asociada. Esta condición implica una mayor presión sobre la vulnerabilidad de los componentes ambientales presentes en el sitio, aunque limitada espacialmente al entorno inmediato del proyecto. Con base en estos resultados, se identificaron las actividades con mayor grado de afectación potencial en cada etapa, las

CONSULTA AL PÚBLICO

cuales constituyen el fundamento para la descripción de los impactos significativos y la definición de las medidas de manejo ambiental correspondientes (*Tabla IV-7*).

Tabla IV-7. Importancia relativa de las actividades respecto a los impactos generados

Orden de afectación	Etapa de preparación del sitio	Etapa de construcción	Etapa de operación y mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
1	Desmonte (12.88%)	Apertura de caminos nuevos (9.46%)	Mantenimiento de paneles solares (8.40%)	Desmontaje de paneles (8.51%)
2	Despalme (12.80%)	Adecuación de caminos existentes (4.85 %)	Conducción eléctrica subterránea (0.93 %)	Desconexión de paneles (3.01%)
3		Instalación de pilotes (1.58%)		Retiro de cimentaciones (2.61%)
4		Montaje de paneles solares (1.03%)		
5		Obra civil subestación (0.34%)		

IV.3.2.1. Descripción cualitativa de los impactos ambientales

IV.3.2.1.1. Impactos en el subsistema medio físico componente abiótico

Para el apartado de medio físico abiótico se identificaron ocho impactos ambientales potenciales de ocurrir durante el desarrollo y operación del proyecto, que a continuación se describen y están repartidos entre:

- Factor aire
- Factor geoforma
- Factor agua
- Factor suelo

AIRE

Se dividió en tres subfactores con sus determinados indicadores que facilitarán establecer los parámetros requeridos en el Programa de Vigilancia Ambiental; cabe señalar que estos indicadores mantienen una normatividad dentro de las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales exponen los valores máximos permisibles de emisiones.

1. Calidad del aire, medido en indicadores relacionados con la densidad de distintos compuestos en el aire (%).
2. Nivel de polvos, medido en la concentración en el aire (pg/m^3).
3. Confort sonoro, establecido por el nivel sonoro medido en decibeles (dBA).

Impactos

1. ***Alteración de la calidad del aire por la generación de emisiones a la atmósfera (AT 1)***

CONSULTA AL PÚBLICO

El uso y desplazamiento de maquinaria y vehículos de automotor, particularmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, generarán una moderada emisión de gases y partículas a la atmósfera, estas fuentes de emisión móvil se consideran intermitentes para un periodo fijo y no permanente, esto implicará una ligera disminución temporal de la calidad del aire en corto tiempo debido a la emisión de gases y componentes como: CO, CO_2, NO, SO, y otros hidrocarburos no quemados (HC).

De lo anterior se puede inferir que las emisiones que se generarán durante el desarrollo del proyecto en comparación con las que genera la industria y desplazamiento de vehículos automotores, serán mínimas y temporales, por lo que no generará de manera significativa alguna alteración a la calidad atmosférica de la región.

En lo que respecta a la etapa operativa, una vez el parque esté funcionando, el tránsito de vehículos disminuirá de manera que las emisiones a la atmósfera resulten no significativas dentro del área del proyecto y por ende la RE.

2. Alteración de la calidad del aire por dispersión de partículas suspendidas (AT2)

Debido a las características edafológicas del área de estudio, el tránsito de vehículos, maquinaria y movimientos de tierra es posible que se genere una dispersión de polvos durante las primeras etapas del proyecto, lo que ocasionaría una ligera alteración en la calidad del aire, puntualmente para el área del proyecto. Aunado a lo anterior, las fuentes de emisión móviles e intermitentes para un periodo fijo y no permanente, implicaría una ligera disminución de la calidad del aire debido a la emisión de partículas finas.

El impacto considerado como alteración a la calidad del aire, estaría presente de manera temporal y limitado al área del proyecto, la mayor intensidad en cuanto a dispersión de polvos se presentarla durante la preparación del sitio y construcción, por lo que se deberán implementar acciones y medidas puntuales para minimizar el impacto a la atmósfera y al personal que opere durante las etapas mencionadas.

3. Incremento en los niveles acústicos derivado del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras (AT3)

La alteración de los niveles acústicos que se infiere suceda por el desarrollo del proyecto, está relacionada a la emisión de ruido proveniente de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, los cuales, de acuerdo con la NOM-080-SEMARNAT-1994 deben mantener límites permisibles máximos de 92 dBA, considerando un peso bruto de 3,000 y 10,000 kg. Se infiere que no se sobrepasen valores arriba de 90 dBA resultado de la operación de maquinaria principalmente.

El aumento en los niveles acústicos se presentará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al uso de maquinaria, vehículos y personal para el desplante de la obra como ya se mencionó, este efecto de aumento sonoro se dará principalmente en horario diurno y se prevé que se enmascare con el ruido emitido por otras fuentes como el paso de vehículos en carreteras, por lo que una vez se finalice la jornada de trabajo el ruido estará relacionado únicamente al ruido ambiental, por lo que el efecto adverso se considera temporal.

CONSULTA AL PÚBLICO

GEOFORMA

Este factor, debido a la naturaleza de las interacciones producidas con el proyecto, contiene solo un Subfactor acompañado por su indicador y unidad de medida:

1. Relieve, el cual podrá medirse con el grado de modificación del relieve de dos maneras: 1) el volumen del relieve modificado (m^3) y 2) la pendiente, indicando el grado de inclinación.

Impactos

4. Modificación de la topografía original (GE1)

De acuerdo con el análisis realizado en el apartado de Geomorfología (capítulo III), el área circundante al proyecto presenta terrenos clasificados como Leptosol 97% y Phaeozem 2.91%, para el área del proyecto.

Los leptosoles son superficiales y poco desarrollados, típicos de zonas con pendientes pronunciadas o lomeríos. Su origen azonal, derivado de materiales piroclásticos, indica que son suelos jóvenes y con baja capacidad de retención de nutrientes. En cuanto a su Impacto ambiental, debido a su poca profundidad y baja fertilidad, son susceptibles a la erosión, especialmente en zonas de lomeríos y mediana ondulación. La intervención en estas áreas (como deforestación o construcción) podría acelerar la pérdida de suelo y generar sedimentación en zonas bajas, afectando cuerpos de agua y ecosistemas circundantes.

La actividad volcánica que originó estos suelos también sugiere que la zona puede ser propensa a eventos geológicos, lo que podría aumentar el riesgo de deslizamientos o inestabilidad del terreno si no se maneja adecuadamente.

Los phaeozems son más fértiles y profundos, típicos de zonas de terrazas bajas. Su relación con los Vertisoles indica que tienen alta capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que los hace ideales para actividades agrícolas. En relación con el impacto ambiental, podemos mencionar que, aunque son más estables que los Leptosoles, su presencia en zonas de barrancas y terrazas bajas los hace vulnerables a la erosión incisiva, especialmente si se altera la cobertura vegetal.

Su ubicación en zonas bajas también los hace más propensos a la acumulación de sedimentos y contaminantes transportados desde zonas altas, lo que podría afectar la calidad del suelo y del agua.

Si bien el proyecto requiere en su ingeniería básica una nivelación del terreno, esto implica una remoción de la capa superficial del suelo mediante acciones de despalme, acción que tendrá un impacto directo sobre el relieve natural, para posteriormente realizar las actividades de construcción en donde los movimientos de tierra ejercen cambios al relieve de manera temporal como permanente lo que podría generar efectos como desplazamiento de suelo.

CONSULTA AL PÚBLICO

AGUA

El agua es uno de los factores de mayor importancia en el medio que se desarrollará el proyecto, puesto que el vital líquido ofrece distintos servicios en el contexto de la región como elemento indispensable para la hidratación de la flora y fauna silvestre, riego de los campos, hidratación de ganado, insumo para consumo y uso en actividades de recreación.

La precipitación media anual de 906.5 mm indica que la región tiene un clima subhúmedo, con una disponibilidad de agua moderada pero concentrada en ciertos meses del año. En cuanto a los impactos ambientes tenemos que, la cantidad de lluvia es suficiente para sostener ecosistemas terrestres y actividades agrícolas, pero su distribución irregular puede generar estrés hídrico en temporadas secas. De igual manera, la precipitación muestra una marcada estacionalidad, con una mínima mensual de 10.7 mm en febrero (temporada seca) y una máxima de 240.1 mm en julio (temporada de lluvias) por lo que la temporada de lluvias intensas (junio-septiembre) puede causar inundaciones, erosión del suelo y deslizamientos, especialmente en zonas con pendientes pronunciadas o suelos degradados. La temporada seca (especialmente febrero-abril) genera un déficit hídrico que puede afectar la disponibilidad de agua para los ecosistemas, la agricultura y el consumo humano.

Dada su gran variedad de usos y características, se dispusieron de cuatro subfactores para el análisis del impacto ambiental, siendo:

1. Calidad fisicoquímica del agua superficial medida en índices de calidad del agua.
2. Calidad fisicoquímica del agua subterránea, medida en diversos indicadores de calidad, siendo concentraciones de coliformes, compuestos químicos, pH, etc.
3. Disponibilidad de agua, medido en la cantidad de agua recargada (hm^3)
4. Escorrentías o escurrimiento superficial, dispuesto en flujo escurrido metros con relación al cauce desviado en m^3, según la cantidad de agua intervenida en un lapso.

Impactos

5. Modificación del volumen de infiltración (AG1)

La composición geohidrológica dentro de la RE es conformada por dos unidades. La primera unidad consiste en Material no consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero (68.90%) y la segunda se constituye por Material no consolidado con posibilidades bajas. Ambas están constituidas por una cuña de rocas sedimentarias que descansan sobre rocas del Mesozoico y tienen un espesor que varía de pocos metros, cerca de sus límites hacia tierra, a más de 6,000m bajo el Golfo de México.

Las acciones de desmonte y despalme contribuirán a disminuir la capacidad de infiltración, la pendiente topográfica y la capacidad de infiltración del terreno genera que la recarga de aguas se realice en prácticamente

CONSULTA AL PÚBLICO

toda la superficie. El retiro de vegetación tendrá un efecto adverso hacia la infiltración asociado en la retención de agua que esta pueda obtenerse por la cobertura vegetal.

Los trabajos de preparación del sitio, específicamente en las actividades de desmonte y despalme, contemplan utilizar maquinaria y un consecuente aumento de la circulación de vehículos, propiciando la modificación de las propiedades del suelo (compactación), impactando en el valor de la infiltración en toda el área del Proyecto. En el proceso constructivo, continuará afectándose la infiltración, sin embargo, puede mitigarse al implementar obras de ingeniaría verde y manejo de la recarga.

6. Modificación de las escorrentías superficiales (AG2)

La RE del proyecto se encuentra en términos hidrológicos configurado por tres subcuencas, sin embargo, la que mayor peso concentra en los patrones de escurrimientos es la subcuenca del R. Jamapa, ya que concentra fuertes disecciones de valles profundos con áreas interfluviales con ondulamiento ligero. La subcuenca del R. San Francisco cuenta con la mayor extensión superficial dentro de la RE, sin embargo, para esta subcuenca la disección es menor debido al corto recorrido de los escurrimientos, aunque también se llegan a presentar desniveles profundos por la alta erodabilidad de la parte media de la cuenca conformada principalmente por materiales clásticos no consolidados. Por último, la menor superficie de subcuenca que se presenta en la RE pertenece al Rio Paso de Ovejas, morfológicamente corresponde a un parteaguas en la parte media de la unidad.

En la RE del proyecto todos los patrones de escurrimientos están orientados en dirección oeste-este. Existen dos corrientes principales de carácter perenne; en la zona norte se encuentra el Rio Paso Limón el cual se origina al noroeste de la localidad de Cerritos con un patrón meándrico al cual se le unen múltiples corrientes intermitentes los cuales obtienen esa condición por la escasez de lluvias y la alta permeabilidad litológica.

Para desplantar la infraestructura del Proyecto, se requiere conformar el terreno a un nivel homogéneo por lo que la dirección y flujo de los escurrimientos serán alterados y modificados a las nuevas condiciones que vaya presentando el sitio. Los caminos y estructuras como edificios podrían implicar una mayor modificación de las escorrentías, así como la mala disposición de residuos y/o su almacenamiento.

Si bien los escurrimientos se presentan durante las temporadas de lluvias, medio por el cual se incrementa el flujo y recarga de acuíferos, su afectación será de manera temporal y con las obras de drenaje pretendidas por el Proyecto, el impacto se mitigará.

SUELO

El riesgo se presenta principalmente por la posible contaminación derivada de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y potenciales derrames de combustibles, grasas o aceites provenientes de los vehículos y maquinaria utilizada en el área de influencia.

El factor suelo para su análisis se dividió en dos subfactores:

CONSULTA AL PÚBLICO

1. Erosión hídrica y eólica, la cual será medida a través de la pérdida de suelo en %, ppm, g/l.
2. Contaminación la cual será medida en concentraciones de contaminantes o grado de contaminación, Tm/ha/año.

Impactos

7. Alteración de los procesos erosivos (SU1)

Este componente se vuelve vulnerable por aquellas actividades realizadas con maquinaria y que están asociadas al movimiento de tierras y cimentaciones; en primera instancia el desmonte y despalme retiraran la capa orgánica del suelo y otra capa que podrá modificar su estructura, exponiéndolo a la acción del viento y lluvia lo que puede incrementar los procesos erosivos, generando un arrastre o lavado de la capa edáfica.

8. Afectación al suelo por manejo residuos sólidos (SU2)

Durante el desarrollo del Proyecto, en sus etapas previo a la operación (Preparación del sitio y Construcción), es posible que el suelo se vea vulnerable ante la generación de los residuos provenientes de la obra, maquinaria y personal; lo que podría ocasionar una modificación a las características naturales del suelo en caso de algún derrame de combustible o aceites y su permanencia en la capa edáfica; asimismo, los residuos sólidos urbanos de no mantenerse en sitios para su disposición y debidamente resguardados, pueden generar materiales contaminantes que estén dispersos por el área del proyecto, incluso afectar de manera indirecta a otros componentes (flora, fauna, agua, etc.).

Se contempla que se afectarán los perfiles del suelo en toda la zona de Área de influencia del proyecto por las actividades de Preparación de sitio y Construcción, en las actividades de excavaciones y nivelaciones, la capa de suelo fértil que pudiera impactarse se rescatará para emplearla como cubierta superior en áreas para reforestación, mitigando la superficie de impacto directo y brindando posibilidades de restitución de la vegetación. Cabe mencionar, que se tiene contempladas las medidas de mitigación pertinentes para que durante todas las etapas del proyecto se cuente con una adecuada disposición de todos los residuos, Asimismo, es probable la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos, por lo que se establecerán las medidas de control para este tipo de imprevistos o contingencias ambientales. Dichas medidas están fundamentadas en la adquisición y uso de materiales de contención y recuperación de materiales líquidos, mismos que se encontrarán colocados en sitios estratégicos del trazo del proyecto.

IV.3.2.2. Impactos en el subsistema medio físico componente biótico

El medio biótico contempla a aquella parte del medio ambiente que refiere a los seres vivos, registrados en el capítulo III de la presente MIA-R; para su análisis el apartado se dividió en dos factores:

- Factor Flora
- Factor Fauna

CONSULTA AL PÚBLICO

Se identificaron seis impactos potenciales para estos factores, siendo los principales aquellos llevados a cabo durante la preparación del sitio y construcción y un impacto considerado residual en la operación, relacionado a la fauna principalmente.

FLORA

Los usos de suelo y vegetación registrados en la RE son vegetación secundaria de selva baja caducifolia, agropecuario (agricultura y pastizal), cuerpo de agua, urbano-infraestructura. Es importante resaltar que en el Área del Proyecto se registraron los usos de suelo y vegetación agropecuario y vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Para el análisis de este factor se llevó a cabo con dos subfactores:

1. Cubierta vegetal, medida en porcentaje de hectáreas o metros cuadrados de afectación.
2. Especies protegidas, estimada en el índice de población o individuos afectados.

Impactos

9. Pérdida de la cobertura vegetal (FL1)

La vegetación presente en el área del Proyecto será impactada de manera directa por el desmonte. Las unidades de vegetación afectadas son agropecuario y vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

En la *Tabla IV-8* muestra las superficies de afectación respecto al desplante del Proyecto, tipo de vegetación y uso de suelo.

Tabla IV-8. Superficies de afectación respecto al desplante del Proyecto, tipo de vegetación y uso de suelo

Uso del suelo y vegetación	Delimitada		Con el desarrollo del Proyecto	
	ha	%	ha	%
Área desprovista de vegetación	3.101	0.53	2.545	0.44
Agropecuario	243.933	41.78	50.625	8.67
Cuerpo de agua	0.286	0.05	0.083	0.01
Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	336.557	57.64	240.764	41.24
Urbano – Infraestructura	0.000	0.00	289.860	49.64

10. Interferencia con especies de flora protegidas (FL2)

FAUNA

Respecto a la afectación derivada del proyecto, es usual que se afecte a las poblaciones de fauna durante las actividades de desmonte, despalme y construcción, principalmente por el uso de vehículos y maquinaria los

CONSULTA AL PÚBLICO

cuales podrían generar desplazamiento o pérdida de especies animales locales, interrupción de corredores biológicos, aumento del estrés en fauna remanente.

Las afectaciones a poblaciones faunísticas pueden medirse a través de los individuos afectados; mientras que el hábitat puede ser considerado como el porcentaje de determinada vegetación afectada o la conectividad de parches de vegetación.

1. Especies y poblaciones terrestres, se medirá a través del número o porcentaje afectado.
2. Especies y poblaciones voladoras, se medirá a través del número o porcentaje afectado.
3. Especies protegidas, se mide a través del índice de población afectada.
4. Hábitat faunístico, este se mide por el porcentaje de hábitat afectado.

