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, PARA EL PROYECTO “EL VELADERO”, EN EL MUNICIPIO DE CÁRDENAS, TABASCO.



JULIO DE 2026

ÍNDICE GENERAL.

ÍNDICE GENERAL. 2

FIGURAS. 5

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 7

I.1. Proyecto. 7
I.2. Descripción Específica de las Obras y Actividades, Incluyendo Obras Complementarias 13
I.3. Información General del Proyecto. 19
I.3.1. Acceso al Proyecto 20
I.3.2. Descripción del Punto de Interconexión 20
I.4. COMPONENTES PRINCIPALES DEL PROYECTO 21
I.4.1. Criterios para el diseño de la Central de Generación 22
I.4.2. Planta Fotovoltaica 23
I.4.3. Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE) 37
I.4.4. Equipo BESS 40
I.5. Sistema de Evacuación e Interconexión 40
I.5.1. Línea de Interconexión. 41
I.5.2. Subestación de Interconexión 42
I.6. Layout General de la Central Eléctrica 44
I.7. Fase Desarrollo Proyecto 44
I.8. Fase Construcción 45
I.9. Trabajos Preliminares 47
I.9.1. Instalaciones Provisionales 47
I.9.2. Suministro de Energía 48
I.9.3. Abastecimiento de Agua Potable 49
I.9.4. Abastecimiento de Agua Industrial 49
I.9.5. Área destinada a Almacen y Maquinaria 49
I.9.6. Comedor 50
I.9.7. Estacionamiento 50
I.9.8. Disposición de Residuos 50
I.9.9. Servicio Médico y Primeros Auxilios 50
I.9.10. Señalización 51
I.10. Obra Civil 51
I.10.1. Preparación del Terreno y Movimiento de Tierras 52
I.10.2. Camino de Acceso 53
I.10.3. Delimitación de Proyecto y Vallado 54
I.10.4. Viales 54
I.10.5. Sistema de Drenajes 55
I.10.6. Canalizaciones 56
I.10.7. Cimentaciones 59
I.10.8. Edificio de Control 60
I.10.9. Subestación Elevadora 61
I.10.10. Línea de Interconexión 62
I.10.11. Accesos 63
I.11. Obra Electromecánica 64
I.11.1. Hincado de Estructura para Seguidor 64
I.11.2. Pruebas de Instalación 64
I.11.3. Montaje de módulos fotovoltaicos 65
I.11.4. Montaje Inversores y Centros de Transformación 66
I.12. Obra Eléctrica 67
I.12.1. Tendido de Cables de BT 67
I.12.2. Instalación de Cajas combinadoras 68

I.12.3. Tendido de Cables MT *69*
I.12.4. Tendido de Cables AT. *70*
I.12.5. Pruebas de Conexión *70*
I.12.6. Puesta en Marcha y FEO *72*
I.13. Fase Operación Y Mantenimiento 72
I.14. Operación 73
I.15. Mantenimiento 73
I.15.1. Mantenimiento Preventivo *73*
I.15.2. Mantenimiento Correctivo *74*
I.15.3. Mantenimiento Predictivo y Diagnostico *74*

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. 76

II.1. Instrumentos Jurídicos. 76
II.2. Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Otras Áreas de Interés Ecológico. 96
II.2.1. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal. *96*
II.2.2. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal. *98*
II.2.3. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal. *98*
II.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). *99*
II.2.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998). *100*
II.2.6. Regiones Prioritarias Marinas. *101*
II.2.7. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales Para La Conservación De La Biodiversidad. *102*
II.2.8. Sitios Prioritarios Marinos Para La Conservación De La Biodiversidad. *105*
II.3. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables. 107

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. 108

III.1. Delimitación y justificación de a región ecológica donde pretende establecerse el proyecto 111
III.2. Caracterización y análisis de la Región Ecológica 118
III.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la región ecológica *119*
III.2.2. Medio abiótico *120*
III.2.3. Temperatura *121*
III.2.4. Precipitación *122*
III.2.5. Medio biótico: Vegetación. *131*
III.2.6. Medio biótico: Fauna *143*
III.3. Medio Socioeconómico. 159
III.3.1. Aspectos Demográficos. *159*
III.3.2. Aspectos Económicos. *160*
III.3.3. Educación. *162*
III.3.4. Salud. *162*
III.3.5. Vivienda. *163*
III.3.6. Religión. *163*
III.3.7. Marginación y desarrollo social *163*
III.3.8. Migración *165*
III.3.9. Conclusiones. *167*
III.4. Paisaje. 168
III.4.1. Elementos visuales básicos. *168*

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. 170

IV.1. Conclusiones. 186
IV.1.1. Compatibilidad con el uso y vocación del suelo: *186*
IV.1.2. Aspectos socioeconómicos: *187*
IV.1.3. Impactos identificados *187*

IV.1.4. Interconexión. *187*

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA 188

Bibliografía 211

FIGURAS.

Figura I.1 Ubicación general del Proyecto. 19
Figura I.2 Ubicación del Camino de acceso. 20
Figura I.3. Ubicación de proyecto. 21
Figura I.4 Dimensiones del Módulo 25
Figura I.5 Curvas Características TSM-NEG19RC20-610W 25
Figura I.6 Sistema de Seguimiento Solar. 27
Figura I.7 Colocación de cables en tresbolillo. 29
Figura I.8 Subestación Particular tipo. 33
Figura I.9. Principales características de Tecnologías Ion-Litio 37
Figura I.10 Configuración típica de un sistema BESS. 38
Figura I.11 Silueta de Poste troncocónico para el proyecto. 42
Figura I.12 Punto de Interconexión al SEN. 43
Figura I.13 Layout de la Planta FV. 44
Figura I.14 Montaje de Estructura de soporte para seguidor solar. 64
Figura I.15 Prueba de Verticalidad 65
Figura I.16 Instalación de Módulos FV. 66
Figura I.17 Montaje de Centro de Transformación e Inversores. 67
Figura I.18 Conexión entre Módulos Fotovoltaicos. 68
Figura I.19 Caja Combinadora Tipo. 69
Figura II.1. Ubicación del sitio en la región Planicie Costera y Golfo de México. 97
Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a ANPs estatales. 98
Figura II.3. Ubicación del sitio en relación con AICAs, definidas por CONABIO. 99
Figura II.4. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO. 100
Figura II.5. Ubicación del proyecto respecto a la Regiones Prioritarias marinas (RPM). 101
Figura II.6. Carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación. 102
Figura II.7. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales respecto al sitio del proyecto. 103
Figura II.8. Ubicación del proyecto respecto a los sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad. 105
Figura III.1 Proceso seguido para la delimitación de la región ecológica. 114
Figura III.2 Región Ecológica determinada para el proyecto. 116
Figura III.3 Aip y AeP del proyecto El Veladero. 118
Figura III.4. Tipo de clima en la RE y sitio del proyecto. 121
Figura III.5 Topoformas de la Región Ecológica y el sitio del proyecto. 124
Figura III.6 Ubicación del sitio del proyecto y la RE respecto a la subcuenca Río Cunduacán. 129

Figura III.7 Área del proyecto hace 30años, dominada por cultivos. 131
Figura III.8 Sitio del proyecto hace 20, con cultivos y vegetación incipiente. 132
Figura III.9 Sitio del proyecto actualmente con cultivo en reposo y acahual con aprovechamiento. 132
Figura III.10 Cobertura del terreno con humedales potenciales (actualmente inexixtentes) y usos agrícolas. 133
Figura III.11 Sitios de muestreo de flora. 137
Figura III.12 Distribución del número de especies registradas según estrato. 137
Figura III.13 Sitios de muestreo de fauna. 147

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

I.1. Proyecto.