Impactos

11. Afectación a especies y/o poblaciones terrestres de fauna silvestre (FA1)

El impacto a la fauna silvestre tiene potencial de generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto de manera temporal, por el uso de maquinaria, vehículos y la presencia del personal de obra; con la probabilidad de ocurrir incidentes como atropello de individuos o la captura y caza de estos por parte del personal, lo que ocasionaría un riesgo para las poblaciones involucradas.

El atropellamiento de fauna silvestre se debe principalmente a dos factores: la velocidad del automóvil o maquinaria y el grado de visibilidad que tienen los animales para detectar a tiempo un vehículo en movimiento. Este último aspecto, la visibilidad se ve influenciada por la cobertura vegetal presente en el área del proyecto. En los caminos que crucen áreas de vegetación la visibilidad será menos que en aquellas áreas donde los caminos atraviesan fragmentos sin vegetación. En estos caminos, los animales pueden toparse con un vehículo y darse cuenta justo cuando se está presentando el impacto. El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. Por otro lado, aunado al riesgo de atropellamiento, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción existirá la amenaza de cacería para consumo, como mascotas o por la aversión hacia algunas especies, por lo cual se empleará una sensibilización a los grupos de trabajo y personal que labore en la construcción y operación del proyecto.

La etapa de operación presentara una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación sistematizadas bajo instrumentos electromecánicos; será en los turnos de vigilancia y mantenimiento cuando la circulación de vehículos pueda aumentar, sin embargo, el efecto de este impacto en las demás etapas se verá desplazado por su temporalidad.

CONSULTA AL PÚBLICO

12. Afectación de individuos o poblaciones de fauna voladora (FA2)

La fauna voladora, principalmente la avifauna puede verse comprometida considerando que la vegetación juega un papel importante en su ciclo biológico y el retiro de esta durante el desmonte puede generar un efecto adverso en temporadas reproductivas.

Durante los muestreos realizados se registraron un total de 88 especies, representando a 17 órdenes y 36 familias. De las 88 especies registradas, 58 son residentes, nueve residentes con poblaciones migratorias de invierno, tres residentes con poblaciones migratorias de verano, dos son migratorias de invierno, tres son migratorias de invierno y de verano, una especie es migratorias de invierno y verano con poblaciones residentes, el resto de las combinaciones entre migratorias, residentes y transitorias.

Derivado del muestreo, dentro de la Región Ecológica se registraron 69 especies, agrupadas en 13 órdenes y 27 familias, siendo Tyrannidae la familia mejor representada (con 10 especies), seguida por Icteridae (con nueve especies). En el área del Proyecto se identificaron 71 especies, distribuidas en 11 órdenes y 26 familias, siendo nuevamente las familias con mayor representación Tyrannidae e Icteridae, con 11 y 10 especies respectivamente.

Ya que la mayoría de las especies registradas son residentes, es posible que el impacto este enfocado en los individuos bajo dicha estacionalidad, por lo que es recomendable establecer monitoreos previos a la construcción del Parque para obtener un detallado análisis de las especies con mayor tránsito en la zona, así como durante la operación para describir la interacción entre la avifauna, paneles y sus obras asociadas con más información sobre colisiones.

Este impacto se presenta en la etapa operativa y se considera de una temporalidad asociada a la vida útil del proyecto, sin embargo, las colisiones no se presentan de manera continua, sino, que ocurren de manera irregular y están asociadas a otros factores como el clima, hábitos de las especies y disposición de la infraestructura. Actualmente las medidas y acciones diseñadas para mitigar este impacto no permiten una eliminación completa del efecto, por lo que se ha considerado como un impacto residual, el cual se buscará reducir a través de las propuestas de prevención, mitigación y corrección.

13. Afectación de especies protegidas (FA3)

Los dos impactos potenciales anteriores a la fauna silvestre abarcan para aquellas especies con alguna importancia ecológica, social o económica, catalogadas como singulares para este estudio. El impacto en este tipo de especies puede ocasionar una afectación directa en sus poblaciones, disminuyendo su abundancia y presencia dentro de la RE; de manera indirecta puede afectar a procesos ecológicos como la polinización o propagación de especies de flora que a través de la fauna concreta sus ciclos vitales. Por lo anterior se considera un impacto adverso ya que la pérdida de alguno de estos individuos puede afectar el ecosistema a escala regional.

CONSULTA AL PÚBLICO

14. Pérdida y fragmentación del hábitat (FA4)

Una de las afectaciones a la fauna silvestre por acción de la preparación del sitio y operación del Proyecto, es la interrupción de corredores biológicos, aumento del estrés en fauna remanente y fragmentación del hábitat. La vegetación secundaria de selva baja caducifolia es la cobertura vegetal con mayor superficie dentro del área de influencia del proyecto, ambiente en el que algunas especies están adaptadas, por lo que se infiere que el efecto en la disminución de este tipo de vegetación tendrá un efecto directo para los individuos como aquellos con mayor abundancia.

Si bien la afectación se limitará al área de influencia, las especies de estos hábitats en retroceso ven mermar el territorio disponible a la vez que se enfrentan a una creciente atomización de sus poblaciones. Otro efecto reconocido es el efecto borde el cual se crea así en todos los fragmentos bajo una banda perimetral de hábitat con condiciones adversas para muchas de las especies allí acantonadas, es decir, se produce una zonificación en un hábitat de borde y un hábitat de interior (Janzen, 1983; 1986; Murcia, 1995; Ries et al., 2004; Fletcher, 2005).

El efecto borde de los paisajes fragmentados favorece la invasión de los fragmentos por muchas especies generalistas propias de hábitats sometidos a algún tipo de perturbación. Por lo anterior el impacto en la disminución de hábitat se considera adverso ya que el proyecto no es solo el responsable o causante de la fragmentación, pero su contribución a esta situación, aunque a nivel regional no representa una mayor relevancia puede ocasionar algunos efectos adversos no previstos.

IV.3.2.3. Impactos en el subsistema medio social componente socioeconómico

Este componente forma parte del sistema ambiental en donde se evalúa el Proyecto y está compuesto por dos factores, los cuales reflejan el alcance de los impactos en este contexto:

- Factor economía y población
- Factor cultura

ECONOMÍA Y POBLACIÓN

Este factor implica las condiciones tanto económicas como sociales que pueden ser alteradas por la instalación del proyecto, las cuales son benéficas; se consideraron tres subfactores para la evaluación de este factor:

1. Nivel de empleo, medido como la variación en el nivel de empleo a través del número de trabajadores empleados.
2. Economía local, expresado en el incremento de ingresos por la cantidad de capital generado en la RE.
3. Servicios e infraestructura, medido con la longitud relativa de los servicios en la variación de los sectores afectados.

CONSULTA AL PÚBLICO

4. Aceptación social medido con el índice de afectación en porcentaje Impactos

Se identificaron cuatro impactos potenciales para estos factores: Generación de empleos por el desarrollo y operación del proyecto (EC1), Derrama económica (EC2), Desarrollo de infraestructura y servicios (EC3) y Pérdida de empleos al término de la vida útil (EC4), siendo los tres primeros de carácter benéfico de la etapa de preparación del sitio y construcción, y el último de ellos clasificado como adverso identificado en la etapa de desmantelamiento y abandono.

Impactos:

15. Generación de empleos por el desarrollo y operación del proyecto (EC1)

El desarrollo del Proyecto del Parque Fotovoltaico requerirá personal profesionista u operador a las profesiones relacionadas con las actividades económicamente activas del municipio, por lo que se puede inferir que habrá un incremento en la demanda de estas profesiones principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo que generará oportunidad de nuevos empleos y un flujo de la economía a nivel regional, esta última por la necesidad de servicios como hospedaje, alimentación, atención de salud entre otros que requerirá el personal que labore en las diferentes etapas del Proyecto.

16. Derrama económica (EC2)

La derrama económica asociada al Proyecto se encuentra en la prestación de servicios y adquisición de materias primas que se requerirán durante el desarrollo, como hospedaje, alimentación, atención de salud, materiales de construcción y derivados, entre otros, situación que permitirá un flujo de la economía a nivel regional. Este aspecto está ligado a la generación de empleos ya que el beneficio económico que se destinara en la contratación de personal permitirá que exista inversión a escala local y regional.

17. Desarrollo de infraestructura y servicios (EC3)

Este impacto se considera benéfico ya que una de las acciones del proyecto es mejorar la situación de los caminos ya existentes y establecer nuevos caminos de interconexión, lo que brindará una oportunidad a los pobladores de las localidades cercanas, de trasladarse con mayor rapidez y en menor tiempo; cabe mencionar que algunos caminos serán únicamente para las actividades del proyecto, sin embargo, podrán ocuparse a razón de la empresa para el requerimiento de algún servicio de urgencia o beneficio social.

Por otro lado, el personal que labore durante el desarrollo del Proyecto tendrá la necesidad de cubrir ciertas necesidades como la alimentación, hospedaje y/o servicios de jornales, por lo que la población tendrá la oportunidad de ofrecer los servicios necesarios para atender las necesidades, derivando en ofertas de empleo, derrama económica y bienestar social.

CONSULTA AL PÚBLICO

18. Pérdida de empleos al término de la vida útil (EC4)

La desconexión de paneles marca el inicio del cierre parcial o total de la planta, lo que reduce la demanda de trabajadores en mantenimiento, operación y logística.

CULTURA

En el marco de la evaluación de impacto ambiental, se realizó un análisis del área de influencia del proyecto, incluyendo inspecciones de campo y consultas con autoridades culturales y comunidades locales. No se identificaron sitios arqueológicos, históricos o elementos del patrimonio cultural dentro del área del proyecto ni en sus inmediaciones. Además, el proyecto cumple con todas las normativas nacionales y locales relacionadas con la protección del patrimonio cultural. Por lo tanto, se concluye que el factor cultura no se ve afectado en términos del patrimonio cultural de la región.

IV.3.2.4. Impactos en el subsistema medio social componente Perceptual

Este componente está compuesto únicamente por el Factor paisaje.

PAISAJE

El paisaje, siendo uno de los componentes con mayor valor en relación con la aceptación de un proyecto, puede llegar a ser modificado por las actividades y obras a desarrollar, por lo que, en el presente análisis este fue divido en tres subfactores:

1. Visibilidad expresada en el grado de visibilidad medido en porcentaje.
2. Fragilidad visual, implica el nivel de deterioro visual que mantiene un sitio determinado, medido en el grado de fragilidad por superficie.
3. Calidad escénica, refiere al nivel de conservación visual del sitio y la capacidad de soportar cambios efectuados en él, medido en el grado de calidad por superficie.

El proyecto tendrá una visibilidad del 3.478% (9.934 km^2) en la RE, mientras que en el 96.522% (275.664 km^2) no será visible. Desde la porción noroeste de la RE, las obras del proyecto serán visibles ya que en esa dirección de la RE existen terrenos más altos respecto al sitio en donde se ubicará el proyecto y sus obras; situación contraria a lo que sucede en la fracción este de la RE, ya que al ser terrenos de menor elevación respecto al predio del proyecto esto impedirá la observación del proyecto y sus respectivas obras. En cambio, por otra parte, el mayor grado de visibilidad de las obras del proyecto se presenta sobre la porción centro de la RE justo en las inmediaciones del predio del proyecto, localizado morfológicamente en una zona de lomeríos con llanuras que presentan ligeras ondulaciones; por lo que desde estos puntos es factible la visualización del proyecto y su infraestructura; a esta característica física del terreno se añade la presencia de sitios donde se

CONSULTA AL PÚBLICO

practican actividades agropecuarias, las cuales al carecer de cobertura forestal, facilitarán la visibilidad de las obras.

Se identificaron dos impactos potenciales para estos factores que se describen a continuación:

Impactos

19. Modificación de la fragilidad visual (PA1)

La fragilidad es una característica derivada de la absorción visual, a mayor fragilidad menor será la capacidad de absorción y a menor fragilidad mayor será la capacidad de absorción, también es entendida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una modificación sobre él. Esta fragilidad depende de factores biofísicos que amortiguan o realzan las alteraciones visuales, los factores más significativos son el uso de suelo y vegetación, la fisiografía y la cuenca visual (Pérez, L. et al., 2002; Alberruche-del campo, et al., 2015).

La fragilidad visual intrínseca puede ser interpretada como el inverso de la calidad visual del paisaje, a mayor calidad visual del paisaje menor será la fragilidad y a menor calidad del paisaje mayor será la fragilidad, esto debido a que una buena calidad del paisaje contiene elementos naturales poco alterados y por lo tanto tiene una mayor capacidad de absorción.

La fragilidad intrínseca de la RE muestra cuatro rangos de fragilidad de los cinco posibles, siendo la fragilidad muy alta la más predominante con el 70.253 % de la superficie de la RE, seguido por la fragilidad alta con el 20.157%, en cambio, el restante 9.59% de la superficie de la RE presenta los dos niveles restantes de fragilidad detectados en la RE (media y baja). Este contrate entre superficies entre los rangos de fragilidad detectados se debe a que en la RE se encuentran grandes extensiones de zonas antropizadas (principalmente zonas agropecuarias) a diferencia de otros sitios en donde aún se aprecian algunas coberturas vegetales y sitios con pendientes medianamente pronunciadas, lo que propicia su conservación debido a lo complicado de su acceso y que a su vez; deriva en que la composición paisajística de la RE sea heterogénea.

El desplante de infraestructura tendrá un efecto directo a la calidad visual y por lo tanto a la fragilidad del sitio, sin embargo, al mantenerse una fragilidad alta y en la misma categoría la calidad paisajística, se espera que el sitio tenga la capacidad de absorción generada por los cambios durante el desarrollo y operación del Proyecto.

20. Modificación de la calidad paisajística (PA2)

La calidad intrínseca de un paisaje se entiende como el estado de conservación o excelencia que presenta un paisaje determinado en función de la estructura de cada una de sus unidades de paisaje. Esta evaluación se realiza para definir los cambios en la conservación con base en las modificaciones que se desarrollan en el territorio ya sea por actividades o la inserción de obras (Estévez, V. et al., 2012; Alberruche-del Campo, et al. 2015).

CONSULTA AL PÚBLICO

Dentro de la RE se identificaron tres tipos de calidad en el paisaje de manera previa a la instalación del proyecto. Estos resultados fueron Baja (0.110%), Media (90.302%), Alta (9.588%). Los resultados fueron determinados en su mayoría por el uso del suelo y la vegetación existente; pues al ser la RE constituido principalmente por zonas agropecuarias y asentamientos humanos dispersos en contraste con reducidas áreas con cobertura natural vegetal, mismas que están relegadas a barrancas de difícil acceso, da como resultado que la calidad visual de las unidades de paisaje de la RE presenten un valor medio en su calidad visual (poco más del 90% de la superficie de la RE), ya que existe una predominancia de sitios antropizados o impactados, mismos que se extienden por toda la superficie de la RE. Los sitios con calidad alta se localizan principalmente sobre las barrancas que a su vez aún resguardan cobertura de vegetación natural con diferentes grados de conservación, ubicándose en la parte noroeste y sureste de la RE.

Con el desarrollo del Proyecto y la instalación de infraestructura como los paneles solares, se generará una afectación a la calidad visual del paisaje, disminuyendo su valor obtenido por la presencia de vegetación y pocos asentamientos humanos. Se espera que una vez se desplante el Proyecto y dado que no se requiere de una abundancia de personal para su operación, el paisaje integre esta actividad a sus componentes y considerando la implementación de medidas de mitigación, la calidad paisajística obtenga atributos positivos y se minimice su intervención.

IV.4. IMPACTOS RESIDUALES

La evaluación de los impactos residuales se fundamenta en la definición establecida por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de impacto ambiental, que los considera como aquellos efectos que permanecen una vez aplicadas las medidas de mitigación correspondientes. Estos impactos representan las modificaciones ambientales que no pueden ser eliminadas completamente mediante acciones de prevención, reducción o compensación.

Para su caracterización y valoración se adoptó como referencia la metodología propuesta por la Environmental Assessment Office de Canadá en el documento Guideline for the Selection of Valued Components and Assessment of Potential Effects (2013). Este enfoque permite analizar la importancia de los efectos residuales considerando las características de los componentes ambientales afectados y la magnitud de los cambios que persisten después de la implementación de las medidas de manejo ambiental. De esta manera, la evaluación de impactos residuales proporciona elementos para determinar la significancia de los efectos remanentes del proyecto y establecer estrategias de seguimiento y control orientadas a minimizar sus consecuencias sobre el sistema ambiental (*Figura IV-6*).

CONSULTA AL PÚBLICO



Figura IV-6. Pasos en la evaluación de los efectos residuales

1. *Caracterización general de los efectos residuales*

Alteración del suelo:

- Descripción: La construcción de la planta fotovoltaica implica la remoción de la capa superficial del suelo, compactación y posible contaminación con materiales de construcción.
- Efecto residual: Cambios en la estructura y composición del suelo, pérdida de fertilidad y alteración de la microbiota.

Pérdida de hábitat:

- Descripción: La instalación de la planta requiere la eliminación de vegetación natural, lo que resulta en la pérdida directa de hábitat para la fauna y flora local.
- Efecto residual: Reducción de la biodiversidad local y posible disminución de especies endémicas.

Fragmentación del hábitat:

- Descripción: La construcción de infraestructura asociada (caminos, cercas) divide el hábitat en fragmentos más pequeños.
- Efecto residual: Aislamiento de poblaciones de fauna, reducción de la conectividad ecológica y aumento de la vulnerabilidad a perturbaciones.

Alteración del drenaje natural:

- Descripción: La construcción puede alterar los patrones de drenaje natural, causando erosión y cambios en los flujos de agua.
- Efecto residual: Inundaciones localizadas, pérdida de suelo fértil y afectación de ecosistemas adyacentes.

Cambio visual en el paisaje:

- Descripción: La instalación de paneles solares y estructuras asociadas modifica el paisaje natural.
- Efecto residual: Impacto visual permanente, disminución del valor estético del área.

Efecto sobre especies migratorias:

- Descripción: La presencia de estructuras y el cambio en el uso del suelo pueden afectar las rutas migratorias de aves y otros animales.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Efecto residual: Desorientación de especies migratorias, colisiones con estructuras y disminución de poblaciones migratorias.

2. Determinación de la posibilidad

- Alteración del suelo: Alta posibilidad debido a la necesidad de preparación del terreno.
- Pérdida de hábitat: Alta posibilidad, especialmente en áreas con vegetación densa.
- Fragmentación del hábitat: Moderada debido a la extensión de la infraestructura.
- Alteración del drenaje natural: Moderada, dependiendo de las medidas de control de erosión correctamente implementadas.
- Cambio visual en el paisaje: Alta, dado el cambio significativo.
- Efecto sobre especies migratorias: Moderada, dependiendo de la ubicación y diseño de la planta.

3. Determinación de la significancia

- Alteración del suelo: Significativo si afecta áreas con suelos fértiles o de alto valor ecológico.
- Pérdida de hábitat: Muy significativo en áreas con alta biodiversidad o especies protegidas.
- Fragmentación del hábitat: Significativo si afecta corredores biológicos importantes.
- Alteración del drenaje natural: Significativo si causa inundaciones.
- Cambio visual en el paisaje: Significativo en áreas de alto valor escénico
- Efecto sobre especies migratorias: Significativo si afecta rutas críticas o especies en peligro.

4. Nivel de confianza

- Alteración del suelo: Alto, basado en estudios de suelo y experiencia previa.
- Pérdida de hábitat: Alto, respaldado por inventarios de flora y fauna.
- Fragmentación del hábitat: Moderado, dependiendo de estudios de conectividad ecológica.
- Alteración del drenaje natural: Moderado, basado en modelos hidrológicos y observaciones in situ.
- Cambio visual en el paisaje: Alto, basado en análisis visuales y opinión pública.
- Efecto sobre especies migratorias: Moderado, dependiendo de estudios específicos de migración.

5. Análisis de riesgo adicional (cualitativo)

Alteración del suelo:

- Riesgo: Degradación a largo plazo del suelo.
- Medidas: Implementar prácticas de restauración y manejo sostenible del suelo.

Pérdida de hábitat:

- Riesgo: Extinción local de especies.
- Medidas: Crear reservas naturales y programas de reforestación.

CONSULTA AL PÚBLICO

Fragmentación del hábitat:

- Riesgo: Reducción de la diversidad genética.
- Medidas: Diseñar corredores ecológicos y pasos de fauna.

Alteración del drenaje natural:

- Riesgo: Inundaciones y erosión.
- Medidas: Construir sistemas de drenaje adecuados y barreras contra la erosión.

Cambio visual en el paisaje:

- Riesgo: Impacto negativo en el turismo.
- Medidas: Integración paisajística y uso de colores y materiales que armonicen con el entorno.

Efecto sobre especies migratorias:

- Riesgo: Colisiones y desorientación.
- Medidas: Instalación de señales y barreras visuales para aves.

Normalmente los impactos residuales se describen usando criterios estandarizados para dichos efectos: contexto, magnitud, alcance, duración, reversibilidad y frecuencia. Estos criterios se emplearon en los subfactores ambientales cuyo impacto ambiental se haya calificado como significativo, acumulativo y permanente (*Tabla IV-9*).

Tabla IV-9. Resumen de los criterios para la caracterización de los impactos residuales

Criterio	Descripción
Contexto	Se refiere principalmente a la sensibilidad y la capacidad de recuperación actual y futura del componente valorado debido a las modificaciones por el Proyecto. Se basa principalmente en la descripción de las condiciones existentes del componente valorado, considerando los efectos acumulativos de otros proyectos y actividades que se han llevado a cabo, y en especial de información sobre el impacto de las tendencias naturales y causas por el hombre en el estado del componente.
Magnitud	Se refiere al tamaño esperado o la gravedad del efecto residual. Al evaluar la magnitud de los efectos residuales, se considera la proporción del componente valorado afectado dentro de los límites espaciales y el efecto relativo (por ejemplo, en relación con la variación anual en la magnitud del componente u otra característica relevante).
Extensión	Se refiere a la escala espacial sobre el que se espera que el efecto residual pueda ocurrir.
Duración	Se refiere a la longitud de tiempo que el efecto residual persiste (que puede ser más larga que la acción o actividad que dio lugar al efecto).
Reversibilidad	Se refiere a si o no el efecto residual sobre el componente valorado puede revertir se una vez que la acción causante de la perturbación cesa.
Frecuencia	Se refiere a la frecuencia en que se produce el efecto residual y está estrechamente relacionada con la frecuencia de la acción o actividad que causa el efecto.

Es de gran importancia señalar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales; por lo que, el proyecto generará los siguientes residuales (*Tabla IV-10*):

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-10. Impactos potencialmente residuales para el proyecto fotovoltaico y sus criterios

Impacto residual	Contexto	Magnitud	Extensión	Duración	Frecuencia
Alteración del suelo	Suelos con baja capacidad de recuperación o alta sensibilidad a la erosión. Efectos acumulativos de otros proyectos en la zona.	Moderada a alta, dependiendo de la extensión de la superficie atestada.	Localizada en el área del proyecto y zonas adyacentes.	Larga duración (alteración permanente del suelo).	Ocurre principalmente durante la construcción y puede persistir durante la operación.
Pérdida de hábitat	Hábitats sensibles o con especies endémicas o en riesgo. Efectos acumulativos de otros proyectos que han reducido la disponibilidad de hábitats.	Moderada, dependiendo de la importancia ecológica del hábitat afectado.	Localizada en el área del proyecto.	Larga duración (recuperación lenta o nula del hábitat).	Ocurre durante la construcción y persiste durante la operación.
Fragmentación del hábitat	Hábitats que son críticos para la conectividad ecológica. Efectos acumulativos de infraestructuras existentes que ya han fragmentado el paisaje.	Baja a moderada, dependiendo de la movilidad de las especies afectadas.	Localizada en el área del proyecto y corredores ecológicos cercanos.	Larga duración (efecto persistente mientras exista la infraestructura).	Ocurre durante la construcción y persiste durante la operación.
Alteración del drenaje natural	Zonas con suelos sensibles a la erosión o con patrones de drenaje frágiles. Efectos acumulativos de otros proyectos que han modificado el flujo hídrico.	Baja a moderada, dependiendo de la extensión de la alteración.	Localizada en el área del proyecto y cuencas cercanas.	Larga duración (alteración permanente del drenaje).	Ocurre durante la construcción y persiste durante la operación.
Cambio visual en el paisaje	Áreas con alto valor escénico o turístico. Efectos acumulativos de otras infraestructuras que han alterado el paisaje.	Moderada, dependiendo de la visibilidad del proyecto desde puntos clave.	Localizada en el área del proyecto y zonas visibles desde puntos estratégicos.	Larga duración (mientras esté en operación la planta).	Ocurre de manera continua durante la operación.
Efecto sobre especies migratorias	Rutas migratorias criticas o áreas de descanso para aves. Efectos acumulativos de otras infraestructuras que han afectado estas rutas.	Baja a moderada, dependiendo de la sensibilidad de las especies afectadas.	Localizada en el área del proyecto y rutas migratorias cercanas.	Larga duración (mientras esté en operación la planta).	Ocurre de manera estacional durante los periodos de migración.

IV.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

La evaluación de los impactos acumulativos se fundamenta en la definición establecida por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que los describe como los efectos ambientales resultantes de la suma e interacción de impactos generados por acciones pasadas, presentes o previsibles dentro de una misma región. Su análisis requiere un enfoque regional que considere no solo los efectos del proyecto en evaluación, sino también la influencia conjunta de otras actividades e infraestructuras existentes o proyectadas en el territorio.

Para llevar a cabo esta evaluación, se identificaron inicialmente los impactos directos e indirectos asociados a proyectos fotovoltaicos y a su infraestructura complementaria, tomando como referencia antecedentes de proyectos similares, información bibliográfica especializada y el conocimiento técnico de expertos. Este proceso permitió reconocer los componentes ambientales con mayor susceptibilidad a experimentar efectos acumulativos derivados del desarrollo de este tipo de proyectos.

Posteriormente, se definió el alcance espacial y temporal del análisis mediante la delimitación de la Región Ecológica, considerado el ámbito donde potencialmente convergen las interacciones entre los proyectos de energía solar, otras fuentes de presión ambiental y los componentes del ecosistema. La delimitación se realizó considerando tanto elementos naturales del paisaje, como la orografía e hidrografía, como factores antrópicos

CONSULTA AL PÚBLICO

relacionados con actividades agrícolas, urbanas, de transporte y turismo, cuya interacción puede influir en la magnitud de los efectos acumulativos.

Asimismo, el diagnóstico ambiental desarrollado previamente constituye la línea base de referencia para evaluar el estado actual de la región y determinar las modificaciones que podrían generarse como consecuencia de las acciones del proyecto. Esta información permite valorar la magnitud de los cambios ambientales y su contribución a los procesos acumulativos observados en el territorio. Finalmente, se incorporó un análisis de la transformación histórica del paisaje con el propósito de identificar las principales actividades humanas y eventos naturales que han influido en la evolución del ecosistema regional, proporcionando un contexto integral para la evaluación de los impactos acumulativos.

IV.5.1. Metodología

Para el análisis de los impactos acumulativos y su posterior evaluación se tomó en cuenta el proceso de Senner et al. (2002) que a continuación se presenta:

Ámbito. - Implica la identificación de los aspectos importantes, los componentes y sus límites geográficos.

Organización. - Durante esta etapa se deberán caracterizar y consolidar los aspectos más importantes:

1. Resumir cuales son los componentes que históricamente se han modificado o alterado por acciones humanas y eventos naturales desde el pasado hasta el presente.
2. Revisar los impactos ambientales directos o indirectos y sus acciones para reducirlos.
3. Preparar la matriz con los efectos acumulativos para cada componente.
4. Ingresar la información del pasado, actual y futuro.

Tamizado. - En esta etapa se realiza la identificación de los potenciales impactos acumulativos.

Evaluación. - Calificación de la significancia y probabilidad de ocurrencia de los impactos.

Considerando lo anterior, para la evaluación de los impactos acumulativos se estableció emplear una combinación de métodos que incluyen: Modelos de Impacto (Matrices, Leopold 1971) y análisis espacial con base al Sistema de Información Geográfica (SIG). Los métodos mencionados serán empleados para analizar y evaluar los impactos de este estudio el cual será desarrollado según lo propuesto por Eccleston Charles. H. (2011) y lo emitido en la Guía de Profesionales en el Análisis de Impactos Acumulativos de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental (CEEA, 1999).

Los impactos potenciales fueron identificados como aquellos que afectan de manera significativa a los componentes ambientales del conjunto de ecosistemas en donde se ubica el proyecto y por tanto se identifican aquellos componentes del ecosistema que resultan vulnerables ante las actividades del proyecto. Bajo este argumento se identificaron los componentes ambientales susceptibles a la presión de los desarrollos inmersos

CONSULTA AL PÚBLICO

en la región, además de considerarse componentes valiosos, los cuales se llamarán Componentes Valorados del Ecosistema (CVEs).

IV.5.1.1. Identificación de los acontecimientos regionales de interés

La identificación de cuestiones o problemas de interés a nivel regional (RE), generalmente pueden conocerse a través de la población local, así como de interesados en la región (poblaciones o comunidades próximas a la región); mucho del conocimiento de la región también se obtiene de actores que en ésta operan, industria, organizaciones públicas, gobierno, etc. Por otra parte, información referente a los efectos ambientales sobre temas regionales de interés (componentes ambientales), puede obtenerse mediante la consulta a especialistas con el conocimiento científico y las bases adecuadas para identificar efectos ambientales que se presentan en la región.

IV.5.1.2. Selección de Componentes Valorados del Ecosistema (CVEs)

Los componentes del ecosistema que pueden considerarse valiosos, tanto del mundo natural como humano, son identificados y seleccionados mediante la participación de expertos en los diferentes temas que abarcan, así como en un proceso de revisión pública (Beanlands and Duinker, 1983). Los valores atribuidos a los CVEs, nombrados así por sus siglas, pueden derivarse de una importancia social, ambiental, económica, estética o ética. Los CVEs representan el punto central de investigación en cualquier Evaluación de Impacto Ambiental o Evaluación de Impactos Acumulativos.

Algo importante de los CVEs lo atribuye a su función como indicadores, lo cual permite su análisis y valoración de manera cualitativa y cuantitativa.

IV.5.1.3. Identificación de límites espaciales y temporales

Establecer límites es el proceso de realizar una delimitación de la zona y el periodo examinado en una evaluación. Existen dos tipos de límites que se establecieron para el presente estudio: espacial y temporal. Los límites espaciales se refieren al área de estudio de el o los Proyectos, mientras que los límites temporales estarán relacionados con actividades desarrolladas en la región y que han sido motivo de cambios, así como sus efectos hacia los componentes ambientales.

IV.5.2. Impactos acumulativos identificados

Pérdida de individuos de fauna silvestre por atropellamiento y/o colisión con la infraestructura y obras del proyecto

- *Atropellamiento*

El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como fragmentación, deterioro del ecosistema y cambios en el comportamiento de los animales, en especial porque

CONSULTA AL PÚBLICO

constantemente en las carreteras o vías de comunicación se observan los cuerpos de los animales muertos, aunque en algunos casos los animales quedan en un estado que dificultan la identificación de la especie.

El principal impacto del atropellamiento de animales se ve reflejado en la afectación de las poblaciones de las especies involucradas, más que todo en aquellas especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes. El grado de perjuicio depende del tamaño de la población y de la capacidad reproductiva de la especie (Taylor y Goldingay, 2004).

El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. La etapa de operación presentará una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación sistematizadas bajo instrumentos electromecánicos; será en los turnos de vigilancia y mantenimiento cuando la circulación de vehículos pueda aumentar, sin embargo, el efecto de este impacto en las demás etapas se verá desplazado por su temporalidad. Por otro lado, aunado al riesgo de atropellamiento, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción existirá la amenaza de cacería para consumo, como mascotas o por la aversión hacia algunas especies, por lo cual se empleará una sensibilización a los grupos de trabajo y personal que labore en la construcción y operación del proyecto.

- *Colisiones*

Para el proyecto, uno de los principales riesgos es la posible colisión de aves con los paneles solares debido al efecto espejo que estos generan. Este fenómeno, cuyos efectos son claramente observables y cuantificables, representa una de las mayores preocupaciones al evaluar los impactos ambientales de los parques solares y sus instalaciones asociadas.

En cuanto a las aves migratorias, la región es un área clave para su alimentación, descanso y refugio durante sus rutas migratorias. Este aspecto es particularmente relevante para las aves acuáticas, que dependen de los cuerpos de agua, tanto naturales como artificiales, presentes en la zona.

Se recomienda implementar programas de monitoreo antes de la construcción del parque solar para identificar las especies que frecuentan el área y, posteriormente, durante la operación, para evaluar la interacción entre la avifauna, los paneles solares y las estructuras asociadas.

Este impacto se manifiesta durante la etapa operativa y está vinculado a la vida útil del proyecto. Sin embargo, las colisiones no ocurren de manera constante, sino de forma esporádica, influenciadas por factores como las condiciones climáticas, los hábitos de las especies y la disposición de la infraestructura. Aunque las medidas de mitigación diseñadas no eliminan por completo este efecto, se considera un impacto residual que se buscará minimizar mediante estrategias de prevención, mitigación y corrección.

CONSULTA AL PÚBLICO

IV.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La evaluación de impactos ambientales permitió identificar un total de 20 impactos potenciales asociados al desarrollo del proyecto, de los cuales 17 corresponden a impactos adversos y 3 a impactos benéficos. Los resultados muestran que las actividades con mayor capacidad de generar afectaciones se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción. En particular, el desmonte y el despalme representan las acciones de mayor relevancia durante la preparación del sitio, mientras que la apertura y adecuación de caminos, así como la instalación de pilotes, constituyen las actividades más significativas durante la construcción. En la etapa de operación y mantenimiento, el mantenimiento de los paneles solares se identificó como la actividad con mayor incidencia ambiental, aunque con una magnitud menor en comparación con las etapas iniciales. Asimismo, las actividades de restauración previstas para la etapa de desmantelamiento y abandono generan efectos positivos al favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del área intervenida.

Los componentes ambientales más susceptibles a los efectos del proyecto son la fauna y el paisaje, para los cuales se prevé la presencia de impactos residuales y acumulativos. En el caso de la fauna, los efectos trascienden el área directa de ocupación del proyecto debido a la interacción con otras fuentes de presión ambiental presentes en la región, como infraestructura vial, desarrollos urbanos y proyectos similares, lo que incrementa la relevancia de los procesos acumulativos. Por otro lado, el análisis del medio físico indica que los principales condicionantes ambientales corresponden a características naturales del territorio, particularmente la fisiografía y los tipos de suelo presentes en la región ecológica.

En contraste, se identificaron impactos positivos asociados principalmente al componente socioeconómico, derivados de la generación de empleo, la contratación de servicios y la dinamización de la economía local. Estos beneficios contribuyen a fortalecer la participación de las comunidades en el desarrollo del proyecto y favorecen la vigilancia y protección de los recursos ambientales del entorno.

De manera general, se concluye que la mayoría de los impactos identificados durante las etapas de preparación del sitio y construcción presentan un carácter temporal, reversible y mitigable, por lo que no se prevén afectaciones significativas a largo plazo sobre la integridad y funcionalidad del ecosistema. Asimismo, los impactos residuales y acumulativos identificados podrán ser gestionados mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental propuestas, las cuales se fundamentan en experiencias y buenas prácticas aplicadas en proyectos de características similares.