PROYECTO	
Nombre del Proyecto[1]	El Veladero

[redacted]

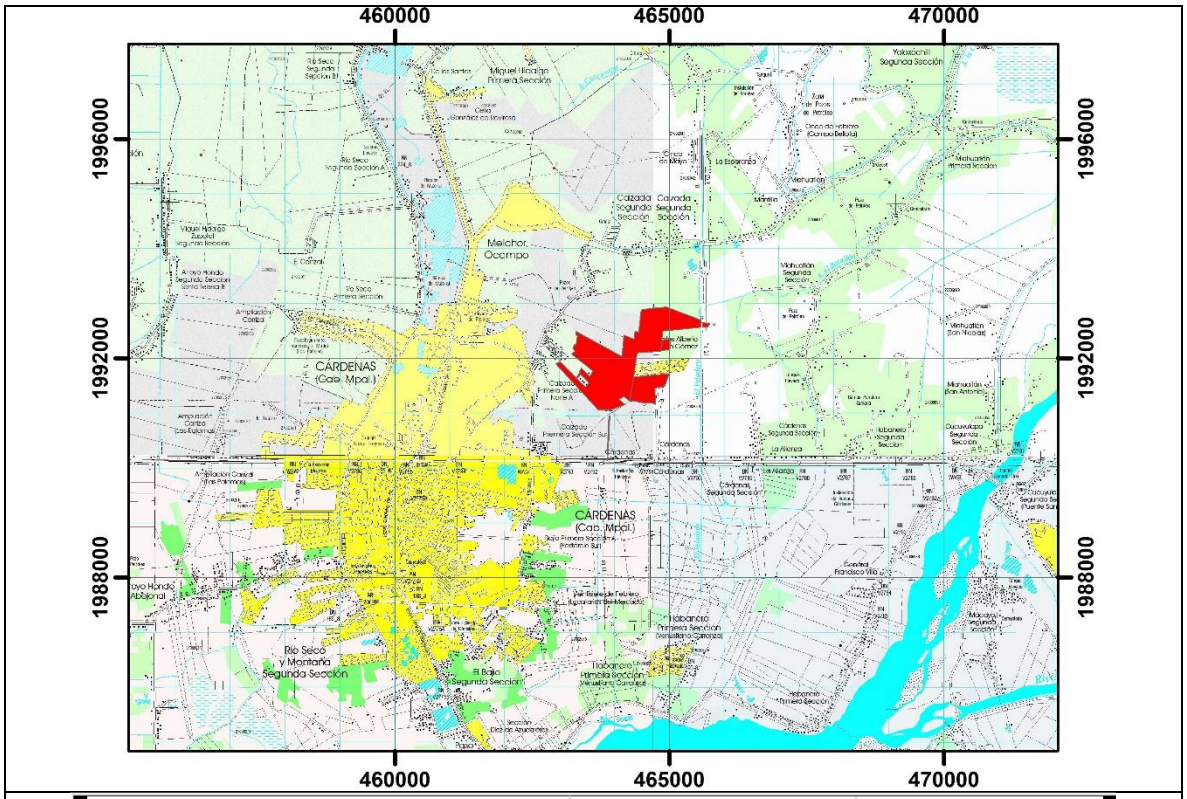
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
Nombre o Razón Social	Proyectos Integrales CSLM S.A. de C.V.
Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental	Diego Ibáñez Hood
Correo(s) electrónico(s)	[redacted]

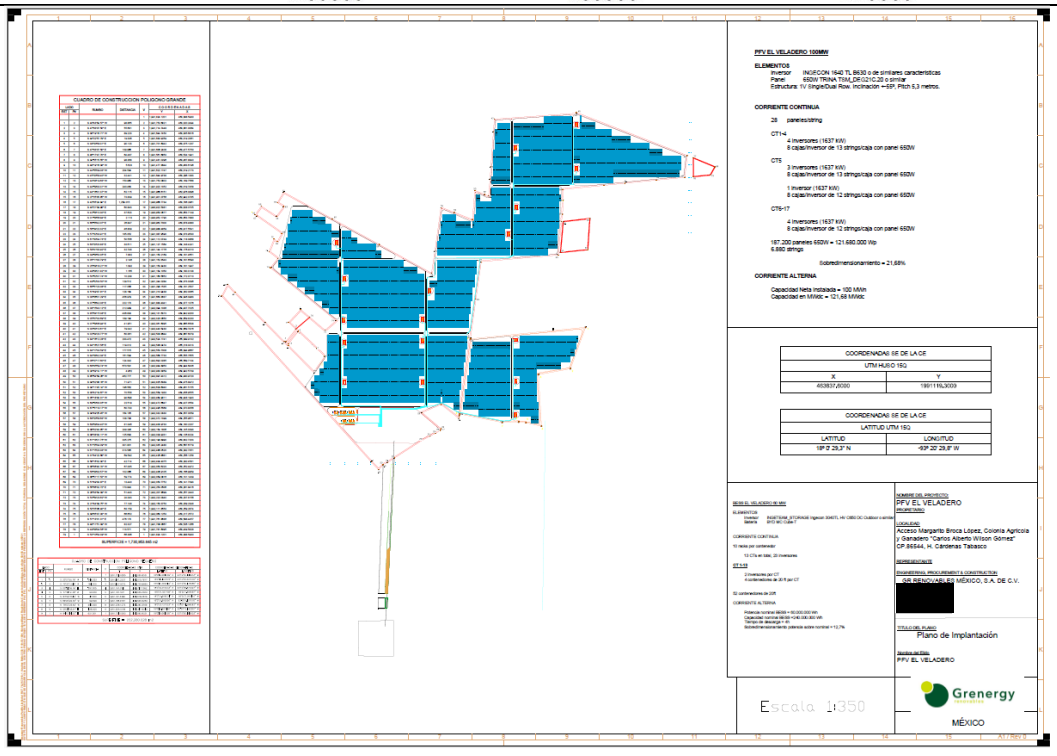
Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que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

Diego Ibáñez Hood

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

UBICACIÓN DEL PROYECTO			
Entidad federativa	Tabasco	Municipio	Cárdenas
Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable.	Acceso Margarito Broca López Km 1.5, interior: N/A, Colonia Carlos Alberto Wilson Gómez Municipio de Cárdenas, Tabasco C.P. 86544		
Imagen de ubicación del Proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman			


460000
465000
470000
1996000
1992000
1988000
CÁRDENAS
(Cab. Mpal.)
Melchor
Ocampo
Río Seco
y Montaña
Segunda Sección


PFV EL VELADERO 100MW
ELEMENTOS
CORRIENTE CONTINUA
CORRIENTE ALTERNA
COORDENADAS SE DE LA CE
UTM HUSO 15Q
COORDENADAS SE DE LA CE
LATITUD UTM 15Q
Plano de Implantación
Escala 1:350
Grenergy
MÉXICO

Se anexan planos georreferenciados en UTM, Datum WGS84, así como archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV, del polígono general y de cada uno de los componentes del Proyecto;

- **Anexo Geográfico I-Archivos csv:** Proyecto-El_Veladero-B.csv, SE-Cardenas_II.csv, Subestación_Elevadora.csv, Linea_de_Entronque.csv, Linea_de_Entronque-DDV.csv, Proyecto-El_Veladero.csv.
- **Anexo Geográfico II- Archivos shp:** SE_Cardenas_Dos_p.shp, SE_Elevadora_a.shp, SE_Elevadora_p.shp, Linea_Entronque_A_l.shp, Linea_Entronque_A_p.shp, Linea_Entronque_DDV_a.shp, Proyecto_El_Veladero_a.shp, Proyecto_El_Veladero_A_p.shp, Proyecto_El_Veladero_B_p.shp, SE_Cardenas_Dos_a.shp
- **Anexo Geográfico III- Archivos kmz:** Proyecto_El_Veladero_a.kmz, SE_Cardenas_Dos_a.kmz, SE_Elevadora_El_Veladero_a.kmz, Linea_Entronque_A_l.kmz, Linea_Entronque_DDV_a.kmz

Tabla I.1 Superficie requerida para el proyecto El Veladero.

Concepto	Superficie (ha)
Superficie de ocupación El Veladero	***198.31***
Sup. aprox. de ocupación de la LT	**1.826**
Superficie total de ocupación	200.136

Tabla I.2 Coordenadas Central Eléctrica El Veladero - Datum WGS84, Zona 15.

Vértice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
1	18° 0' 30.326" N	93° 20' 18.1093" O	-93.33836368	18.00842388	464181.4651	1991150.217
2	18° 0' 30.4277" N	93° 20' 18.1187" O	-93.33836629	18.00845213	464181.1947	1991153.343
3	18° 0' 33.372" N	93° 20' 21.7922" O	-93.33938671	18.00927001	464073.3396	1991244.028
4	18° 0' 34.8793" N	93° 20' 18.1252" O	-93.33836812	18.00968869	464181.2507	1991290.154
5	18° 0' 32.3079" N	93° 20' 14.6939" O	-93.33741496	18.00897442	464282.0065	1991210.944
6	18° 0' 47.0328" N	93° 20' 12.532" O	-93.33681445	18.01306466	464346.3983	1991663.364
7	18° 0' 54.1944" N	93° 20' 11.5013" O	-93.33652813	18.01505399	464377.1076	1991883.404
8	18° 1' 1.052" N	93° 20' 10.4738" O	-93.33624272	18.0169589	464407.7025	1992094.104
9	18° 1' 2.2989" N	93° 19' 55.6747" O	-93.33213187	18.01730524	464842.92	1992131.637
10	18° 1' 8.431" N	93° 19' 55.1114" O	-93.33197538	18.01900861	464859.823	1992320.065
11	18° 1' 9.7831" N	93° 19' 54.9157" O	-93.33192103	18.01938421	464865.6508	1992361.61
12	18° 1' 12.3518" N	93° 19' 54.7797" O	-93.33188325	18.02009771	464869.7916	1992440.543
13	18° 1' 14.3144" N	93° 19' 54.8576" O	-93.3319049	18.02064289	464867.6079	1992500.864
14	18° 1' 15.0864" N	93° 19' 46.9584" O	-93.32971067	18.02085732	465099.9132	1992524.174
15	18° 1' 15.4795" N	93° 19' 42.9318" O	-93.32859215	18.02096654	465218.3313	1992536.047
16	18° 1' 16.0641" N	93° 19' 36.9255" O	-93.32692374	18.02112893	465394.9667	1992553.701
17	18° 1' 16.5638" N	93° 19' 31.4576" O	-93.3254049	18.02126772	465555.7655	1992568.773

Vértice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
18	18° 1' 20.5751" N	93° 19' 30.9907" O	-93.3252752	18.02238198	465569.7104	1992692.029
19	18° 1' 28.4416" N	93° 19' 52.2641" O	-93.33118446	18.02456711	464944.6436	1992934.895
20	18° 1' 28.2947" N	93° 19' 52.3342" O	-93.33120394	18.02452632	464942.5739	1992930.386
21	18° 1' 27.1954" N	93° 20' 8.0315" O	-93.33556429	18.02422095	464480.972	1992897.431
22	18° 1' 24.8591" N	93° 20' 8.1996" O	-93.33561101	18.02357197	464475.8972	1992825.639
23	18° 1' 18.4796" N	93° 20' 8.6767" O	-93.33574352	18.02179988	464461.5155	1992629.604
24	18° 1' 16.1882" N	93° 20' 8.8274" O	-93.33578539	18.0211634	464456.9555	1992559.193
25	18° 1' 13.1196" N	93° 20' 9.1196" O	-93.33586654	18.020311	464448.1943	1992464.901
26	18° 1' 13.371" N	93° 20' 9.839" O	-93.33606638	18.02038083	464427.0554	1992472.665
27	18° 1' 14.1125" N	93° 20' 11.7534" O	-93.33659817	18.02058681	464370.8056	1992495.557
28	18° 1' 8.7909" N	93° 20' 12.2126" O	-93.33672573	18.01910858	464357.0059	1992332.033
29	18° 1' 10.0899" N	93° 20' 15.6514" O	-93.33768094	18.01946942	464255.9671	1992372.14
30	18° 1' 11.0236" N	93° 20' 18.2292" O	-93.33839699	18.01972878	464180.2237	1992400.973
31	18° 1' 2.9913" N	93° 20' 19.4002" O	-93.33872228	18.01749758	464145.3393	1992154.181
32	18° 0' 58.947" N	93° 20' 20.0222" O	-93.33889506	18.01637418	464126.8224	1992029.923
33	18° 1' 4.1674" N	93° 20' 30.0344" O	-93.34167623	18.01782427	463832.7203	1992190.899
34	18° 1' 8.8483" N	93° 20' 39.0574" O	-93.34418261	18.01912453	463567.6779	1992335.248
35	18° 1' 13.7385" N	93° 20' 48.4176" O	-93.34678268	18.02048293	463292.7351	1992486.052
36	18° 1' 11.8105" N	93° 20' 49.6589" O	-93.34712748	18.01994737	463256.1258	1992426.868
37	18° 1' 11.0819" N	93° 20' 48.4219" O	-93.34678385	18.01974498	463292.4581	1992404.408
38	18° 1' 9.3294" N	93° 20' 49.7775" O	-93.34716041	18.01925817	463252.4972	1992350.622
39	18° 1' 11.1557" N	93° 20' 52.6889" O	-93.34796915	18.01976548	463166.9959	1992406.911
40	18° 1' 9.5972" N	93° 20' 53.9052" O	-93.34830699	18.01933257	463131.1439	1992359.082
41	18° 1' 9.3276" N	93° 20' 53.5453" O	-93.34820703	18.01925767	463141.7093	1992350.775
42	18° 1' 6.1564" N	93° 20' 48.7733" O	-93.34688147	18.01837677	463281.8416	1992253.051
43	18° 1' 4.6848" N	93° 20' 49.6069" O	-93.34711304	18.01796799	463257.244	1992207.87
44	18° 1' 5.1445" N	93° 20' 50.2686" O	-93.34729683	18.01809568	463237.8156	1992222.034
45	18° 1' 2.811" N	93° 20' 51.236" O	-93.34756556	18.01744751	463209.2348	1992150.375
46	18° 1' 1.5607" N	93° 20' 49.5313" O	-93.34709204	18.0171002	463259.2874	1992111.855
47	18° 0' 59.8749" N	93° 20' 50.9574" O	-93.34748818	18.01663193	463217.2572	1992060.125
48	18° 0' 50.1925" N	93° 20' 38.3149" O	-93.34397636	18.01394236	463588.4457	1991761.864
49	18° 0' 48.4383" N	93° 20' 40.4309" O	-93.34456413	18.01345507	463526.1266	1991708.067
50	18° 0' 50.826" N	93° 20' 43.3787" O	-93.34538298	18.01411833	463439.5828	1991781.61
51	18° 0' 52.2061" N	93° 20' 45.1155" O	-93.34586542	18.0145017	463388.593	1991824.12
52	18° 0' 49.8775" N	93° 20' 47.4352" O	-93.34650979	18.01385486	463320.2494	1991752.682
53	18° 0' 48.6455" N	93° 20' 46.0467" O	-93.34612409	18.01351265	463361.0064	1991714.745
54	18° 0' 46.3645" N	93° 20' 47.9238" O	-93.3466455	18.01287903	463305.6816	1991644.745