CONSULTA AL PÚBLICO

IV.7. MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Los principios básicos de la evaluación de impacto ambiental sugieren que la mitigación y compensación deben ser consideradas mediante una jerarquía, que consiste en evitar los impactos cuando sea posible, reducir al mínimo los impactos restantes y la compensación de los impactos inevitables (*Figura IV-7*).

Algunas de las medidas de prevención y mitigación se considerarán desde las etapas de planeación y diseño, otras, sin embargo, deberán aplicarse durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, siendo el Promovente responsable de la calidad ambiental del sitio al término de la obra y durante la operación del proyecto. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, mejoramiento y compensación propuestas en este apartado para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones al medio ambiente derivadas de la instalación del proyecto.

En cuanto a la etapa de abandono, se realizarán las medidas pertinentes aquí propuestas, sin embargo, dado que éste procederá 30 años tras el inicio de operaciones del proyecto (con posibilidad de ampliar la vida útil) deberán reajustarse las medidas necesarias para el mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura construida.

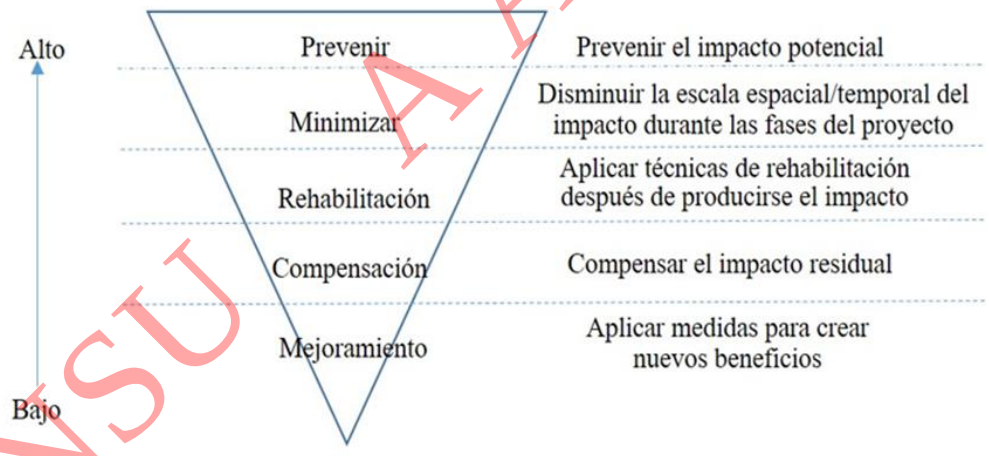


Figura IV-7. Jerarquía de las medidas de prevención y mitigación (modificado de Rajvanshi, 2008)

Ya que las medidas de mitigación pueden aplicarse en diferentes circunstancias bajo sus diferentes enfoques, méritos relativos y resultados, en el esquema de la figura anterior, se presentan los enfoques para la mitigación de impactos a considerar de acuerdo con la naturaleza del proyecto y los aspectos relacionados (Rajvanshi, 2008).

El enfoque para la mitigación de impactos se centra en la aplicación de medidas que minimicen los efectos adversos de proyectos de desarrollo sobre el medio ambiente y los sistemas ecológicos. Es integral y

CONSULTA AL PÚBLICO

estructurado, diseñado para implementarse de manera planificada y sistemática en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto, sus principios fundamentales son:

1. Jerarquía de Mitigación:

Este enfoque sigue la jerarquía de evitar, minimizar, restaurar y compensar:

• Evitar: Prioriza evitar impactos ambientales desde la planificación del proyecto, ya sea seleccionando sitios adecuados o modificando diseños.

• Minimizar: Reduce los impactos inevitables mediante ajustes en las operaciones del proyecto.

• Restaurar: Repara los daños ambientales en áreas afectadas, devolviéndolas a su estado original o similar.

• Compensar: Implementa medidas de compensación, como la restauración de hábitats equivalentes, cuando el daño es irreversible.

2. Integración Temprana en el Proceso de Desarrollo:

La mitigación debe ser parte integral desde las etapas iniciales de planificación, diseño y ejecución del proyecto, en lugar de implementarse como una medida reactiva.

3. Enfoque Basado en la Ciencia y los Datos:

El enfoque enfatiza el uso de datos ambientales y socioeconómicos detallados para identificar impactos potenciales y diseñar medidas de mitigación efectivas y realistas.

4. Participación de las Partes Interesadas:

Se destaca la importancia de involucrar a las comunidades locales, autoridades ambientales y expertos técnicos para asegurar que las medidas de mitigación sean aceptables y efectivas.

5. Monitoreo y Seguimiento:

Las medidas de mitigación deben estar acompañadas de un sistema de monitoreo robusto para evaluar su eficacia y ajustar las estrategias según sea necesario.

6. Sostenibilidad y Equidad:

El enfoque no solo busca proteger los ecosistemas, sino también promover el bienestar de las comunidades locales, asegurando que las medidas sean justas y sostenibles a largo plazo.

En proyectos energéticos como las centrales fotovoltaicas, se deben considerar medidas como la selección de sitios alejados de hábitats críticos, el control de escorrentías y la implementación de programas de restauración ecológica tras el desmantelamiento.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares, tomando en cuenta aquellas fuentes de impacto dentro del

CONSULTA AL PÚBLICO

área de influencia del proyecto, que son de observancia debido a la posibilidad de interactuar y generar impactos de tipo acumulativo y/o sinérgicos.

Para lograr el cumplimiento de las medidas que en este capítulo se proponen y mejorar el desempeño ambiental del proyecto, se desarrolló un Programa de Vigilancia Ambiental en donde se identifican las estrategias, programas y medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, reducir, eliminar y/o compensar los efectos adversos de los impactos.

IV.7.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

A continuación, se presentan las medidas de mitigación por factor considerados dentro de la evaluación de impactos ambientales asociados al proyecto. Los factores son aire, geoforma, agua, suelo, flora, fauna, economía y población, y paisaje. Cabe mencionar que cada cuadro analizado se encuentra dirigido a reducir la magnitud e intensidad de los impactos ambientales que se detectaron en cada factor ambiental y el seguimiento que se les dará se puede observar en las fichas de seguimiento para la calidad ambiental.

Por otra parte, se plantean diferentes programas que permitirán reducir los impactos asociados al proyecto, algunos de ellos enfocados en estrategias como: conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna, monitoreos de fauna voladora y reforestación entre otros.

Cabe mencionar que las medidas a continuación propuestas, son acciones y estrategias que se han implementado en proyectos y áreas similares con lo que se espera que su eficacia se refleje en minimizar, anular o compensar los impactos surgidos por el desarrollo del proyecto. Además de lo anterior se consideran los programas que en apartados siguientes serán descritos y que atienden componentes o elementos particulares del ecosistema (*Tabla IV-11, Tabla IV-12*, *Tabla IV-13*, *Tabla IV-14*, *Tabla IV-15*, *Tabla IV-16, Tabla IV-17* y *Tabla IV-18*).

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-11. Medidas propuestas para los impactos al factor aire

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: AIRE				
Subfactor: CALIDAD DEL AIRE				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
1.- Alternativa de la calidad del aire por la generación de emisiones a la atmosfera (AT1)	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera por la operación de maquinaria en las actividades del Proyecto.	**1. Cumplimiento de la NOM-017-STPS-2008** • Equipos de protección personal (EPP): Asegurar que el EPP sea adecuado para los riesgos específicos, como mascarillas contra polvo o gases, y que se revise periódicamente su estado. • Capacitación en uso de EPP: Entrenar al personal en el correcto uso, mantenimiento y almacenamiento del equipo de protección. **2. Mantenimiento de maquinaria y vehículos** • Programa de afinación y verificación: Establecer un calendario riguroso para la afinación y verificación de maquinaria y vehículos, con registros detallados. • Inspecciones periódicas: Realizar inspecciones sorpresa para verificar el estado de la maquinaria y asegurar el cumplimiento de los estándares. **3. Cumplimiento de normas ambientales (NOM-041 y NOM-045)** • Monitoreo de emisiones: Implementar un sistema de monitoreo continuo o periódico de las emisiones de los vehículos y maquinaria. • Certificaciones: Solicitar a los contratistas certificados de cumplimiento de las normas NOM-041 y NOM-045 antes de permitir el ingreso de vehículos y maquinaria al proyecto. **4. Retiro de maquinaria contaminante** • Protocolo de acción: Establecer un protocolo claro para el retiro inmediato de maquinaria o vehículos que generen humos o emisiones excesivas. • Lista de equipos autorizados: Mantener un registro actualizado de la maquinaria y vehículos autorizados para operar en el proyecto.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: AIRE				
Subfactor: NIVEL DE POLVO				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
2. Alteración de la calidad del aire por dispersión de partículas suspendidas (AT2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar la generación de partículas por el movimiento de maquinaria y equipo en las actividades del Proyecto.	**1. Uso de lonas y humectación de materiales:** • Obligar a los camiones a cubrir la carga con lonas para evitar la dispersión de polvo. • Humedecer los materiales antes del transporte como alternativa al uso de lonas. **2. Límites de velocidad y rutas designadas:** • Establecer un límite de velocidad de 25 km/h para vehículos dentro del área del proyecto. • Designar rutas específicas para el tránsito de vehículos, evitando zonas sensibles. **3. Riego periódico con agua tratada:** • Realizar riego en zonas de generación de polvo, como áreas de excavación o acopio de materiales. • Asegurar que el agua utilizada cumpla con la normatividad aplicable para evitar riesgos de contaminación. **4. Protección del personal con EPP:** • Proveer equipo de protección personal (mascarillas, gafas, etc.) a trabajadores expuestos a material particulado. • Capacitar al personal en el uso correcto y mantenimiento del equipo de protección. **5. Barreras físicas y vegetales:** • Instalar barreras físicas (mallas o cortinas antipolvo) en áreas de alta generación de partículas. • Plantar vegetación alrededor del proyecto para actuar como barrera natural contra la dispersión de polvo.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: AIRE				
Subfactor: CONFORT SONORO				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
3. Incremento en los niveles acústicos derivados del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras (AT3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar la generación de ruido sobrepase lo establecido en la normativa por la operación de maquinaria y equipo	**1. Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos:** • Realizar mantenimientos preventivos periódicos para asegurar el buen funcionamiento de maquinaria y vehículos, evitando ruidos excesivos. • Llevar a cabo el mantenimiento fuera del área del proyecto para no generar ruido adicional durante las actividades. **2. Cumplimiento de la NOM-011-STPS-2001:** • Establecer métodos de seguridad en ambientes laborales con ruido, como la delimitación de zonas de alto ruido y la rotación de personal. • Proveer y capacitar al personal en el uso de equipo de protección personal (EPP), como protectores auditivos. **3. Uso de equipos ruidosos en horarios diurnos:** • Limitar el uso de maquinaria y equipos de mayor emisión de ruido a horarios diurnos (actividad normal).

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO	
	• Evitar operar equipos ruidosos en horarios nocturnos o en momentos de menor actividad. **4. Cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994:** • Monitorear los niveles de ruido generados para asegurar que no excedan los Límites Máximos Permisibles (LMP). • Implementar medidas correctivas en caso de detectar niveles de ruido superiores a los permitidos. **5. Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994** • Verificar que los vehículos automotores cumplan con los límites de emisión de ruido establecidos en la normativa. • Restringir el uso de vehículos y maquinaria ruidosa en áreas cercanas a zonas sensibles, como viviendas o áreas naturales.

Tabla IV-12. Medidas propuestas para los impactos al factor geoforma

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: GEOFORMA				
Subfactor: RELIEVE				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
4. Modificación de la topográfica original (GE1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Evitar alteraciones innecesarias en la topografía original, manteniendo la estabilidad del suelo y previniendo deslizamientos o erosión. Recuperar las áreas afectadas mediante técnicas de restauración que devuelvan la topografía a un estado lo más cercano posible al original. Minimizar efectos secundarios como la alteración de escorrentías, la pérdida de hábitats o la afectación de la infiltración del agua.	**1. Restricción de excavaciones y movimientos de tierra:** • Limitar las excavaciones y movimientos de tierra únicamente a las zonas designadas para la construcción, evitando alteraciones innecesarias en áreas no intervenidas. • Delimitar claramente las áreas de trabajo y establecer barreras físicas para prevenir la expansión no autorizada de las actividades. **2. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos:** • Desarrollar un programa que incluya técnicas de estabilización de suelos, como revegetación y uso de mantas orgánicas, para prevenir la erosión y degradación del terreno. • Monitorear periódicamente las áreas intervenidas para detectar y corregir posibles daños ecológicos. **3. Ajuste de taludes a pendientes adecuadas:** • Diseñar y construir taludes con pendientes estables que minimicen el riesgo de deslizamientos o erosión. • Utilizar técnicas de ingeniería, como terrazas o muros de contención, para garantizar la estabilidad de los taludes. **4. Instalación de obras de drenaje:** • Construir sistemas de drenaje que permitan el flujo natural del agua, evitando la interrupción de los patrones de escorrentía superficial. • Implementar canales de desvío y zanjas de drenaje para manejar adecuadamente el agua pluvial y evitar inundaciones o erosión. **5. Restauración topográfica post-construcción:** • Restaurar las áreas afectadas al finalizar las obras, devolviendo la topografía a un estado lo más cercano posible al original. • Aplicar técnicas de revegetación y cobertura vegetal para estabilizar el suelo y mejorar la integración con el entorno.			

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-13. Medidas propuestas para los impactos al factor agua

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: AGUA				
Subfactor: DISPONIBILIDAD DE AGUA				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
5. Modificación del volumen de infiltración (AG1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar la alteración del volumen de infiltración o su disminución.	**1. Manejo adecuado del material de desmonte y despalme:** • Asegurar que el apilamiento de material resultante del desmonte y despalme sea temporal, evitando alteraciones permanentes en la topografía y los patrones de infiltración. • Restaurar los sitios donde se apile el material, devolviéndolos a su topoforma original para no afectar la infiltración natural del agua. **2. Implementación de obras de drenaje:** • Construir obras de drenaje que permitan mantener el flujo natural del agua, evitando la alteración de los patrones de infiltración. • Diseñar sistemas de drenaje que integren el flujo natural del agua y favorezcan la infiltración en el área del Proyecto. **3. Programa de Reforestación:** • Implementar un programa de reforestación con especies nativas para conservar y mejorar la capacidad de infiltración del suelo. • Seleccionar especies vegetales adecuadas que contribuyan a la estabilización del suelo y a la recuperación de la infiltración natural. **4. Descompactación del suelo:** • Realizar la descompactación del suelo durante las actividades de reforestación para mejorar el contacto entre la tierra vegetal y el terreno. • Utilizar técnicas de aireación que favorezcan la infiltración del agua y la recuperación de la estructura del suelo. **5. Triturado de desmonte y suelo rescatado:** • Triturar el desmonte y el suelo rescatado para facilitar su aireación y mezcla con la tierra vegetal • Utilizar los restos de vegetación triturados como material orgánico para mejorar la calidad del suelo y promover su capacidad de infiltración.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: AGUA				
Subfactor: ESCORRENTÍA				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
6. Modificación de las escorrentías superficiales (AG2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Preservar la conectividad hidrológica de la región	**1. Disposición adecuada de materiales:** • Ubicar el material de construcción y terracerías lejos de corrientes de agua identificadas en el área del proyecto, evitando obstrucciones y contaminación. • Delimitar áreas específicas para el almacenamiento de materiales, lejos de zonas de escurrimiento natural. **2. Sistemas de retención de sedimentos:** • Instalar sistemas de retención de sedimentos, como barreras de sedimentación y trampas de sólidos, para evitar que los sedimentos lleguen a cuerpos de agua. • Mantener y limpiar periódicamente estos sistemas para asegurar su efectividad. **3. Diseño adecuado de obras de drenaje:** • Diseñar obras de drenaje superficial que integren el flujo natural del agua y eviten la alteración de los patrones de escorrentía. • Incluir canales, cunetas y zanjas de drenaje que permitan el manejo adecuado del agua pluvial. **4. Desvío o reubicación de escurrimientos:** • Desviar o reubicar escurrimientos superficiales de manera que no se vean afectados por las actividades del proyecto. • Utilizar estructuras temporales o permanentes, como tuberías o canales, para redirigir el flujo de agua. **5. Mantenimiento de obras de drenaje:** • Realizar actividades continuas de mantenimiento, como el retiro de maleza, residuos sólidos y sedimentos, para asegurar el funcionamiento adecuado de las obras de drenaje. • Establecer un programa de inspección y limpieza periódica de las obras de drenaje. **6. Obras de drenaje para evitar interrupciones:** • Construir obras de drenaje que permitan mantener el flujo natural del agua, evitando la interrupción del drenaje natural del sitio. • Integrar estas obras con el diseño del proyecto para minimizar impactos en las escorrentías superficiales.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-14. Medidas propuestas para los impactos al factor suelo