Vértice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
55	18° 0' 45.9157" N	93° 20' 47.463" O	-93.34651749	18.01275435	463319.2061	1991630.926
56	18° 0' 48.2188" N	93° 20' 45.5658" O	-93.3459905	18.01339412	463375.1237	1991701.604
57	18° 0' 45.1221" N	93° 20' 42.0756" O	-93.34502099	18.01253391	463477.575	1991606.241
58	18° 0' 43.6751" N	93° 20' 40.4873" O	-93.34457981	18.01213198	463524.1941	1991561.685
59	18° 0' 41.0473" N	93° 20' 42.3972" O	-93.34511034	18.01140203	463467.884	1991481.03
60	18° 0' 40.9278" N	93° 20' 42.542" O	-93.34515056	18.01136883	463463.6196	1991477.364
61	18° 0' 45.6309" N	93° 20' 47.462" O	-93.34651723	18.01267525	463319.2173	1991622.175
62	18° 0' 46.3714" N	93° 20' 48.2484" O	-93.34673565	18.01288093	463296.1383	1991644.974
63	18° 0' 49.85" N	93° 20' 51.873" O	-93.34774251	18.01384721	463189.7568	1991752.08
64	18° 0' 55.3729" N	93° 20' 57.6657" O	-93.34935159	18.01538135	463019.7458	1991922.135
65	18° 0' 56.8175" N	93° 20' 59.1431" O	-93.34976196	18.01578264	462976.3896	1991966.615
66	18° 0' 54.6829" N	93° 21' 0.2955" O	-93.35008209	18.01518969	462942.3785	1991901.076
67	18° 0' 24.3334" N	93° 20' 31.5364" O	-93.34209344	18.00675928	463786.2961	1990966.773
68	18° 0' 22.8966" N	93° 20' 30.113" O	-93.34169806	18.00636015	463828.0705	1990922.538
69	18° 0' 23.7939" N	93° 20' 29.2426" O	-93.34145629	18.00660941	463853.7149	1990950.068
70	18° 0' 23.8626" N	93° 20' 29.2403" O	-93.34145563	18.00662849	463853.788	1990952.179
71	18° 0' 24.2064" N	93° 20' 28.401" O	-93.34122249	18.00672399	463878.488	1990962.7
72	18° 0' 25.0478" N	93° 20' 27.0741" O	-93.34085391	18.00695771	463917.5541	1990988.486
73	18° 0' 28.2938" N	93° 20' 21.7616" O	-93.33937822	18.00785939	464073.953	1991087.959
74	18° 0' 29.0811" N	93° 20' 20.252" O	-93.33895889	18.00807809	464118.3868	1991112.075
75	18° 0' 29.5737" N	93° 20' 19.2315" O	-93.33867541	18.0082149	464148.4241	1991127.156
76	18° 0' 30.1292" N	93° 20' 18.2811" O	-93.33841142	18.00836921	464176.401	1991144.178
77	18° 0' 49.0643" N	93° 19' 50.4489" O	-93.33068026	18.01362897	464995.8531	1991724.629
78	18° 0' 46.9078" N	93° 20' 12.4823" O	-93.33680063	18.01302993	464347.8546	1991659.519
79	18° 0' 33.1275" N	93° 20' 14.5863" O	-93.33738507	18.00920209	464285.2169	1991236.127
80	18° 0' 31.6055" N	93° 20' 6.4077" O	-93.33511324	18.00877931	464525.625	1991188.916
81	18° 0' 31.6963" N	93° 20' 3.2634" O	-93.33423984	18.00880454	464618.0878	1991191.54
82	18° 0' 31.5575" N	93° 20' 1.8596" O	-93.33384988	18.00876596	464659.36	1991187.197
83	18° 0' 30.9156" N	93° 19' 58.8733" O	-93.33302037	18.00858768	464747.1362	1991167.314
84	18° 0' 40.3666" N	93° 19' 59.4784" O	-93.33318844	18.01121296	464729.8666	1991457.801
85	18° 0' 41.4679" N	93° 19' 53.3277" O	-93.33147991	18.01151885	464910.7877	1991491.321
Superficie = 1,730,963.755 m^2Superficie = 252,280.153 m^2						

Tabla I.3 Coordenadas Subestación Elevadora - Datum WGS84, Zona 15.

Vertice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
86	18° 0' 30.9075" N	93° 20' 31.2916" O	-93.34202544	18.00858541	463793.8676	1991168.8
87	18° 0' 27.979" N	93° 20' 31.2859" O	-93.34202387	18.00777195	463793.8676	1991078.8
88	18° 0' 27.9844" N	93° 20' 28.2253" O	-93.34117369	18.00777345	463883.8675	1991078.8
89	18° 0' 30.9129" N	93° 20' 28.2309" O	-93.34117526	18.00858691	463883.8676	1991168.8
Superficie = 8,100 m^2						

Tabla I.4 Coordenadas Subestación Cardenas Dos - Datum WGS84, Zona 15.

Coordenadas Subestación Cardenas Dos - Zona 15 WGS84						
Vertice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
90	17° 59' 48.7286" N	93° 20' 27.151" O	-93.34087526	17.99686904	463913.2407	1989872.303
91	17° 59' 55.2636" N	93° 20' 27.1746" O	-93.34088183	17.99868433	463912.9145	1990073.144
92	17° 59' 55.1599" N	93° 20' 33.953" O	-93.34276472	17.99865553	463713.5765	1990070.324
93	17° 59' 48.7606" N	93° 20' 33.8858" O	-93.34274604	17.99687793	463715.1908	1989873.651

Tabla I.5 Coordenadas Línea de Interconexión - Datum WGS84, Zona 15.

Vértice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
94	18° 0' 28.3457" N	93° 20' 28.2656" O	-93.34118488	18.0078738	463882.7036	1991089.904
95	18° 0' 28.2377" N	93° 20' 27.0952" O	-93.34085977	18.00784379	463917.1133	1991086.521
96	17° 59' 54.1778" N	93° 20' 28.7808" O	-93.34132801	17.99838273	463865.6184	1990039.862
Longitud = 1,082.5 m						

Tabla I.6. Coordenadas DDV Línea de Interconexión - Datum WGS84, Zona 15.

Vértice	Geográficas		Geográficas Decimales		UTM	
	Latitud	Longitud	Longitud	Latitud	X	Y
97	18° 0' 28.5318" N	93° 20' 26.7402" O	-93.34076116	18.0079255	463927.5692	1991095.542
98	18° 0' 28.669" N	93° 20' 28.2266" O	-93.34117406	18.0079636	463883.8676	1991099.838
99	18° 0' 28.0218" N	93° 20' 28.2982" O	-93.34119395	18.00778383	463881.7253	1991079.952
100	18° 0' 27.9435" N	93° 20' 27.4502" O	-93.34095839	18.00776209	463906.6574	1991077.501
101	17° 59' 54.1932" N	93° 20' 29.1205" O	-93.34142237	17.99838701	463855.6305	1990040.354
102	17° 59' 54.1625" N	93° 20' 28.4412" O	-93.34123366	17.99837846	463875.6063	1990039.371
Superficie = 21,648.14 m^2 (incluyendo un área en el interior del predio).						

I.2. Descripción Específica de las Obras y Actividades, Incluyendo Obras Complementarias

De manera general, el proyecto estará divido en 2 áreas fundamentales que abarca una superficie total de 198.31 ha, de las cuales 173.09 ha (1,730,963.755 m^2) corresponden a la Planta Solar Fotovoltaica de 100 MWac /121 MWp) y 25.22 ha (252,280.153 m^2) al Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE). La subestación elevadora ocupa 8,100 m^2 dentro del área PSF. La línea de transmisión para Interconexión del proyecto tiene una longitud aproximada de 1.1 km (1,082.5 m) con una superficie de 2.65 ha (21,648.14 m^2) de las cuales 1.826 ha (18,269.71 m^2) corresponden al Derecho de Vía (DDV) al exterior del predio. De esta forma, la superficie total es de 200.136 ha. Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son soluciones alternativas reales a la diversificación de producción de electricidad, y se caracterizan por ser sistemas no contaminantes que contribuyen a reducir las emisiones de gases nocivos (CO_2, SOx, NOx) a la atmósfera, utilizar recursos locales de energía y evitar la dependencia del mercado exterior del petróleo.

Una instalación fotovoltaica de conexión a red presenta tres subsistemas perfectamente diferenciados, incluidos también en este proyecto:

- Generador fotovoltaico: El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida.
- Sistema de acondicionamiento de potencia: Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos equipos denominados inversores que, basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.
- Sistema de almacenamiento con baterías. Este sistema (BESS de sus siglas en inglés Battery Energy Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico.
- Interfaz de conexión a red. Para poder conectar la instalación fotovoltaica a la red en condiciones adecuadas de seguridad tanto para personas como para los distintos componentes que la configuran, ésta ha de dotarse de las protecciones y elementos de facturación y medida necesarios.

Indicar las obras temporales previstas	
Instalaciones Provisionales, incluyendo:	
	Comedor
Área de oficinas	Estacionamiento
Suministro de Energía	Área de disposición de Residuos
Abastecimiento de Agua Potable	Servicio Médico y Primeros Auxilios
Abastecimiento de Agua Industrial	Señalización
Área destinada a Almacen y Maquinaria	

Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	
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;	El proyecto consiste en la construcción de un conjunto de obras e infraestructura para la generación, almacenamiento y transmisión de energía eléctrica con capacidad mayor a medio MW, incluyendo la construcción de una subestación eléctrica y obras de transmisión eléctrica.

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW. Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.	
O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;	El proyecto se desarrolla en terrenos agrícolas en reposo, donde se identificó la presencia de vegetación forestal arbórea y arbustiva resultante del manejo del terreno orientado a permitir periódicamente la recuperación del suelo durante algunos años antes de reiniciar los cultivos. Por ese motivo, aun cuando el uso de suelo es agrícola, la evaluación arroja que es aplicable esta fracción y se solicita el CUSTF.
R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales…	El proyecto se encuentra en un ecosistema costero en la Llanura Costera del Golfo sur aproximadamente a 20 m snmm. El uso de suelo es agrícola, pero actualmente está en reposo para recuperar la fertilidad del suelo con vegetación secundaria. Aunque el suelo puede estar temporalmente saturado en época de lluvias no presenta vegetación acuática (como juncos y carrizos) que generen hábitats clave para filtrar contaminantes y proteger la fauna.



Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo)	
Etapa	Duración en años, meses o semanas
Preparación del sitio y construcción	18 meses
Operación y/o mantenimiento	30 años
Cierre y abandono de sitio[3]	2 años (abandono sólo si se decide no ampliar la etapa de operación)

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.			
Concepto		Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)[4]	Operación (cantidad y unidades)[4]
Consumo de energía eléctrica		-	Autosuficiente
Consumo de agua		100 m^3/mes	50 l/persona /día
Emisiones de gases de efecto invernadero		No Aplica	No Aplica
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		No Aplica	No Aplica
Generación de residuos	Peligrosos	1.5 t/año	0.5 t/año
	Manejo especial	182.78 t/año	-
	Sólidos urbanos	51 a 102.06 t/año	3.44 t/año
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84		Sin descargas de aguas residuales.	Sin descargas de aguas residuales.
[4]Anexar memorias de cálculo de los datos asentados.			

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

Se calcula que se producirán hasta 102.06 toneladas de basura de tipo urbano (0.63 kg/individuo/día) durante los 18 meses que duran las etapas de preparación y construcción, considerando un máximo de 300 trabajadores. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos será de un estimado de 3 a 3.44 t al año, debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce.

Se generarán alrededor de 182.78 m^3 de residuos de manejo especial (estimación preliminar), provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que parte de este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, rellenado de zanjas, etc.).

La estimación de generación de residuos durante las fases de preparación y construcción sería las siguientes cantidades (durante los 18 meses):

Tabla I.7. Generación de residuos anual durante la etapa de preparación y construcción

Etapa de Preparación y Construcción del proyecto El Veladero.				
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (m^3)**	**Cantidad (toneladas)**	**Observaciones**
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera.	-	24	-
	Papel.	-	0.14	-
	Cartón.	-	1.5	-
	Metales.	-	10	-
	Plásticos (PET).	-	16	-
	Vidrio.	-	0.4	-
	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc).	-	16	-
	Total		**68.04**	102 t en 18 meses
Residuos de manejo especial	Residuos de excavaciones, concreto y escombro.	187	Parte del material de excavación se utilizara para el relleno de las obra necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias	
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas.	-	0.8	-
	Solventes y/o Hidrocarburos.	-	0.6	-
	Aceite usado.	-	0.5	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas.	-	1	-
Total		**150**	**70.94**	

La estimación de generación de residuos anual en fase de operación y mantenimiento sería las siguientes cantidades:

Tabla I.8 Generación de residuos durante la etapa de operación y mantenimiento.

Etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto El Veladero.			
Tipo de residuo	**Nombre**	**Cantidad (Toneladas)**	**Observaciones**
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera	0.5	-
	Papel	0.1	-
	Cartón	0.3	-
	Metales	0.5	-
	Plásticos (PET)	0.6	-
	Vidrio	0.4	-
	Basura municipal (restos de comida)	0.5	-
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas	0.2	-
	Solventes y/o Hidrocarburos	0.1	-
	Aceite usado	0.1	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas	0.1	-
Total		**3.4***	**-**

*Estimación anual

En caso de ser necesario, esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del Proyecto.

Superficies generales del Proyecto		
Concepto	Superficie	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	La superficie total es de 200.136 ha.	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones[5]	Planta de generación solar: 173.09 ha, Sistema de almacenamiento de Energía: 25.22 ha Derecho de vía de la línea eléctrica: 2.65 ha	
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas[6]	0 ha	
Superficie total de vegetación[7]	Existente	Por afectar
	200 ha	200 ha
Superficie de vegetación forestal total[8]	141ha	141 ha
Superficie por cada tipo de vegetación forestal	Existente	Por afectar
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva mediana suboerennifolia y selva mediana perennifolia	141 ha	141 ha
Pastizal inducido	59 ha	59 ha
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	Sin Incidencia en cuerpos de agua.	
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	Sin Incidencia en Zona Federal.	
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	Sin Incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre.	

[5]Considerar las superficies por componente/obra y total que ocuparán las construcciones e instalaciones que contemple el Proyecto.
[6]Incluir las superficies que serán intervenidas pero que no contarán con construcciones o instalaciones definitivas, como campamentos, patio de maniobras, almacenes, bodegas, entre otros.
[7]Incluir la superficie que contenga todo tipo de vegetación (nativa u original, inducida, secundaria, entre otros) dentro del área de intervención o del predio.
[8]Las superficies y polígonos de cambio de uso del suelo deberán ser congruentes con las superficies de los polígonos para la obtención de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

I.3. Información General del Proyecto.

El presente proyecto contempla el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y su hibridación mediante un Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), considerando el aprovechamiento óptimo del recurso energético disponible en el sitio de emplazamiento. Incluye también una línea de transmisión hacia la subestación eléctrica de la CFE Cárdenas Dos. La ingeniería del proyecto se fundamenta en criterios técnicos de confiabilidad, eficiencia y seguridad operativa, incorporando análisis de demanda, evaluación del recurso, selección de tecnología, interconexión eléctrica y cumplimiento normativo aplicable. Asimismo, el proyecto se plantea bajo un enfoque de sostenibilidad y optimización del ciclo de vida, garantizando su viabilidad técnica, operativa y económica en el corto, mediano y largo plazo.

El proyecto se localiza en el municipio de Cárdenas, del estado de Tabasco, específicamente en las coordenadas geográficas 18°01'28.87"N 93°19'53.60"W.



Figura I.1 Ubicación general del Proyecto.

De manera general, el proyecto estará divido en 2 áreas fundamentales: la primera correspondiente a la Planta Solar Fotovoltaica con una superficie 173.09 ha, así como el Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE) en una superficie estimada de 25.22 ha y

por último, el área destinada para la Línea de transmisión para Interconexión del Proyecto con una superficie de 2.65 ha y una longitud aproximada de 1.1 km. Esto representa una superficie total es de 200.136 ha, incluyendo el derecho de vía de la línea de transmisión al exterior del predio.

I.3.1. Acceso al Proyecto

El área del proyecto se localiza a 1.1 km sobre la carretera Federal No. 180 “Coatzacoalcos – Villahermosa” entre el kilómetro 125+000 Y 126+000, a la altura de la Subestación Cárdenas Dos, existe un camino de terracería sin nombre de 1 solo carril (aproximadamente 4.5 m a 5m) que da acceso al área del Proyecto, este camino sin nombre es el acceso que se tiene para el proyecto.