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: SUELO				
Subfactor: EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
7. Alteración de los procesos erosivos (SU1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar la erosión del suelo causada por factores ambientales y por el desarrollo de las actividades del Proyecto. Evitar la modificación de las características físicas del suelo por la compactación producto del tránsito de maquinaria por el desarrollo de las actividades del Proyecto.	**1. Acopio y uso adecuado del suelo orgánico:** • Realizar el acopio del suelo orgánico durante el despalme para utilizarlo en la estabilización de taludes y la mejora de áreas cercanas al proyecto. • Aplicar el suelo orgánico excedente en zonas degradadas para fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea y reducir la erosión. **2. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos:** • Desarrollar un programa que incluya acciones de reforestación con especies nativas para proteger el suelo y reducir la erosión • Utilizar técnicas de bioingeniería, como mantas orgánicas o geotextiles, para estabilizar áreas expuestas. **3. Desmonte y despalme por frentes de trabajo:** • Realizar el desmonte y despalme de manera paulatina, por frentes de trabajo, para evitar dejar áreas de suelo desnudo sin protección. • Aplicar medidas de estabilización inmediata en las áreas intervenidas, como revegetación o cobertura temporal. **4. Manejo seguro del suelo de despalme:** • Acopiar el suelo de despalme en zonas seguras y delimitadas, utilizando barreras físicas para evitar su dispersión por el viento o la lluvia. • Mantener registros del manejo y uso del suelo acopiado para garantizar su correcta aplicación. **5. Restricción de maquinaria pesada en zonas frágiles:** • Evitar el paso de maquinaria pesada por áreas donde el suelo presente fragilidad estructural, como pendientes pronunciadas o suelos inestables. • Delimitar y señalizar zonas de exclusión para maquinaria, priorizando el uso de equipos ligeros en áreas sensibles.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: ABIÓTICO				
Factor: SUELO				
Subfactor: CONTAMINACIÓN				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
8. Afectación al suelo por manejo de residuos sólidos (SU2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar la alteración del suelo por la mala disposición de los residuos generados en el desarrollo de las actividades del Proyecto.	**1. Manejo seguro de combustibles y sustancias peligrosas:** • Realizar la recarga de combustible en estaciones de servicio cercanas. En caso de recarga in situ, utilizar lonas impermeables o materiales absorbentes para evitar derrames y contaminación del suelo. • Capacitar al personal en el manejo seguro de hidrocarburos y sustancias peligrosas, incluyendo procedimientos para transvases, manipulación y atención de emergencias. **2. Almacenamiento adecuado de residuos peligrosos:** • Almacenar sustancias peligrosas en un almacén temporal con diques o charolas para contener derrames, con capacidad para retener el volumen del contenedor más grande. • Asegurar que todos los contenedores estén debidamente rotulados y cumplan con la normativa aplicable. **3. Recolección y disposición de residuos peligrosos:** • Recolectar y trasladar periódicamente los residuos peligrosos a un almacén temporal delimitado y señalizado. • Evitarla mezcla de residuos urbanos con residuos peligrosos o de manejo especial. **4. Prohibición de vertido inadecuado de residuos:** • Prohibir el abandono de residuos en la vía pública, alcantarillado, lotes baldíos, cuerpos de agua o basureros clandestinos. • Evitar el uso de contenedores previamente utilizados para residuos peligrosos. **5. Implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos:** • Establecer un programa que incluya la separación, recolección, almacenamiento y disposición final adecuada de residuos sólidos. • Fomentar la reducción, reutilización y reciclaje de residuos para minimizar su impacto en el suelo. **6. Limpieza y mantenimiento de servicios de apoyo:** • Realizar la limpieza periódica de baños portátiles y contratar empresas especializadas para la disposición adecuada de aguas residuales. • Evitar derrames y contaminación del suelo mediante un mantenimiento constante de las áreas de servicios. **7. Protocolo de atención a derrames:** • Implementar un protocolo de atención inmediata para derrames, que incluya la contención, limpieza y remediación del área afectada. • Capacitar al personal en la aplicación del protocolo y en el uso de materiales y equipos para la remediación.

Tabla IV-15. Medidas propuestas para los impactos al factor flora

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FLORA				
Subfactor: CUBIERTA VEGETAL				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
9. Pérdida de la cobertura vegetal (FL1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar afectaciones a la vegetación aledaña por el desarrollo de las actividades del proyecto. Rescatar y reubicar las especies vegetales previo al desmonte.	**1. Minimización de afectaciones a la vegetación:** • Delimitar claramente las áreas de desmonte y despalme, asegurando que solo se afecten los sitios destinados a la construcción y operación del proyecto. • Controlar el retiro de vegetación conforme al avance de la obra, evitando la tala innecesaria. **2. Capacitación y concientización del personal:** • Capacitar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de la flora y las medidas para minimizar su afectación. • Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental entre el personal y contratistas. **3. Programa de rescate y reubicación de flora:** • Implementar un programa que incluya acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora afectadas. • Identificar sitios idóneos para el trasplante de especies, asegurando que cuenten con las condiciones adecuadas para su supervivencia. **4. Acopio y uso de suelo orgánico:** • Realizar el acopio del suelo orgánico resultante del cambio de uso de suelo para utilizarlo en la estabilización de taludes y la reforestación. • Aplicar el suelo orgánico excedente en áreas degradadas para fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. **5. Programa de Reforestación:** • Ejecutar un programa de reforestación en polígonos seleccionados, considerando la topografía y las condiciones del terreno. • Utilizar especies nativas para favorecer la recuperación del ecosistema y la integración con el entorno.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FLORA				
Subfactor: ESPECIES PROTEGIDAS				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
10. Interferencia con especies de flora protegidas (FL2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Mantener la estabilidad y la interacción con las especies	**1. Delimitación y control de áreas de desmonte:** • Delimitar claramente las áreas de desmonte y despalme, asegurando que solo se afecten los sitios destinados a la construcción y operación del proyecto. • Controlar el retiro de vegetación conforme al avance de la obra, evitando la afectación de áreas con presencia de especies protegidas. **2. Prohibición de daño o colecta de especies protegidas:** • Establecer la prohibición expresa de colectar, traficar o dañar especies de flora, especialmente aquellas endémicas o en estatus de protección. • Supervisar el cumplimiento de esta prohibición por parte de todo el personal y contratistas involucrados en el proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO	
	3. Capacitación y concientización del personal: • Capacitar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de la flora protegida y las medidas para evitar su afectación. • Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental entre el personal y contratistas. **4. Programa de rescate y reubicación de flora protegida:** • Implementar un programa que incluya acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora protegidas. • Identificar sitios idóneos para el trasplante de especies, asegurando que cuenten con las condiciones adecuadas para su supervivencia.

Tabla IV-16. Medidas propuestas para los impactos al factor fauna

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FAUNA				
Subfactor: ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
11. Afectación a especies y/o poblaciones terrestres de fauna silvestre (FL1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Evitar el atropellamiento y pérdida de fauna silvestre por el tránsito de vehículos y maquinaria por el desarrollo de las actividades del Proyecto.	**1. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre:** • Ejecutar un programa previo a las actividades de preparación del sitio, enfocado en el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con énfasis en especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Asegurar que las actividades de desmonte se realicen únicamente después de completar las acciones de ahuyentamiento y rescate. **2. Reducción de velocidad y señalización** • Establecer un límite de velocidad máxima de 25 km/h en el área del proyecto para evitar atropellamientos de fauna terrestre. • Colocar señalización clara y visible que indique la reducción de velocidad y la presencia de fauna silvestre. **3. Técnicas de ahuyentamiento de fauna:** • Implementar técnicas de amedrentamiento visual y auditivo para ahuyentar mamíferos medianos y grandes, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar. • Contar con profesionales especializados para dirigir y realizar las actividades de ahuyentamiento y rescate. **4. Reubicación de fauna en sitios adecuados:** • Verificar que los sitios de reubicación presenten condiciones ambientales equivalentes a las del área de rescate, evitando la sobrecarga de individuos en el nuevo sitio. • Realizar liberaciones de fauna silvestre de manera controlada y monitoreada. **5. Prohibición de actividades dañinas:** • Prohibir actividades de caza, colecta, tráfico de especies y cualquier acto de crueldad contra la fauna silvestre, en cumplimiento de la Ley General de Vida Silvestre.

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO	
	• Supervisar el cumplimiento de estas prohibiciones por parte de todo el personal y contratistas. **6. Educación ambiental y concientización:** • Colocar carteles informativos en la obra que enfaticen la obligación de proteger a la fauna silvestre y evitar su afectación. • Capacitar al personal mediante acciones de educación ambiental para fomentar la conservación de la fauna silvestre.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FAUNA				
Subfactor: ESPECIES Y POBLACIONES VOLADORAS				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
12. Afectación de individuos o poblaciones de fauna voladora (FL2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Evitar la afectación de fauna silvestre voladora por el tránsito de vehículos y maquinaria, así como por la estructura asociada para el desarrollo de las actividades del proyecto y su operación.	**1. Diseño y ubicación de estructuras para minimizar impactos:** • Ubicar los paneles fotovoltaicos y estructuras asociadas de manera que se reduzca el riesgo de colisión con aves y murciélagos, evitando rutas de vuelo críticas. • Utilizar diseños de estructuras que minimicen el riesgo de impacto, como paneles con superficies menos reflectantes o estructuras menos obstructivas. **2. Implementación de medidas disuasorias:** • Instalar dispositivos disuasorios, como balizas o señales visuales, en las estructuras del parque fotovoltaico para evitar colisiones de aves y murciélagos. • Utilizar técnicas de ahuyentamiento auditivo o visual en áreas con alta actividad de fauna voladora. **3. Monitoreo de fauna voladora:** • Realizar monitoreos periódicos de aves y murciélagos para identificar rutas de vuelo, áreas de mayor actividad y posibles impactos. • Ajustar las medidas de mitigación en función de los resultados del monitoreo. **4. Protección de hábitats críticos:** • Evitarla instalación de paneles fotovoltaicos en áreas cercanas a hábitats críticos para aves o murciélagos, como zonas de anidación o alimentación. • Establecer zonas de exclusión alrededor de hábitats sensibles para minimizar la afectación. **5. Programa de rescate y atención a fauna afectada:** • Implementar un protocolo de atención rápida para fauna voladora afectada, incluyendo rescate y rehabilitación de individuos heridos. • Colaborar con centros de rehabilitación de fauna para garantizar el cuidado adecuado de los animales rescatados.			

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FAUNA				
Subfactor: ESPECIES PROTEGIDAS				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
13. Afectación de especies protegidas (FA3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	**Medidas de mitigación**
Evitar cualquier tipo de afectación de individuos de especies de fauna silvestre en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de lento desplazamiento y de especies consideradas de importancia por la población.	**1. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre:** • Ejecutar un programa previo a las actividades de preparación del sitio, enfocado en el ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies protegidas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Priorizar el rescate de especies de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento, asegurando su traslado a áreas seguras con condiciones similares a su hábitat original. **2. Reducción de velocidad y señalización:** • Establecer un límite de velocidad máxima de 25 km/h en el área del proyecto para evitar atropellamientos de fauna terrestre, especialmente especies protegidas. • Colocar señalización clara y visible que indique la reducción de velocidad y la presencia de fauna silvestre. **3. Técnicas de ahuyentamiento de fauna:** • Implementar técnicas de amedrentamiento visual y auditivo para ahuyentar a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar. • Contar con profesionales especializados para dirigir y realizar las actividades de ahuyentamiento y rescate. **4. Prohibición de actividades dañinas:** • Prohibir actividades de caza, colecta, tráfico de especies y cualquier acto de crueldad contra la fauna silvestre, en cumplimiento de la Ley General de Vida Silvestre. • Supervisar el cumplimiento de estas prohibiciones por parte de todo el personal y contratistas. **5. Educación ambiental y concientización:** • Colocar carteles informativos en la obra que enfaticen la obligación de proteger a la fauna silvestre y evitar su afectación. • Capacitar al personal mediante acciones de educación ambiental para fomentar la conservación de especies protegidas.

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
Componente: BIÓTICO				
Factor: FAUNA				
Subfactor: HÁBITAT FAUNÍSTICO				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO FÍSICO				
14. Perdida y fragmentación de hábitat (FA4).	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Evitar la disminución de hábitat mediante acciones de reforestación y manteniendo la conectividad de los ecosistemas mediante la revegetación.	**1. Desmonte controlado en áreas autorizadas:** • Limitar el desmonte únicamente a las áreas autorizadas y especificadas en el plano de obras, evitando la afectación de zonas no designadas. • Supervisar el cumplimiento de esta restricción mediante inspecciones periódicas. **2. Señalización restrictiva:** • Establecer señalética clara y visible en el área del proyecto para delimitar las zonas de trabajo y evitar la invasión de áreas no autorizadas. • Colocar barreras físicas o cercas perimetrales para restringir el acceso a áreas sensibles. **3. Programa de rescate y reubicación de flora:** • Ejecutar un programa de rescate y reubicación de flora, enfocado en especies nativas y de importancia ecológica, para mitigar la pérdida de hábitat. • Identificar sitios adecuados para la reubicación de especies vegetales, asegurando condiciones similares a su hábitat original **4. Programa de Reforestación:** • Implementar un programa de reforestación como medida de compensación por el cambio de uso de suelo, utilizando especies nativas y adaptadas al entorno. • Seleccionar áreas estratégicas para la reforestación, priorizando la conectividad entre fragmentos de hábitat. **5. Pasos de fauna en el enmallado perimetral:** • Diseñar e instalar pasos de fauna en puntos estratégicos del enmallado perimetral para permitir el movimiento de especies y reducir la fragmentación del hábitat. • Asegurar que los pasos de fauna sean funcionales y adecuados para las especies presentes en el área.			

Tabla IV-17. Medidas propuestas para los impactos al factor economía y población

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: SOCIOECONÓMICO				
Factor: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
Subfactor: NIVEL DE EMPLEO				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
15. Generación de empleos por el desarrollo y operación del Proyecto (EC1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, Desmantelamiento y restauración
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO SOCIAL	
Maximizar los beneficios socioeconómicos derivados de la generación de empleos durante el desarrollo del proyecto, promoviendo la contratación local, la capacitación del personal y la creación de oportunidades laborales sostenibles que contribuyan al desarrollo económico de la región.	**1. Contratación local:** • Priorizar la contratación de mano de obra local para fomentar el desarrollo económico de la comunidad. • Establecer programas de capacitación para mejorar las habilidades de los trabajadores locales. **2. Condiciones laborales adecuadas:** • Garantizar condiciones laborales justas y seguras para todos los empleados. • Cumplir con las normativas laborales y de seguridad en el trabajo.

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: SOCIOECONÓMICO				
Factor: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
Subfactor: ECONOMÍA LOCAL				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
16. Derrama económica (EC2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Potenciar el impacto positivo del Proyecto en la economía local, generando una derrama económica que contribuya al desarrollo sostenible, la inclusión social y el fortalecimiento de las capacidades productivas de la región.	**1. Fomento de proveedores locales:** • Priorizar la compra de materiales y servicios a proveedores locales para impulsar la economía regional. • Establecer alianzas con empresas locales para el suministro de insumos. **2. Programas de responsabilidad social:** • Implementar programas de apoyo a la comunidad, como infraestructura o servicios básicos. • Promover el desarrollo de pequeñas y medianas empresas locales.			

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: SOCIOECONÓMICO				
Factor: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
Subfactor: SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
17. Desarrollo de infraestructura y servicios (EC3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Transformar el desarrollo del proyecto en una oportunidad para fortalecer la infraestructura y los servicios locales, generando beneficios tangibles y sostenibles que mejoren la calidad de vida de la región y promueva su desarrollo integral.	**1. Mejora de infraestructura local:** • Incluir en el proyecto la construcción o mejora de infraestructura local, como caminos, escuelas o centros de salud. • Coordinar con las autoridades locales para identificar las necesidades prioritarias. **2. Acceso a servicios básicos:** • Garantizar que el proyecto contribuya al acceso a servicios básicos, como agua potable y electricidad. • Implementar sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: SOCIOECONÓMICO				
Factor: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
Subfactor: NIVEL DE EMPLEO				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
18. Pérdida de empleos al término de la vida útil (EC4).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, Desmantelamiento y restauración
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			

Objetivos	Medidas de mitigación
Transformar el desarrollo del proyecto en una oportunidad para fortalecer la infraestructura y los servicios locales, generando beneficios tangibles y sostenibles que mejoren la calidad de vida de la región y promueva su desarrollo integral.	**1.Programas de reconversión laboral:** • Implementar programas de capacitación para que los trabajadores puedan acceder a otros empleos al finalizar el proyecto. • Fomentar el emprendimiento y la creación de pequeñas empresas entre los trabajadores. **2. Compensación y apoyo económico:** • Ofrecer compensaciones económicas o apoyos temporales a los trabajadores afectados por la finalización del proyecto. • Establecer alianzas con empresas locales para facilitar la reinserción laboral.

CONSULTA AL PÚBLICO

Tabla IV-18. Medidas propuestas para los impactos al factor paisaje

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: PERCEPTUAL				
Factor: PAISAJE				
Subfactor: FRAGILIDAD				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
19. Modificación de la fragilidad visual (PA1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Proteger el paisaje de alteraciones visuales significativas, asegurando que las actividades del proyecto se integren de manera respetuosa y sostenible con el entorno, y restaurando las áreas afectadas para mantener o mejorar su armonía visual.	**1. Integración paisajística:** • Diseñar las estructuras del proyecto para que se integren visualmente con el entorno. • Utilizar materiales que armonicen con el paisaje natural. **2. Restauración visual:** • Realizar acciones de revegetación y restauración en áreas donde se haya alterado la fragilidad visual.			

Subsistema: MEDIO SOCIAL				
Componente: PERCEPTUAL				
Factor: PAISAJE				
Subfactor: FRAGILIDAD				
Impacto identificado	**Jerarquización del impacto**	**Etapa del Proyecto en el que sucede**	**Tipo de medida**	**Temporalidad**
20. Modificación de la calidad paisajística (PA2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Rehabilitar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
	Mejorar			
Objetivos	**Medidas de mitigación**			
Minimizar y compensar las alteraciones visuales y paisajísticas generadas por el proyecto, asegurando que las actividades del proyecto se integren de manera armónica con el entorno natural, preservando la calidad visual del paisaje y promoviendo la restauración y mejora de las áreas afectadas.	**1. Respeto de áreas designadas para intervención:** • Limitar las actividades del proyecto a las áreas autorizadas, evitando la afectación de zonas no previstas. • Supervisar el cumplimiento de esta restricción mediante inspecciones periódicas. **2. Programa de Manejo Integral de Residuos:** • Implementar un programa de manejo de residuos para evitar el almacenamiento de desechos en las estaciones y áreas visibles del proyecto. • Mantener las áreas libres de residuos para prevenir alteraciones negativas en el paisaje.			