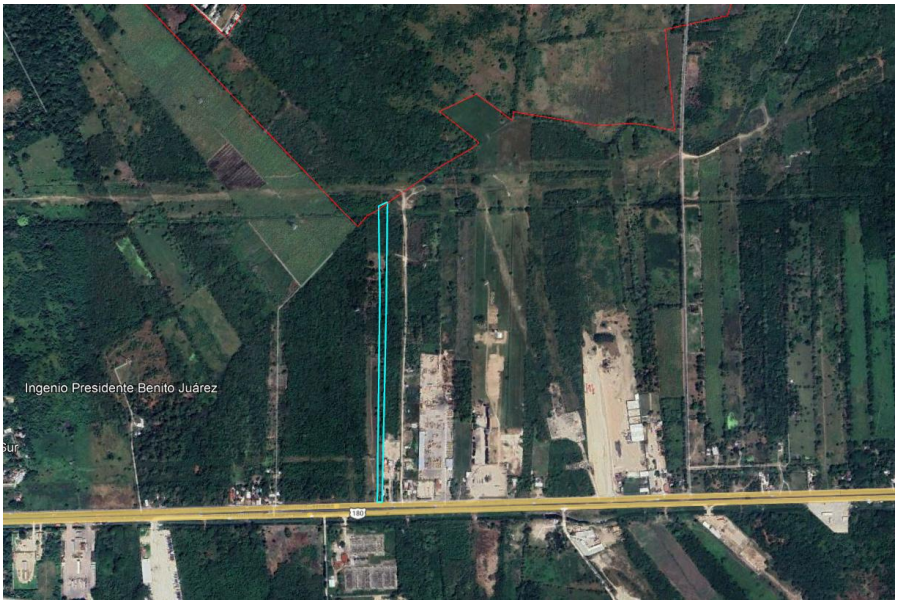


Figura I.2 Ubicación del Camino de acceso.

I.3.2. Descripción del Punto de Interconexión

El sitio de emplazamiento se encuentra dentro de la zona de influencia de la Gerencia de Control Regional Oriental conforme a la regionalización del sistema eléctrico nacional (SEN). La interconexión del proyecto se plantea en la subestación eléctrica Cárdenas DOS (230/115kV), a un nivel de tensión de 115kV, mediante un punto de interconexión ubicado a una distancia aproximada de 1.1km, lo que permite una integración eficiente y confiable al sistema eléctrico, cumpliendo con los criterios técnicos y normativos aplicables en materia de interconexión y operación del sistema.

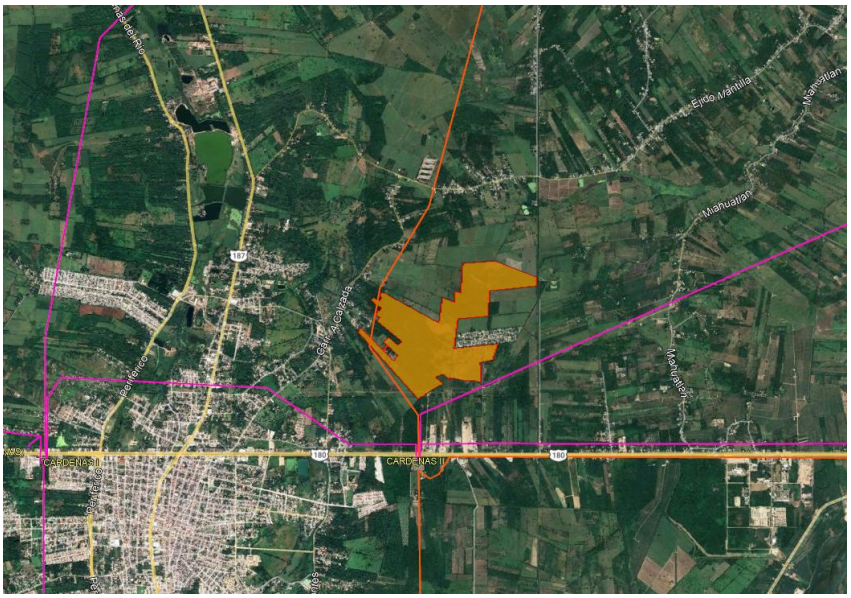


Figura I.3. Ubicación de proyecto.

Las potencias que corresponden al proyecto han sido calculadas con la disponibilidad que hay dentro del terreno, por lo cual se han realizado evaluaciones e inspecciones dentro del proyecto, dando como resultado las siguientes potencias:

1. Potencia instalada neta: 100.00 MWn (Potencia en POI)
2. Capacidad instalada (potencia en inversores): 111.31 MWac
3. Capacidad en CD: 121.68 MWp (Potencia pico)
4. Potencia Instalada para Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE): 30 MWn por 4 horas (120 MWh).

I.4. COMPONENTES PRINCIPALES DEL PROYECTO

Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son soluciones alternativas reales a la diversificación de producción de electricidad, y se caracterizan por ser sistemas no contaminantes que contribuyen a reducir las emisiones de gases nocivos (CO_2, SOx, NOx) a la atmósfera, utilizar recursos locales de energía y evitar la dependencia del mercado exterior del petróleo.

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

- Generador fotovoltaico: El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del Sol en

energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida.

- Sistema de acondicionamiento de potencia: Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos equipos denominados inversores que, basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.
- Interfaz de conexión a red. Para poder conectar la instalación fotovoltaica a la red en condiciones adecuadas de seguridad tanto para personas como para los distintos componentes que la configuran, ésta ha de dotarse de las protecciones y elementos de facturación y medida necesarios.

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

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

I.4.1. Criterios para el diseño de la Central de Generación

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

Tabla I.9 Consideraciones de Partida.

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Trina Solar TSM-DEG21C.20
	Tecnología	-	Bifacial
	Potencia	Wp	650
Estructura Soporte	Tipo	-	NEXTRACKER 1V BIFILA

Elemento	Parámetro	Unidad	
Inversor	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	INGECON SUN 1640TL
	Potencia Activa a 30°/50ºC	kW	1,637 kVa/ 1,473 kVa

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

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

I.4.2. Planta Fotovoltaica

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

La conversión de la energía eléctrica generada en corriente directa a corriente alterna se realizará mediante inversores de última generación, integrados a centros de transformación que permitirán la elevación del nivel de tensión y la adecuada agrupación de circuitos, optimizando la eficiencia del sistema y reduciendo pérdidas eléctricas. La energía producida será conducida hacia una subestación elevadora, donde se realizará la transformación final al nivel de tensión de 115kV para realizar la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), incorporando equipos de protección, control y medición conforme a la normativa vigente.

Adicionalmente, la planta contará con un sistema de monitoreo y control centralizado que permitirá la supervisión en tiempo real del desempeño de los paneles, inversores, centros de transformación y subestación, así como el registro histórico de variables eléctricas y operativas. Este sistema facilitará la detección temprana de fallas, la optimización de la operación y el mantenimiento preventivo, asegurando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la planta fotovoltaica durante toda su vida útil.

I.4.2.1. Paneles Fotovoltaicos

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

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

Una célula FV típica de silicio cristalino genera un voltaje de circuito abierto entorno a los 0.6 V y una corriente de cortocircuito que depende del área de célula (≈ 3 A para un área de 100 cm^2). Debido a su pequeña potencia, las células se asocian en serie y en paralelo en módulos FV, que además aportan un soporte rígido y una protección contra los efectos ambientales. Si la potencia suministrada por un módulo FV no es suficiente para una aplicación determinada se realizan asociaciones serie y paralelo de módulos para formar un generador FV.

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

Tabla I.10 Características del Módulo Fotovoltaico en STC.

Características del Módulo Fotovoltaico	
Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-DEG21C.20
Potencia unitaria de la cara delantera del módulo en condiciones estándar	650W
Tolerancia de Potencia (%)	0~+3%
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP})	37.7V
Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP})	17.27 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{OC})	45.5 V
Intensidad de Cortocircuito (I_{SC})	18.35 A
Eficiencia, η (%)	20.9 %
Dimensiones (mm)	1303*2384*33

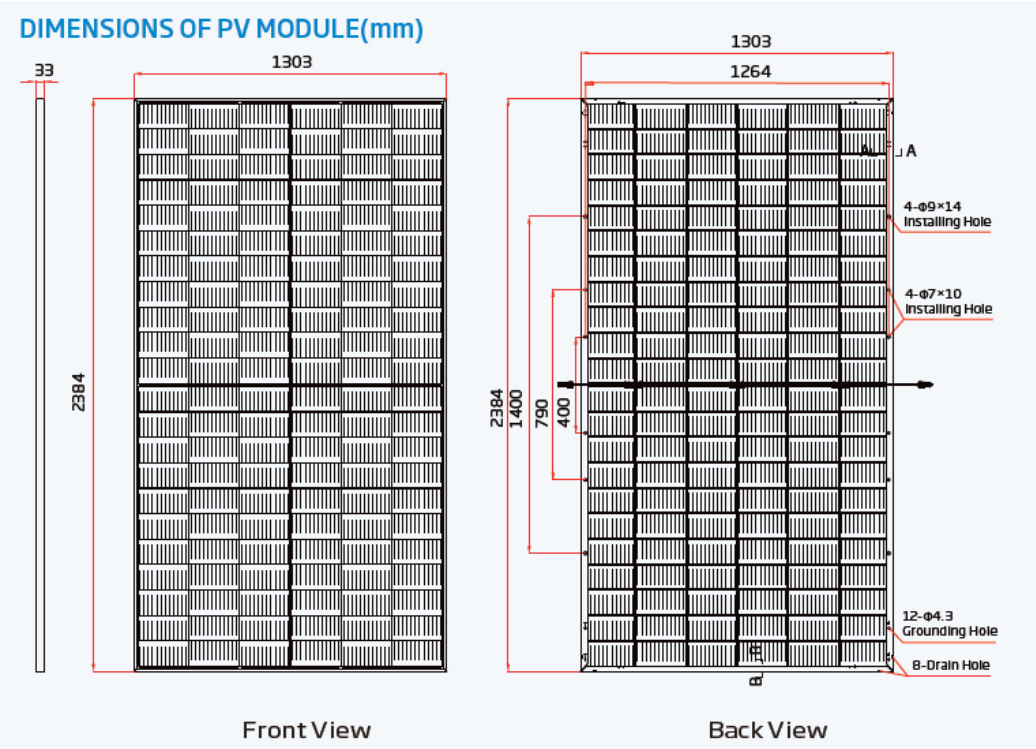


Figura I.4 Dimensiones del Módulo

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

Curvas características

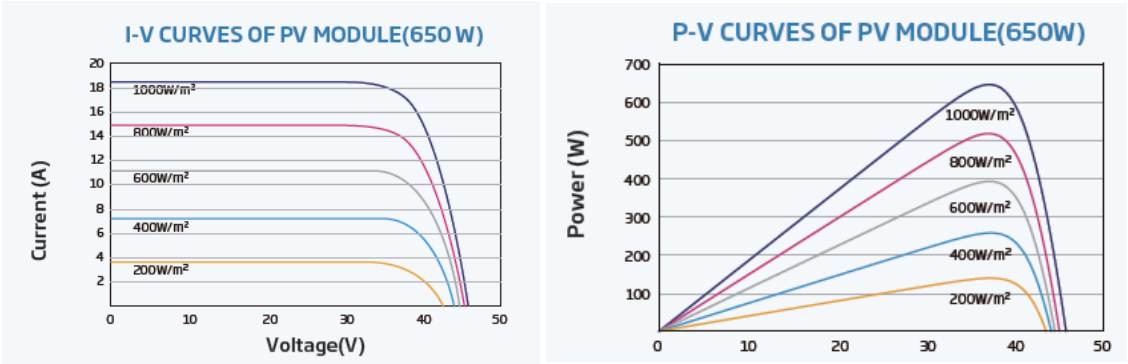


Figura I.5 Curvas Características TSM-NEG19RC20-610W

I.4.2.2. Seguidor y estructura de montaje

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

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

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

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

Este tipo de seguidor solar permite una tolerancia de giro de −60° a +60°, incorporando un sistema de backtracking que optimiza el movimiento de los módulos y evita la generación de sombras entre filas. Durante las horas cercanas a la puesta de sol, el sistema limita o detiene el giro de los seguidores con el fin de prevenir sombreados que podrían afectar el rendimiento energético y la operación del conjunto. En función de este criterio operativo, se ha definido un arreglo geométrico especial de los seguidores, el cual puede observarse en la disposición del Diseño del proyecto.



Figura I.6 Sistema de Seguimiento Solar.

I.4.2.3. Inversores y Centros de Transformación

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

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

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

Tabla I.11 Características del Inversor.

INGECON SUN 1640TL	
Características DC del Inversor	
Rango de tensión MPP	894 – 1,300V
Tensión Máxima	1,500 V
MPPT Independientes	1
Nº de Entradas DC	Hasta 12
Máxima corriente de entrada por MPPT (I_{DC})	De 40A a 350ª en Polo + y -
Eficiencia Máx / Euro	98.9%

INGECON SUN 1640TL	
Rango de Temperatura Ambiente de Operación	-20ºC a 57ºC
Características AC del Inversor	
Potencia nominal (kW)	1,637 kVA @30ºC
Intensidad máxima (A)	1500 A @30ºC
Tensión nominal (V)	360 V
Frecuencia (Hz)	50 Hz / 60 Hz
THD (%)	< 3%
Factor de potencia	0-1 (Leading / Langging)

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100.

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

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada.

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

- Protecciones.
    - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (59Hz-61Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
    - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su

funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático.

- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento.
- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

I.4.2.4. Líneas de Media Tensión

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



Figura I.7 Colocación de cables en tresbolillo.

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

Accesorios

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

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

Terminaciones

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

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

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

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

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

Empalmes

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

Canalizaciones

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

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual

de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

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

ARQUETAS

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

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

I.4.2.5. Protecciones

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

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

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

- Los conductores de DC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.
- Los conductores de corriente alternan estarán protegidos mediante interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.

- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

I.4.2.6. Puesta a tierra

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

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

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

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

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

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

Puesta a Tierra de Protección

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

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y (Media Tensión) MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0.6 m.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, mediante contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura del seguidor a través de la tornillería.

- Puesta a tierra de la estructura del seguidor a través de la conexión de los pilares extremos de cada seguidor a la red de tierras general usando latiguillos de cobre desnudo de 35 mm^2. Además, todos los seguidores de una misma fila irán interconectados entre sí usando latiguillos de cobre aislado de 16 mm^2.

- Puesta a tierra de los inversores centrales usando latiguillos de cobre aislado de 35 mm^2.

- Puesta a tierra de las Estaciones de Potencia, compuesta de una malla de un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 dispuesta bajo la base de la estación de potencia, y enterrada a una profundidad mínima de 0.6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra de la Planta Solar Fotovoltaica.

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

I.4.2.7. Subestación Elevadora

La subestación elevadora constituye el elemento principal de concentración y adecuación de la energía eléctrica generada dentro de la planta fotovoltaica, encargándose de recolectar la potencia proveniente de los centros de transformación e inversores. La energía es conducida hacia un transformador de potencia con una capacidad nominal de 110 MVA, diseñado para operar a un nivel de tensión de 115/34.5 kV. El transformador contará con una configuración de conexión en el lado de alta tensión en estrella sólidamente aterrizada, mientras que el lado de media tensión se dispondrá en conexión delta, garantizando condiciones adecuadas de operación, protección y compatibilidad con el sistema eléctrico al que se interconectará.



Figura I.8 Subestación Particular tipo.

I.4.2.8. Sistema de Monitoreo (Planta FV)

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

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

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

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

- Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada Estación de Potencia.
- Medidores de Facturación.
- Sistema de accionamiento de los trackers.
- Sistema de seguridad.