CONSULTA AL PÚBLICO

Subsistema: MEDIO SOCIAL	
	3. Cumplimiento de tiempos de construcción: • Respetar los tiempos establecidos para la construcción, evitando la permanencia innecesaria de maquinaria y equipo en el sitio. • Retirar maquinaria y materiales una vez finalizadas las actividades de construcción. **4. Limpieza general post-construcción** • Realizar una limpieza general del predio al finalizar la etapa de construcción, retirando escombros, materiales sobrantes y cualquier residuo. • Restaurar las áreas afectadas para devolverlas a un estado lo más cercano posible al original. **5. Programa de Reforestación:** • Ejecutar un programa de reforestación con especies nativas para compensar la modificación del paisaje y mejorar la integración visual del proyecto. • Seleccionar áreas estratégicas para la reforestación, priorizando la recuperación de zonas degradadas. **6. Establecimiento de áreas verdes:** Crear áreas verdes en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar el impacto visual del proyecto. Utilizar vegetación nativa y adaptada al entorno para mejorar la calidad paisajística.

CONSU A AL PÚBLICO

IV.8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), permitirá tener el control y seguimiento de lo establecido en las medidas de mitigación; en este programa se establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación contenidas en la presente MIA-R.

Antecedentes

Como parte del Proyecto se propone el presente Programa de Vigilancia Ambiental para su consideración ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como parte del procedimiento de evaluación del proyecto.

De manera adicional, se reportará de forma periódica a la SEMARNAT y la PROFEPA, el cumplimiento de los Términos y Condicionantes que en su momento determine la autoridad.

Cabe mencionar que cada empresa contratista durante cada etapa del proyecto estará supervisada por personal a la que se le asigne el seguimiento de los programas ambientales.

Además de las obligaciones contenidas en las regulaciones ambientales de carácter general, el Proyecto estará sujeto al cumplimiento de los términos y condiciones establecidos en los siguientes documentos: MIA-R, así como, en la resolución de este que en su momento determine la propia SEMARNAT.

El Programa de Vigilancia Ambiental consigna las acciones que se tomarán para cumplir con estos requisitos específicos. A este documento se le irán agregando las obligaciones que se pudieran derivar de otros permisos, resoluciones y autorizaciones que requiera el proyecto para asegurar su cabal cumplimiento y una gestión eficiente de estos documentos.

IV.8.1. Programas específicos para el programa de vigilancia ambiental

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (SUPERVISIÓN)

Objetivos

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento,
- Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto propuestas en esta MIA-R; y,
- Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el trazo propuesto, así como en las áreas adyacentes a éste.

CONSULTA AL PÚBLICO

Metas y alcances

- Cumplimiento de obligaciones ambientales.
- Implementar las medidas de prevención, control y mitigación propuestas en la MIA-R del Proyecto, así como las ordenadas en el resolutivo de este.
- Presentar los informes de cumplimiento en tiempo y forma, de los términos y condiciones de la Autorización.
- Someter a consideración de la autoridad correspondiente, las eventuales modificaciones que pudiera presentar el Proyecto.
- Atender, en caso de presentarse cualquier contingencia ambiental y adoptar las medidas de remediación más eficientes para la solución de esta.
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Gestionar todo tipo de autorizaciones y permisos que el proyecto requiera en materia ambiental.

Acciones

- Implementar un instrumento técnico-científico práctico e integral, que asegure la aplicación de las medidas de manejo de impactos ambientales identificados de manera que se reduzcan al mínimo los efectos negativos que el proyecto pudiera tener sobre el ambiente.
- Implementar un instrumento que integre y supervise el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de manejo de impactos comprometidas en la presente MIA-R, a fin de que en cada una de las etapas de implementación del proyecto se asegure su implementación y monitoreo.
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Observar la normatividad aplicable en el desarrollo de las actividades del proyecto.
- Fomentar e implementar, el uso de buenas prácticas ambientales que garanticen el menor impacto ambiental posible durante la preparación, construcción y operación del proyecto.
- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
- A través de la coordinación interinstitucional se llevarán cabo diversas acciones en favor del ambiente, para el desarrollo sustentable de la región.

PROGRAMA DE RESCATE Y AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE

El objetivo propuesto para el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto es disminuir y mitigar los posibles accidentes que puedan dañar a la fauna nativa por las acciones constructivas del proyecto,

CONSULTA AL PÚBLICO

rescatando en buen estado de salud a todos los individuos que aparezcan dentro del área del proyecto, y reubicarlos en los sitios adecuados para que sigan con su desarrollo natural. Asegurando la supervivencia de las poblaciones de especies de vertebrados silvestres en el área del proyecto mediante acciones concretas y eficaces de rescate.

Objetivos

- Capturar con las técnicas y materiales adecuados a todos los individuos faunísticos susceptibles de rescate que se encuentren dentro del área del proyecto.
- Salvaguardar la integridad física de todos los organismos recatados desde el momento de su captura hasta la liberación de estos.
- Reubicar los organismos capturados en un ambiente adecuado a las necesidades biológicas de cada especie que permitan su supervivencia y desarrollo.
- Ahuyentar con el material adecuado a las especies que por su gran talla y/o alta movilidad se dificulte la captura y el ahuyentamiento sea una mejor opción.
- Lograr mediante acciones de educación ambiental y capacitación al personal, una concientización positiva y generación de respeto hacia la fauna silvestre presente en el área del proyecto.
- Implementar un programa de señalización (letreros restrictivos) para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que pueda utilizar el área.

Alcance

De acuerdo con los objetivos planteados anteriormente, el alcance del programa consiste en el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre presente en el área del proyecto de acuerdo con la información bibliográfica revisada y tomando en consideración los resultados del muestreo realizado para el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA). El programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre (herpetofauna y mamíferos no voladores) será aplicado a la totalidad de las áreas donde se desarrollará el proyecto y las obras asociadas al mismo.

Metas

Se espera ahuyentar o reubicar la totalidad de individuos avistados o capturados durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto. Por ello, deberá alcanzarse el 100% de sobrevivencia de los organismos, desde el momento de su captura en el sitio de rescate hasta su liberación en los sitios de reubicación, minimizando el estrés generado en éstos mediante las técnicas de manejo adecuadas acortando el tiempo de captura y traslado al sitio de rescate en medida de lo posible.

CONSULTA AL PÚBLICO

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Establecer las estrategias de conservación de suelos en el área del proyecto.

Objetivos

- Evaluar los patrones de erosión predominantes en el área del proyecto.
- Determinar las áreas con mayor riesgo de erosión dentro del área de proyecto, y los sitios más adecuados para la implementación de las acciones de conservación del suelo.
- Establecer las acciones y medidas para conservar el suelo y disminuir el riesgo de erosión dentro del área del proyecto.
- Desarrollar una estrategia para evaluar la efectividad de las acciones aplicadas.

Metas

- Contar con una línea base acerca de los patrones de erosión locales y de los riesgos de erosión producidos por la construcción y operación del proyecto.
- Proponer estrategias para la conservación del suelo en las inmediaciones del proyecto.
- Desarrollar acciones y estrategias de conservación del suelo acordes a las condiciones locales, que permitan disminuir la erosión y evitar la pérdida de suelo y al mismo tiempo proteger la infraestructura del proyecto.
- Identificar áreas para implementar las acciones de conservación del suelo.
- Establecer mecanismos de verificación de la eficiencia de las actividades implementadas.

PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Mitigar las afectaciones a las poblaciones silvestres de flora en el área del proyecto con énfasis en las especies vulnerables (con algún estatus de conservación), y aquellas con importancia ecológica, preservando la diversidad biológica y genética y manteniendo la funcionalidad del ecosistema. Se propone lograr este objetivo por medio del enriquecimiento, a través de la revegetación de sitios degradados que correspondan a los tipos de vegetación afectados por el proyecto.

Objetivos

- Seleccionar un grupo de especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas de acuerdo con su rareza, importancia ecológica o que estén incluidas en listados de especies prioritarias (NOM-059, CITES, UICN), así como seleccionar los sitios adecuados en donde puedan reubicarse.
- Realizar un censo de las especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.
- Especificar las técnica adecuadas y viables para el rescate de las especies seleccionadas, así como para su trasplante.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Definir los cuidados en el rescate y reubicación de los individuos.
- Establecer los métodos de registro y control de los individuos reubicados.
- Identificar y establecer el sitio o sitios adecuados para ubicar el germoplasma rescatado.
- Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación del Programa.

Metas

- Realizar un censo exhaustivo en la superficie a desmontar, registrando detalladamente las especies encontradas susceptibles de ser rescatadas y reubicadas. Adicionalmente, colectar semillas, esquejes o hijuelos de especies seleccionadas para preservar el material genético y utilizarlo en la revegetación, en un período de 2 meses.
- Identificar sitios adecuados para la revegetación, considerando el nivel de degradación, la cercanía al predio del proyecto, las características del suelo, el microclima y la disponibilidad de agua que favorezcan el establecimiento y crecimiento de las plantas reubicadas.
- Se establecerá un vivero para propagar y cultivar plantas de las especies seleccionadas del área afectada por desmonte. Las plantas se producirán a partir de semillas o estacas recolectadas en el sitio. Alternativamente, se conseguirán plantas y otras especies en los viveros cercanos para que se asegure un suministro adecuado para llevar a cabo la revegetación.
- Revegetar las superficies degradadas en 2 años. Se buscarán áreas degradadas adecuadas para la revegetación. Se sembrarán las plantas producidas en el vivero, con el propósito de restaurar la vegetación y mejorar las condiciones del suelo y el ecosistema en general en los sitios seleccionados.
- Implementar un programa de protección y seguimiento para obtener el 80% de supervivencia en 2 años. El programa incluirá medidas de protección tales como riego, control de plagas, protección y mantenimiento adecuado de las áreas revegetadas y de las plantas trasplantadas (evitar pastoreo, erosión y proliferación de especies exóticas invasoras), durante un período de 2 años.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Establecer las bases y los lineamientos para el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos a generarse durante las diferentes etapas del proyecto.

Objetivos

- Clasificar y cuantificar los residuos que se generarán durante cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento).
- Definir los procedimientos adecuados para el manejo integral de residuos (manejo, almacenamiento, transporte y disposición final) conforme a la normatividad.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Establecer mecanismos de prevención de contaminación al suelo y cuerpos o corrientes de agua por residuos generados como producto de las actividades en las diferentes etapas del proyecto.
- Reportar en su caso cualquier incidente generado durante el mantenimiento y que conlleve a derrames de residuos; así como, las medidas que se tienen contempladas implementar.

Metas

- Disponer de manera adecuada los residuos sólidos urbanos.
- Identificar correctamente los residuos peligrosos.
- Contar con un almacén temporal de residuos peligrosos que cumpla con las características técnicas necesarias.
- Conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas, con la finalidad de evitar contaminación en suelo y cuerpos de agua.
- Elaborar una bitácora bien documentada de los residuos peligrosos generados en cada etapa del proyecto en donde se incluya la cantidad, fecha, descripción, entrada y salida del almacén temporal de dichos residuos, actualizando ésta constantemente.
- Seguir las medidas de prevención, mitigación y control que garanticen el correcto manejo de los residuos que producirá el proyecto en todas sus etapas.

PROGRAMA DE MONITOREO DE AVES Y MURCIÉLAGOS

Describir los principales parámetros de riqueza, abundancia, distribución y estatus migratorio de las comunidades de aves y murciélagos presentes en el parque fotovoltaico, así como el grado de afectación sobre ambos grupos.

Objetivos

- Determinar la riqueza y abundancia de aves presentes
- Identificar si las aves residentes utilizan el sitio para su reproducción.
- Identificar si existe actividad migratoria.
- Determinar la riqueza y abundancia de murciélagos.
- Determinar las especies de aves y murciélagos que colisionan, identificando áreas con alta prevalencia de incidencias.
- Proponer medidas y acciones para minimizar los impactos sobre las poblaciones de aves y murciélagos con base a los resultados arrojados por el monitoreo, integrados por un manejo adaptativo.

Metas

- Generar un inventario de las especies de aves y murciélagos presentes en el parque fotovoltaico.

CONSULTA AL PÚBLICO

- Documentar los hábitos de aves y murciélagos en el parque fotovoltaico.
- Cuantificar las tasas de colisiones de aves y murciélagos, identificando las especies de mayor afectación y las áreas y/o elementos del parque fotovoltaico en donde se producen.
- Implementar medidas de mitigación acordes a los resultados obtenidos del monitoreo.

IV.8.2. Seguimiento y control (Monitoreo)

Es importante que todas las medidas de mitigación propuestas en el presente capítulo sean ejecutadas en tiempo y forma para cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental establezca por medio del resolutivo correspondiente. Por lo tanto, se recomienda el diseño e implementación de acciones de seguimiento que contengan todas las medidas de control, prevención y mitigación de forma sistematizada y calendarizada, así como el monitoreo de los indicadores ambientales y la aplicación de todas y cada una de las condicionantes y términos establecidos en el resolutivo. Para lograr lo anterior las autoridades ambientales en México pueden requerir a la empresa desarrolladora que se realice uno o varios de los siguientes Programas o Informes:

- Este PVA deberá ser autorizado por la SEMARNAT para su implementación.
- El PVA deberá complementarse con una descripción de las metodologías a seguir para llevar el seguimiento y en su caso, señalar los mecanismos de acción que desarrollará para atender impactos no previstos que pudieran presentarse por la realización de las obras y/o actividades involucradas en las diferentes etapas del proyecto.
- Elaborar Informes Administrativos (IA), con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental, de cumplimiento de las medidas de mitigación en original a la DGIRA con copia a la Delegación Federal de la PROFEPA, en el cual se demuestre el avance de las gestiones administrativas y legales que se han realizado para el cumplimiento de las medidas de mitigación. Lo anterior es fundamental, pues con el IA, la DGIRA y la PROFEPA tendrán los parámetros, constancias o evidencias, así como indicadores que permitan minimizar y, en su caso, evitar discrecionalidades en la aplicación de las medidas de mitigación, prevención, reducción y/o compensación.
- Elaborar Informes Técnicos Pormenorizados (ITP) con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental. Una vez aprobado el PVA, el Promovente deberá realizar y entregar a la SEMARNAT los ITP, para demostrar que, con la aplicación de las medidas propuestas, se mitigaron o previnieron los impactos ambientales que pudieran presentarse por la realización del Proyecto. Se deben entregar copias de los ITP a la Delegación Federal de la PROFEPA. Dichos informes deberán incluir la evidencia gráfica y los argumentos técnicos científicos de que el o los ecosistemas presentan por lo menos las mismas condiciones ambientales con las que se evaluaron.

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa que se encargará de realizar visitas periódicas al área del proyecto, para

CONSULTA AL PÚBLICO

verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones:

1. El seguimiento se deberá realizar con el apoyo de las fichas y los programas derivados del PVA.
2. Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el Proyecto.
3. El asesor de campo bebe contar con amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente.
4. Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental y términos y condicionantes del Resolutivo.
5. Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
6. Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
7. Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normativa ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el Proyecto.
8. Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyando con evidencias escritas y fotográficas.
9. Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del Proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del PVA, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, leyes ambientales, normatividad, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al Proyecto.
- Mantener actualizada la información relativa al Proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc., requeridos durante la supervisión del Proyecto.

El objetivo del PVA es establecer un sistema para garantizar el cumplimiento de la medidas preventivas, correctoras y compensatorias, además de las indicaciones emitidas en el resolutivo en materia de impacto ambiental, durante las etapas que componen al Proyecto.

CONSULTA AL PÚBLICO

IV.8.2.1. Fichas de seguimiento, control y monitoreo de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Para el funcionamiento del PVA, se diseñará el desarrollo de mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento en materia ambiental. En este sentido, el PVA contempla la elaboración de fichas de seguimiento de la calidad ambiental, con las medidas de mitigación propuestas, según la información descrita previamente.

En principio se presentan las fichas, que son elaboradas en función de las actividades que realizará el Promovente y/o la empresa encargada del proyecto; la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, frecuencia de realización, la normativa aplicable y la evidencia que se presenta. Estas fichas contienen información extraída del resumen de impactos y de las medidas de mitigación, así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas de mitigación y cada una de las medidas propuestas, los indicadores de realización de efectos y los umbrales se presentan a continuación (*Tabla IV-19*).

Tabla IV-19. Fichas de seguimiento para la calidad ambiental

Criterios de evaluación para las medidas de mitigación	
M. — Medida que se empleará	C.C. — Calendario de comprobación
I.R. — Indicador de realización	P.C. — Punto de comprobación
I.E. — Indicador de efectos	R.P.E. — Requerimientos de personal encargado
U.A. — Umbral de alerta	M.U.A. — Medida urgente de aplicación
U.I. — Umbral inadmisible	N.A. — No aplica

Fichas de las medidas para el factor Aire, subfactor Calidad del Aire

Ficha 1. Cumplimiento de la NOM-017-STPS-2008

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Asegurar que el EPP sea adecuado y se revise periódicamente	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Uso correcto de EPP	Supervisore de seguridad	10 % de EPP defectuoso	Reemplazo inmediato	20 % de EPP defectuoso	No
Capacitar al personal en uso, mantenimiento y almacenamiento del EPP	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20 % de personal no capacitado	Capacitación urgente	30 % de personal no capacitado	No

Ficha 2. Mantenimiento de maquinaria y vehículos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer calendario de afinación y verificación de maquinaria	Mensual	Si/No	Taller de mantenimiento	Reducción de fallas	Mecánico	10 % de maquinaria sin revisión	Revisión urgente	20 % de maquinaria sin revisión	No

CONSULTA AL PUBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar inspecciones sorpresa para verificar estados de maquinaria	Quincenal	Si/No	Área de trabajo	Cumplimiento de estándares	Supervisor de mantenimiento	5 % de maquinaria defectuosa	Reparación inmediata	10 % de maquinaria defectuosa	No

Ficha 3. Cumplimiento de normas ambientales (NOM-041 y NOM-045)

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar sistema de monitoreo de emisiones	Mensual	Si/No	Área de emisiones	Reducción de emisiones	Técnico ambiental	10% de emisiones excedidas	Revisión inmediata	20% de emisiones excedidas	No
Solicitar certificados de cumplimiento a contratistas	Inicial	Si/No	Oficina de contratación	Cumplimiento de normativas	Gerente de contratación	1 contrato sin certificado	Suspensión de actividades	2 contratos sin certificado	No

Ficha 4. Retiro de maquinaria contaminante

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer protocolo de retiro de maquinaria contaminante	Inmediato	Si/No	Área de trabajo	Reducción de emisiones	Supervisión ambiental	1 máquina contaminante	Retiro inmediato	2 máquinas contaminantes	No
Mantener registro actualizado de maquinaria autorizada	Mensual	Si/No	Oficina de registro	Cumplimiento de autorizaciones	Administrador	10% de maquinaria no registrada	Actualización urgente	20% de maquinaria no registradas	No

Fichas de las medidas para el factor Aire, subfactor Nivel de polvo

Ficha 5. Uso de lonas y humectación de materiales

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Obligar a camiones a cubrir carga con lonas	Diario	Si/No	Área de carga	Reducción de polvo	Supervisión de logística	10% de camiones sin lona	Aplicación inmediata	20% de camiones sin lona	No
Humedecer materiales antes del transporte	Diario	Si/No	Área de carga	Reducción de polvo	Operario	10% de materiales no humectados	Humectación urgente	20% de materiales no humectados	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 6. Límite de velocidad y rutas designadas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer límite de velocidad de 25 km/h	Diario	Si/No	Área de transito	Reducción de accidentes	Supervisión de transito	10% de vehículos excediendo el límite	Sanción inmediata	20% de vehículos excediendo el límite	No
Designar rutas específicas para vehículos	Inicial	Si/No	Área de rutas	Cumplimiento de rutas	Supervisor de logística	10% de vehículos fuera de la ruta	Corrección inmediata	20% de vehículos fuera de la ruta	No

Ficha 7. Riego periódico con agua tratada

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar riego en zonas de generación de polvo	Diario	Si/No	Área de excavación	Reducción de polvo	Operario	10% de áreas sin riego	Riego urgente	20% de áreas sin riego	No
Asegurar que el agua cumpla con normatividad	Mensual	Si/No	Laboratorio	Calidad del agua	Técnico ambiental	10% de muestras no conformes	Corrección inmediata	20% de muestras no conformes	No

Ficha 8. Protección de personal con EPP

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Proveer EPP a trabajadores expuestos a material particulado	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Uso correcto del EPP	Supervisor de seguridad	10% del personal sin EPP	Entrega inmediata	20% del personal sin EPP	No
Capacitar al personal en uso y mantenimiento de EPP	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% del personal no capacitado	Capacitación urgente	30% del personal no capacitado	No

Ficha 9. Barreras físicas y vegetales

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Instalar barreras físicas en áreas de alta generación de partículas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de polvo	Supervisor ambiental	10% de áreas sin barreas	Instalación urgente	20% de áreas sin barreas	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Plantar vegetación como barrera natural	Inicial	Si/No	Áreas perimetrales	Reducción de polvo	Jardinero	10% de áreas sin vegetación	Plantación urgente	20% de áreas sin vegetación	No

Fichas de las medidas para el factor Aire, subfactor Confort sonoro

Ficha 10. Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar mantenimientos preventivos periódicos	Mensual	Si/No	Taller de mantenimiento	Reducción de ruido	Mecánico	10% de maquinaria sin mantenimiento	Revisión urgente	20% de maquinaria sin mantenimiento	No
Llevar a cabo mantenimiento fuera del área del Proyecto	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de mantenimiento	10% de mantenimientos en área de proyecto	Reubicación urgente	20% de mantenimientos en área de proyecto	No

Ficha 11. Cumplimiento de la NOM-011-STPS-2001

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer métodos de seguridad en ambientes laborales con ruido	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de seguridad	10% de áreas de alto ruido sin delimitación	Delimitación urgente	20% de áreas sin delimitación	No
Proveer y capacitar al personal en uso de EPP (protectores auditivos)	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No

Ficha 12. Uso de equipos ruidosos en horarios diurnos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Limitar uso de maquinaria ruidosa a horarios diurnos	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de operaciones	10% de días laborales con uso en horario nocturno	Suspensión inmediata	20% de días laborales con uso en horario nocturno	No
Evitar operar equipos ruidosos en horarios nocturnos	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de operaciones	10% de días laborales con uso en horario nocturno	Suspensión inmediata	20% de días laborales con uso en horario nocturno	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 13. Cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Monitorear niveles de ruido para asegurar cumplimiento de LMP	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Técnico ambiental	10% de excedencias	Corrección inmediata	20% de excedencias	No
Implementar medidas correctivas en caso de excedencias	Inmediato	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de ambiental	10% de excedencias	Corrección inmediata	20% de excedencias	No

Ficha 14. Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Monitorear niveles de ruido de las unidades vehiculares para asegurar cumplimiento de LMP	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Técnico ambiental	10 % de vehículos no conformas	Revisión inmediata	20 % de vehículos no conformas	No
Implementar medidas correctivas en caso de excedencias	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de ruido	Supervisor de ambiental	10% del uso en áreas sensibles	Suspensión inmediata	20% del uso en áreas sensibles	No

Fichas de las medidas para el factor Geoforma, subfactor Relieve

Ficha 15. Restricción de excavaciones y movimiento de tierras

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Limitar excavaciones a zonas designadas	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10 % de excavaciones fuera de zona	Corrección inmediata	20 % de excavaciones fuera de zona	No
Delimitar áreas de trabajo y establecer barreras físicas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de áreas sin delimitación	Delimitación urgente	20% de áreas sin delimitación	No

Ficha 16. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Desarrollar programa con técnicas de estabilización de suelos	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de erosión	Técnico ambiental	10% de áreas sin estabilización	Aplicación urgente	20% de áreas sin estabilización	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Monitorear áreas intervenidas para detectar daños ecológicos	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de erosión	Técnico ambiental	10% de áreas con daños	Corrección inmediata	20% de áreas con daños	No

Ficha 17. Ajuste de taludes a pendientes adecuadas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Diseñar y construir taludes con pendientes estables	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de deslizamiento	Ingeniero civil	10% de taludes inestables	Corrección inmediata	20 % de taludes inestables	No
Utilizar técnicas de ingeniería para estabilizar taludes	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de deslizamiento	Ingeniero civil	10% de taludes sin estabilización	Aplicación urgente	20 % de taludes sin estabilización	No

Ficha 18. Instalación de obras de drenaje

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Construir sistemas de drenaje para flujo natural del agua	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No
Implementar canales de desvío y zanjas de drenaje	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No

Ficha 19. Restauración topográfica post-construcción

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Restaurar áreas afectadas al finalizar obras	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración con entorno	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin restaurar	Restauración urgente	20% de áreas sin restaurar	No
Aplicar técnicas de revegetación y cobertura vegetal	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración con entorno	Jardinero	10% de áreas sin revegetación	Aplicación urgente	20% de áreas sin revegetación	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Fichas de las medidas para el factor Agua, subfactor Disponibilidad de agua

Ficha 20. Manejo adecuado del material de desmonte y despalme

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Asegurar apilamiento temporal de material de desmonte	Diario	Si/No	Área de desmonte	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de material mal apilado	Corrección inmediata	20% de material mal apilado	No
Restaurar sitios de apilamiento a topoforma original	Final	Si/No	Área de desmonte	Integración con entorno	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin restaurar	Restauración urgente	20% de áreas sin restaurar	No

Ficha 21. Implementación de obras de drenaje

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Construir obras de drenaje para mantener flujo natural del agua	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No
Diseñar sistemas de drenaje que favorezcan la infiltración	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10 % de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20 % de áreas sin drenaje	No

Ficha 22. Programa de Reforestación

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programa de reforestación con especies nativas	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de suelos	Ingeniero ambiental	10 % del área seleccionada sin reforestación	Reforestación urgente	20 % del área seleccionada sin reforestación	No
Seleccionar especies vegetales adecuadas para estabilización del suelo	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de suelos	Ingeniero ambiental	10% de especies no adecuadas	Corrección inmediata	20% de especies no adecuadas	No

Ficha 23. Descompactación del suelo

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar descompactación del suelo para las actividades de reforestación	Final	Si/No	Área de reforestación	Mejora de infiltración	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin descompactar	Descompactación urgente	20% de áreas sin descompactar	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Utilizar técnicas de aireación para mejorar estructura del suelo	Final	Si/No	Área de reforestación	Mejora de infiltración	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin aireación	Aplicación urgente	20% de áreas sin aireación	No

Ficha 24. Triturado de desmonte y suelo rescatado

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Triturar desmonte y suelo rescatado para facilitar aireación	Final	Si/No	Área de desmonte	Mejora de infiltración	Operario	10% de material sin triturar	Trituración urgente	20% de material sin triturar	No
Utilizar restos de vegetación triturados como material orgánico	Final	Si/No	Área de desmonte	Mejorar la calidad del suelo	Operario	10% de material no utilizado	Aplicación urgente	20% de material no utilizado	No

Fichas de las medidas para el factor Agua, subfactor Escorrentía

Ficha 25. Disposición adecuada de materiales

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ubicar material de construcción lejos de corrientes de agua	Diario	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de contaminación	Supervisor de logística	10% de material mal ubicado	Reubicación urgente	20% de material mal ubicado	No
Delimitar áreas específicas para almacenamiento de materiales	Inicial	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de contaminación	Supervisor de logística	10% de áreas sin delimitar	Delimitación urgente	20% de áreas sin delimitar	No

Ficha 26. Sistemas de retención de sedimentos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Instalar barreras de sedimentación y trampas de sólidos	Inicia	Si/No	Área de trabajo	Reducción de sedimentos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin barreras	Instalación urgente	20% de áreas sin barreras	No
Mantener y limpiar periódicamente sistemas de retención	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de sedimentos	Operario	10% de sistemas sin mantenimiento	Limpieza urgente	20% de sistemas sin mantenimiento	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 27. Diseño adecuado de obras de drenaje

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Diseñar obras de drenaje que integren flujo natural del agua	Inicia	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No
Incluir canales, cunetas y zanjas de drenaje	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No

Ficha 28. Desvío o reubicación de escurrimientos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Potencial afectación a escurrimientos superficiales	Inicia	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impacto	Ingeniero civil	10 %de escurrimientos no desviados	Corrección urgente	20 %de escurrimientos no desviados	No
Utilizar estructuras temporales o permanentes para redirigir flujo	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impacto	Ingeniero civil	10 %de estructuras no instaladas	Instalación urgente	20 %de estructuras no instaladas	No

Ficha 29. Mantenimiento de obras de drenaje

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar mantenimiento continuo de obras de drenaje	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Operario	10% de obras sin mantenimiento	Limpieza urgente	20% de obras sin mantenimiento	No
Establecer programa de inspección y limpieza periódica	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Super visor de mantenimiento	10% de obras sin inspección	Inspección urgente	20% de obras sin inspección	No

Ficha 30. Obras de drenaje para evitar interrupciones

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Construir obras de drenaje para mantener flujo natural del agua	Inicia	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Construcción urgente	20% de áreas sin drenaje	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Integrar obras de drenaje con diseño del proyecto	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de inundaciones	Ingeniero civil	10% de áreas sin drenaje	Corrección inmediata	20% de áreas sin drenaje	No

Fichas de las medidas para el factor Suelo, subfactor Erosión hídrica y eólica

Ficha 31. Acopio y uso adecuado del suelo orgánico

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar acopio de suelo orgánico durante el despalme	Inicia	Si/No	Área de despalme	Reducción de erosión	Operario	10% de suelo no acopiado	Acopio urgente	20% de suelo no acopiado	No
Aplicar suelo orgánico excedente en zonas degradadas	Final	Si/No	Área de reforestación	Reducción de erosión	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin aplicación	Aplicación urgente	20% de áreas sin aplicación	No

Ficha 32. Implementación de un Programa de Conservación de Suelos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Desarrollar programa con acciones de reforestación	Inicia	Si/No	Área de trabajo	Reducción de erosión	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin reforestación	Reforestación urgente	10% de áreas sin reforestación	No
Utilizar técnicas de bioingeniería para estabilizar áreas expuestas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de erosión	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin estabilización	Aplicación urgente	10% de áreas sin estabilización	No

Ficha 33. Desmonte y despalme por frentes de trabajo

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar desmonte y despalme de manera paulatina	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de áreas sin control	Corrección urgente	20% de áreas sin control	No
Aplicar medidas de estabilización inmediata en áreas intervenidas	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de erosión	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin estabilización	Aplicación urgente	20% de áreas sin estabilización	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 34. Manejo seguro del suelo de despalme

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Acopiar suelo de despalme en zonas seguras y delimitadas	Diario	Si/No	Área de despalme	Reducción de erosión	Operador	10% de suelo mal acopiado	Corrección inmediata	20% de suelo mal acopiado	No
Mantener registros del manejo y uso del suelo acopiado	Mensual	Si/No	Área de registro	Cumplimiento de registro	Administrador	10% de registros incompletos	Actualización urgente	20% de registros incompletos	No

Ficha 35. Restricción de maquinaria pesada en zonas frágiles

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Evitar paso de maquinaria pesada en áreas frágiles	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de incumplimiento	Suspensión inmediata	20% de incumplimiento	No
Delimitar y señalizar zonas de exclusión para maquinaria	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de área sin señalamiento	Señalización urgente	20% de área sin señalamiento	No

Fichas de las medidas para el factor Suelo, subfactor Contaminación

Ficha 36. Manejo seguro de combustibles y sustancias peligrosas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar recarga de combustible en estaciones de servicio cercanas	Diario	Si/No	Área de recarga	Reducción de derrames	Supervisor de logística	10% de recargas in situ	Corrección inmediata	20% de recargas in situ	No
Capacitar al personal en manejo seguro de hidrocarburos	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No

Ficha 37. Almacenamiento adecuado de residuos peligrosos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Almacenar sustancias peligrosas en almacén temporal con diques	Inicial	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de derrames	Supervisor ambiental	10% de contenedores sin diques	Corrección inmediata	20% de contenedores sin diques	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Asegurar que contenedores estén debidamente rotulados	Mensual	Si/No	Área de almacenamiento	Cumplimiento normativo	Supervisor ambiental	10% de contenedores sin rotulación	Rotulación urgente	20% de contenedores sin rotulación	No

Ficha 38. Recolección y disposición de residuos peligrosos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Recolectar y trasladar residuos peligrosos a almacén temporal	Semanal	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de riegos	Operador	10% de residuos no recolectados	Recolección urgente	20% de residuos no recolectados	No
Evitar mezcla de residuos urbanos con residuos peligrosos	Diario	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de riegos	Supervisor ambiental	10% de mezclas inadecuadas	Corrección inmediata	20% de mezclas inadecuadas	No

Ficha 39. Prohibición de vertido inadecuado de residuos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Prohibir abandono de residuos en vía pública o cuerpos de agua	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de contaminantes	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No
Evitar uso de contenedores previamente utilizados para residuos peligrosos	Diario	Si/No	Área de almacenamiento	Reducción de riegos	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No

Ficha 40. Implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer programa de separación, recolección y disposición de residuos	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de residuos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin programa	Implementación urgente	20% de áreas sin programa	No
Fomentar reducción, reutilización y reciclaje de residuos	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de residuos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin fomento	Implementación urgente	20% de áreas sin fomento	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 41. Limpieza y mantenimiento de servicios de apoyo

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar limpieza periódica de baños portátiles	Semanal	Si/No	Área de servicio	Reducción de contaminantes	Operario	10% de baños sin limpieza	Limpieza urgente	20% de baños sin limpieza	No
Contratar empresas especializadas para disposición de aguas residuales	Mensual	Si/No	Área de servicio	Reducción de contaminantes	Supervisor ambiental	10 % de incumplimiento en la disposición	Corrección inmediata	20 % de incumplimiento en la disposición	No

Ficha 42. Protocolo de atención a derrames

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar protocolo de atención inmediata para derrames	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de riego	Supervisor ambiental	10% de áreas sin protocolo	Implementación urgente	20% de áreas sin protocolo	No
Capacitar al personal en aplicación del protocolo	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No

Fichas de las medidas para el factor Flora, subfactor Cubierta vegetal

Ficha 43. Minimización de afectación a la vegetación

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Delimitar áreas de desmonte y despalme	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin delimitación	Delimitación urgente	20% de áreas sin delimitación	No
Controlar retiro de vegetación conforme al avance de la obra	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin control	Corrección inmediata	20% de áreas sin control	No

Ficha 44. Capacitación y concientización del personal

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Capacitar a trabajadores sobre conservación de flora	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Fomentar cultura de responsabilidad ambiental	Trimestral	Si/No	Área de trabajo	Conocimiento del personal	Supervisor ambiental	20% de personal sensibilizado	Sensibilización urgente	30% de personal sensibilizado	No

Ficha 45. Programa de rescate y reubicación de flora

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programa de rescate y reubicación de flora	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin rescate	Rescate urgente	20% de áreas sin rescate	No
Identificar sitios idóneos para trasplante de especies	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin identificación	Identificación urgente	20% de áreas sin identificación	No

Ficha 46. Acopio y uso de suelo orgánico

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar acopio de suelo orgánico resultante del cambio de uso de suelo	Inicial	Si/No	Área de despalme	Reducción de erosión	Operario	10% de suelo no acopiado	Acopio urgente	20% de suelo no acopiado	No
Aplicar suelo orgánico excedente en áreas degradadas	Final	Si/No	Área de reforestación	Reducción de erosión	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin aplicación	Aplicación urgente	20% de áreas sin aplicación	No

Ficha 47. Programa de Reforestación

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ejecutar programa de reforestación en polígonos seleccionados	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% del área seleccionada sin reforestación	Reforestación urgente	20% del área seleccionada sin reforestación	No
Utilizar especies nativas para favorecer recuperación del ecosistema	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% de especies no nativas	Corrección inmediata	20% de especies no nativas	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Fichas de las medidas para el factor Flora, subfactor Especies protegidas

Ficha 48. Delimitación y control de áreas de desmonte

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Delimitar claramente áreas de desmonte y despalme	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10v% de áreas sin delimitación	Delimitación urgente	20% de áreas sin delimitación	No
Controlar retiro de vegetación conforme al avance de la obra	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10 % de áreas sin control	Corrección inmediata	20 % de áreas sin control	No

Ficha 49. Prohibición de daño o colecta de especies protegidas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer prohibición expresa de colectar o dañar especies protegidas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	10% de incumplimiento	No
Supervisar cumplimiento de prohibición por personal y contratistas	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento del personal	Corrección inmediata	10% de incumplimiento del personal	No

Ficha 50. Capacitación y concientización del personal

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Capacitar a trabajadores sobre conservación de flora protegida	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% del personal no capacitado	Capacitación urgente	30% del personal no capacitado	No
Fomentar cultura de responsabilidad ambiental	Trimestral	Si/No	Área de trabajo	Conocimiento del personal	Supervisor ambiental	20% de personal no sensibilizado	Sensibilización urgente	30% de personal no sensibilizado	No

Ficha 51. Programa de rescate y reubicación de flora protegida

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programa de rescate y reubicación de flora protegida	Inicial	Si/No	Sala de capacitación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin rescate	Rescate urgente	20% de áreas sin rescate	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Identificar sitios idóneos para trasplante de especies protegidas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin identificación	identificación urgente	20% de áreas sin identificación	No

Fichas de las medidas para el factor Fauna, subfactor Especies y poblaciones terrestres

Ficha 52. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ejecutar programa previo a actividades de preparación del sitio	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin programa	Implementación urgente	20% de áreas sin programa	No
Asegurar que desmonte se realice después de completar acciones de rescate	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Superviso ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No

Ficha 53. Reducción de velocidad y señalización

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer límite de velocidad máxima de25 km/h	Diario	Si/No	Área de tránsito	Reducción de atropellamientos	Superviso de tránsito	10% de incumplimiento	Sanción inmediata	20% de incumplimiento	No
Colocar señalización clara y visible	Inicial	Si/No	Área de tránsito	Reducción de atropellamientos	Superviso de tránsito	10% de áreas sin señalamiento	Señalización urgente	20% de áreas sin señalamiento	No

Ficha 54. Técnicas de ahuyentamiento de fauna

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar técnicas de amedrentamiento visual y auditivo	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin técnicas implementadas	Aplicación urgente	20% de áreas sin técnicas implementadas	No
Contar con profesionales especializados para actividades de ahuyentamiento	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin profesionales	Contratación urgente	20% de áreas sin profesionales	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 55. Reubicación de fauna en sitios adecuados

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Verificar que sitios de reubicación presenten condiciones equivalentes	Inicial	Si/No	Área de reubicación	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin verificación	Verificación urgente	20% de áreas sin verificación	No
Realizar liberaciones de fauna de manera controlada y monitoreada	Inicial	Si/No	Área de reubicación	Reducción de impactos	Biólogo	10% de fauna sin liberación	Liberación urgente	20 % de fauna sin liberación	No

Ficha 56. Prohibición de actividades dañinas a la fauna

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Prohibir actividades de caza, colecta y tráfico de especies	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No
Supervisar cumplimiento de prohibiciones por personal y contratistas	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No

Ficha 57. Educación ambiental y concientización

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Colocar carteles informativos la obra	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Conocimiento del personal	Supervisor ambiental	10% de áreas sin carteles	Instalación urgente	20% de áreas sin carteles	No
Capacitar al personal mediante acciones de educación ambiental	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento del personal	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No

Fichas de las medidas para el factor Fauna, subfactor Especies y poblaciones voladoras

Ficha 58. Diseño y ubicación de estructuras para minimizar impactos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ubicar paneles fotovoltaicos para reducir riesgo de colisión con fauna	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin ubicación adecuada	Contratación inmediata	20% de áreas sin ubicación adecuada	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Utilizar diseños que minimicen riesgo de impacto	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin diseño adecuado	Contratación inmediata	20% de áreas sin diseño adecuado	No

Ficha 59. Implementación de medias disuasorias

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Instalar dispositivos disuasorios en estructuras del parque fotovoltaico	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin dispositivos	Instalación urgente	20% de áreas sin dispositivos	No
Utilizar técnicas de ahuyentamiento auditivo o visual	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin técnicas	Aplicación urgente	20% de áreas sin técnicas	No

Ficha 60. Monitoreo de fauna voladora

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar monitoreos periódicos de aves y murciélagos	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin monitoreo	Monitoreo urgente	20% de áreas sin monitoreo	No
Ajustar medidas de mitigación en función de resultados de monitoreo	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10 %de áreas sin ajustes	Ajuste urgente	20% de áreas sin ajustes	No

Ficha 61. Protección de hábitat críticos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Evitar instalación de paneles en áreas cercanas a hábitats críticos	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin protección	Protección urgente	20% de áreas sin protección	No
Establecer zonas de exclusión alrededor de hábitats sensibles	Inicial	Si/No	Área de instalación	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin exclusión	Delimitación urgente	20% de áreas sin exclusión	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 62. Programa de rescate y atención de fauna afectada

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar protocolo de atención rápida para fauna voladora afectada	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin protocolo	Implementación urgente	20% de áreas sin protocolo	No
Colaborar con centros de rehabilitación de fauna	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	50% de centros de rehabilitación sin colaboración	Colaboración urgente	0% de colaboración con centros	No

Fichas de las medidas para el factor Fauna, subfactor Especies protegidas

Ficha 63. Programa de Ahuyentamiento, Recate y Reubicación de fauna silvestre

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ejecutar programa previo a actividades de preparación del sitio	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin programa	Implementación urgente	20% de áreas sin programa	No
Priorizar rescate de especies de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10% de áreas sin rescate	Rescate urgente	20% de áreas sin rescate	No

Ficha 64. Reducción de velocidad y señalización

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer límite de velocidad máxima de 25 km/h	Diario	Si/No	Área de tránsito	Reducción de atropellamiento	Supervisor de transito	10 % de incumplimiento	Sanción inmediata	20 % de incumplimiento	No
Colocar señalización clara y visible	Inicial	Si/No	Área de tránsito	Reducción de atropellamiento	Supervisor de transito	10 % de áreas sin señalamiento	Señalización urgente	20 % de áreas sin señalamiento	No

Ficha 65. Técnicas de ahuyentamiento de fauna

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar técnicas de amedrentamiento visual y auditivo	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10 % de áreas sin técnicas	Aplicación urgente	20 % de áreas sin técnicas	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Contar con profesionales especializados para actividades de ahuyentamiento	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Biólogo	10 % de áreas sin profesionales	Contratación urgente	20 % de áreas sin profesionales	No

Ficha 66 Prohibición de actividades dañinas

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Prohibir actividades de caza, colecta y tráfico de especies	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10 % de incumplimiento	Corrección inmediata	20 % de incumplimiento	No
Supervisar cumplimiento de prohibiciones por personal y contratistas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10 % de incumplimiento	Corrección inmediata	20 % de incumplimiento	No

Ficha 67. Educación ambiental y concientización

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Colocar carteles informativos en la obra	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Conocimiento personal	Supervisor ambiental	10 % de áreas sin carteles	Instalación urgente	20 % de áreas sin carteles	No
Capacitar al personal mediante acciones de educación ambiental	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Conocimiento personal	Capacitador	20 % de personal no capacitado	Capacitación urgente	30 % de personal no capacitado	No

Fichas de las medidas para el factor Fauna, subfactor Hábitat faunístico

Ficha 68. Desmonte controlado en áreas autorizadas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Limitar desmonte únicamente a áreas autorizadas	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin control	Corrección inmediata	20% de áreas sin control	No
Supervisar cumplimiento de restricciones mediante inspecciones periódicas	Semanal	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin inspección	Inspección urgente	20% de áreas sin inspección	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 69. Señalización restrictiva

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Establecer señalética clara y visible en el área del proyecto	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin señalización	Señalización urgente	20% de áreas sin señalización	No
Colocar barreras físicas o cercas perimetrales	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin barreras	Instalación urgente	20% de áreas sin barreras	No

Ficha 70. Programa de rescate y reubicación de flora

Medida	C:C.	I;R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A,	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ejecutar programa de rescate y reubicación de flora	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10 % de áreas sin rescate	Rescate urgente	10 % de áreas sin rescate	No
Identificar sitios adecuados para reubicación de especies vegetales	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10 % de áreas sin identificación	Identificación urgente	10 % de áreas sin identificación	No

Ficha 71. Programa de Reforestación

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programa de reforestación como medida de compensación	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% del área seleccionada sin reforestación	Reforestación urgente	20% del área seleccionada sin reforestación	No
Seleccionar áreas estratégicas para reforestación	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin selección	Selección urgente	20% de áreas sin selección	No

Ficha 72. Pasos de fauna en el enmallado perimetral

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Diseñar e instalar pasos de fauna en puntos estratégicos	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin pasos	Instalación urgente	20% de áreas sin pasos	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Asegurar que pasos de fauna sean funcionales y adecuados	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin funcionalidad	Corrección inmediata	20% de áreas sin funcionalidad	No

Fichas de las medidas para el factor Economía y población, subfactor Nivel de empleo

Ficha 73. Contratación local

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Priorizar contratación de mano de obra local	Inicial	Si/No	Área de contratación	Desarrollo económico local	Gerente de recursos humanos	20% de contrataciones no locales	Corrección inmediata	30% de contrataciones no locales	No
Establecer programas de capacitación para trabajadores locales	Trimestral	Si/No	Sala de capacitación	Mejora de habilidades	Capacitador	15% de personal no capacitado	Capacitación urgente	25% de personal no capacitado	No

Ficha 74. Condiciones laborales adecuadas

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Garantizar condiciones laborales justas y seguras	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Cumplimiento normativo	Gerente de recursos humanos	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No
Cumplir con normativas laborales y de seguridad en el trabajo	Mensual	Si/No	Área de trabajo	Cumplimiento normativo	Gerente de recursos humanos	10% de incumplimiento	Corrección inmediata	20% de incumplimiento	No

Fichas de las medidas para el factor Economía y población, subfactor Economía local

Ficha 75. Fomento de proveedores locales

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Priorizar compra de materiales y servicios a proveedores locales	Inicial	Si/No	Área de compras	Desarrollo económico local	Gerente de compras	20% de compras no locales	Corrección inmediata	30 % de compras no locales	No
Establecer alianzas con empresas locales para suministro de insumos	Inicial	Si/No	Área de compras	Desarrollo económico local	Gerente de compras	20% de empresas no locales	Establecimiento urgente	40% de empresas no locales	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 76. Programa de responsabilidad social

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programas de apoyo a la comunidad	Trimestral	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Gerente de responsabilidad social	10% de programas sin implementar	Implementación urgente	20% de programas sin implementar	No
Promover desarrollo de pequeñas y medianas empresas locales	Trimestral	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Gerente de responsabilidad social	30% de empresas locales desarrolladas	Promoción urgente	0% de empresas locales desarrolladas	No

Fichas de las medidas para el factor Economía y población, subfactor Servicios e infraestructura

Ficha 77. Mejora de infraestructura local

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Incluir construcción o mejora de infraestructura local en el proyecto	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Ingeniero civil	10% de áreas sin mejoras en infraestructura	Construcción urgente	20% de áreas sin mejoras en infraestructura	No
Coordinar con autoridades locales para identificar necesidades prioritarias	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Gerente de responsabilidad social	10% de áreas sin coordinación	Coordinación urgente	20% de áreas sin coordinación	No

Ficha 78. Acceso servicios básicos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Garantizar que el proyecto contribuya al acceso a servicios básicos	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Gerente de responsabilidad social	10% de áreas sin acceso	Implementación urgente	20% de áreas sin acceso	No
Implementar sistemas de saneamiento	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo comunitario	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin sistemas	Implementación urgente	20% de áreas sin sistemas	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Fichas de las medidas para el factor Economía y población, subfactor Nivel de empleo

Ficha 79. Programa de reconversión laboral

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programas de capacitación para reconversión laboral	Final	Si/No	Sala de capacitación	Desarrollo económico local	Capacitador	20% de personal no capacitado	Capacitación urgente	30% de personal no capacitado	No
Fomentar emprendimiento y creación de pequeñas empresas	Final	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo económico local	Gerente de responsabilidad social	10% de áreas sin fomento	Fomento urgente	20 % de áreas sin fomento	No

Ficha 80. Compensación y apoyo económico

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ofrecer trabajo temporal a locales	Final	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo económico local	Gerente de recursos humanos	10% de vacantes disponibles no ofertadas a locales	Implementación urgente	20% de vacantes disponibles no ofertadas a locales	No
Establecer alianzas con empresas locales para reinserción laboral	final	Si/No	Área de trabajo	Desarrollo económico local	Gerente de recursos humanos	10% de áreas sin alianza	Establecimiento urgente	20 % de áreas sin alianza	No

Fichas de las medidas para el factor Paisaje, subfactor Fragilidad

Ficha 81. Integración paisajística

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Diseñar estructuras para integración visual con el entorno	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Arquitecto	20% de áreas sin diseño adecuado	Corrección inmediata	30% de áreas sin diseño adecuado	No
Utilizar materiales que armonicen con el paisaje natural	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Arquitecto	10% de áreas sin materiales adecuados	Corrección inmediata	20% de áreas sin materiales adecuados	No

Ficha 82. Restauración visual

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar acciones de revegetación y restauración en áreas alteradas	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin restauración	Restauración urgente	20% de áreas sin restauración	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Seleccionar áreas estratégicas para restauración visual	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin selección	Selección urgente	20% de áreas sin selección	No

Ficha 83. Respeto de áreas designadas para intervención

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Limitar actividades del proyecto a áreas autorizadas	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin control	Corrección inmediata	20% de áreas sin control	No
Supervisar cumplimiento de restricciones mediante inspecciones periódicas	Semanal	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin inspección	Inspección urgente	20% de áreas sin inspección	No

Ficha 84. Programa de Manejo Integral de Residuos

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Implementar programa de manejo de residuos para evitar almacenamiento	Inicial	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor ambiental	10% de áreas sin programa	Implementación urgente	20% de áreas sin programa	No
Mantener áreas libres de residuos	Diario	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Operario	10% de áreas con residuos	Limpieza urgente	20% de áreas con residuos	No

Ficha 85. Cumplimiento de tiempos de construcción

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Respetar tiempos establecidos para la construcción	Final	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	20 % de incumplimiento al cronograma	Corrección inmediata	30 % de incumplimiento al cronograma	No
Retirar maquinaria y materiales una vez finalizadas las actividades	Final	Si/No	Área de trabajo	Reducción de impactos	Supervisor de obra	10% de maquinaria sin retiro	Retiro urgente	20% de maquinaria sin retiro	No

CONSULTA AL PÚBLICO

Ficha 86. Limpieza general post-construcción

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Realizar limpieza general del predio al finalizar la construcción	Final	Si/No	Área de trabajo	Reducción de residuos	Operario	10% de áreas sin limpieza	Limpieza urgente	20% de áreas sin limpieza	No
Restaurar áreas afectadas para devolverlas a un estado cercano al original	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración con entorno	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin restauración	Restauración urgente	20% de áreas sin restauración	No

Ficha 87. Programa de Reforestación

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Ejecutar programa de reforestación con especies nativas	Final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin reforestación	Reforestación urgente	20% de áreas sin reforestación	No
Seleccionar áreas estratégicas para reforestación	final	Si/No	Área de reforestación	Recuperación de ecosistemas	Ingeniero ambiental	10% de áreas sin selección	Selección urgente	20% de áreas sin selección	No

Ficha 88. Establecimiento de áreas verdes

Medida	C.C.	I.R.	P.C.	I.E.	R.P.E.	U.A.	M.U.A.	U.I.	N.A.
Crear áreas verdes en inmediaciones de instalaciones técnico-administrativas	Final	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Jardinero	10% de áreas sin vegetación	Plantación urgente	20% de áreas sin vegetación	No
Utilizar vegetación nativa y adaptada al entorno	final	Si/No	Área de trabajo	Integración paisajística	Jardinero	10% de áreas sin vegetación adecuada	Corrección inmediata	20% de áreas sin vegetación adecuada	No

IV.8.3. Información necesaria para la fijación de montos para finanzas

El proyecto contempla la inversión de un porcentaje del costo del proyecto para atender los temas ambientales, incluyendo las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los programas aquí propuestos con los ajustes que determine la autoridad. No obstante, la fijación de fianzas y montos será atendida en caso de que se estipule en el resolutivo del presente estudio por parte de la DGIRA. Los gastos se medirán a partir de las medidas propuestas, así como en los programas derivados del PVA.

CONSULTA AL PÚBLICO