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

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

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

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

Inversores

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

Estaciones Meteorológicas

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

Cada estación meteorológica deberá disponer como mínimo de los siguientes instrumentos:

- 1 piranómetro para medir la GHI.
- 1 piranómetro para medir la GTI.
- 2 células calibradas para medir la GTI, una de las cuales se limpiará continuamente y otra de ellas con la frecuencia que se limpien los módulos fotovoltaicos, para medir el efecto de la suciedad.
- 2 sensores de temperatura PT100 para medir la temperatura de dos módulos fotovoltaicos.
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Datalogger.

Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración, y los sensores tendrán la mayor precisión disponible en el mercado, no presentando en ningún caso un error en las medidas mayor que el 3%.

Las estaciones meteorológicas estarán conectadas a la red de SSAA para asegurar la continuidad en el suministro de energía, evitando pérdida de datos por descarga de las baterías.

Las comunicaciones se realizarán mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Almacén y Edificio de Control

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

El edificio de control deberá cumplir con las normativas de construcción locales, y contando, al menos, con las siguientes habitaciones (en una sola planta baja):

- Oficina del propietario
- Oficina del contratista/operador
- Oficina de SCADA
- Sala de reuniones
- Comedor
- Sala de comunicaciones
- Caseta de seguridad
- Estacionamiento para vehículos

En cualquier caso, el edificio estará equipado con:

- Instalaciones eléctricas e iluminación
- Sistemas de detección y extinción de incendios
- Sistema anti-intrusión
- Sistemas de ventilación y aire acondicionado
- Sistema sanitario

El almacén de repuestos deberá contar al menos con las siguientes áreas:

- Área de recepción de carga
- Área de estanterías
- Almacenamiento de productos químicos y líquidos inflamables

Los pisos de los edificios serán de hormigón pintado de alta calidad, pulido y no absorbente. Los edificios tendrán todos los elementos necesarios para la accesibilidad de personas con discapacidades físicas o problemas de movilidad.

Servicios auxiliares

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la planta solar fotovoltaica es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación. La energía necesaria será aportada por la misma Planta cuando se encuentre en funcionamiento y por la red en las horas en las que se encuentre fuera de servicio.

Cada centro de transformación contará con un cuadro eléctrico para servicios auxiliares. En este cuadro general se instalarán las salidas y protecciones para los diferentes circuitos: circuitos de iluminación, tomas de fuerza, cuadros de monitorización, cuadros auxiliares, etc. Estará dimensionado, además, con salidas de reserva para posibles ampliaciones. Todos los circuitos se protegerán adecuadamente con un interruptor automático y un interruptor diferencial, si es necesario.

Para las líneas de alimentación de corriente alterna en baja tensión se utilizará cable de cobre RV-K 0.6/1 (1.2) kV AC con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) a 90ºC. La sección del conductor se elige teniendo en cuenta los siguientes criterios: intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

I.4.3. Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE)

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

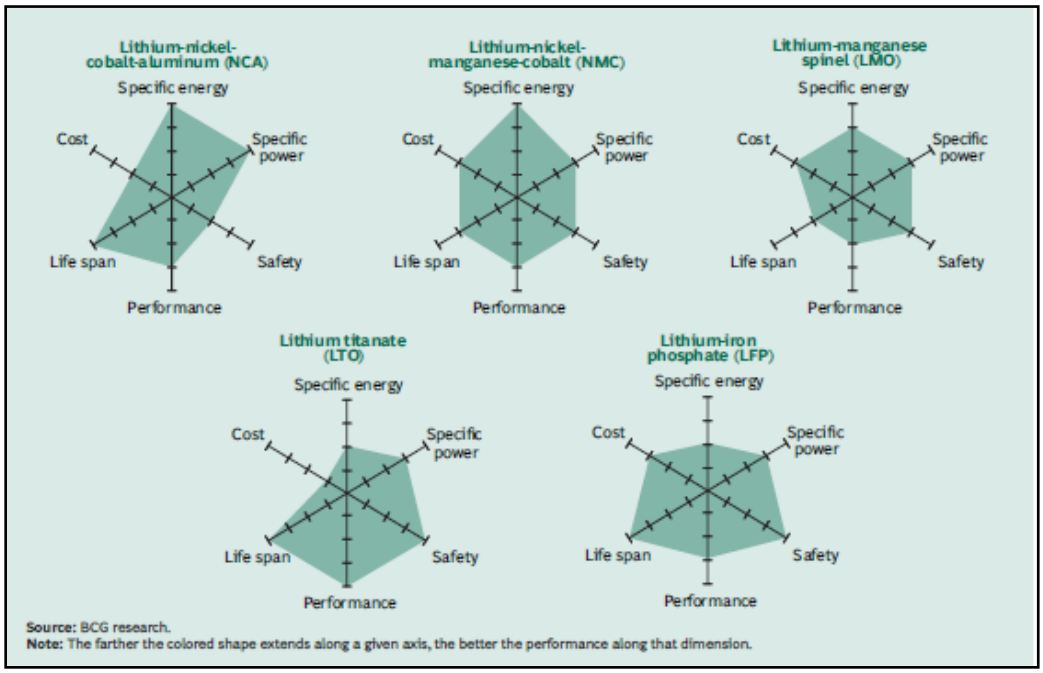


Figura I.9. Principales características de Tecnologías Ion-Litio

En adelante, se describirá la configuración típica de un sistema BESS. Independientemente de la tecnología de baterías empleada, un sistema BESS se compone de los siguientes subsistemas:

1. Sistema de baterías (BS)
2. Sistema de conversión de energía (PCS)
3. Sistema de gestión de la energía (EMS)
4. Sistemas auxiliares (AS)
5. Envolventes e interconexiones

En la Figura I.10 puede observarse la configuración típica de un sistema BESS y la conexión de los subsistemas enumerados:

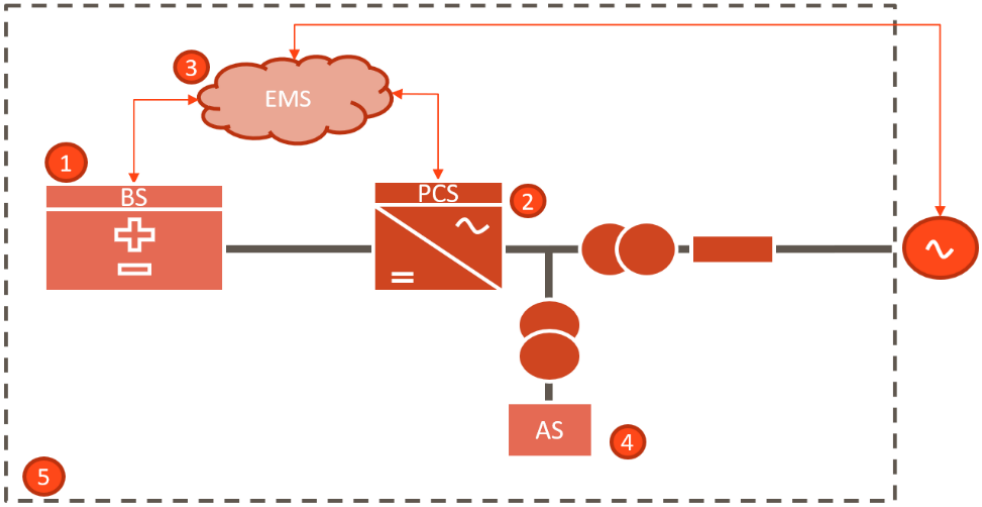


Figura I.10 Configuración típica de un sistema BESS.

1. **Sistema de Baterías**: Representa el núcleo del sistema BESS ya que es el sistema encargado de acumular la energía. Se compone principalmente de:

- Racks de baterías: Suelen componerse de los módulos de baterías conectados en serie hasta alcanzar la tensión de bus de corriente continua. Los módulos de batería a su vez constan de celdas conectadas en configuración serie-paralelo. Los racks de baterías además suelen disponer de un módulo de control y protección. Los racks pueden ser de instalación interior o exterior y disponer de refrigeración propia por aire o líquido.

- Sistema de control y monitorización de batería (BMS de sus siglas en inglés *Battery Management System*). Normalmente es una tarjeta electrónica que se encarga de monitorizar todas las variables del sistema como temperaturas, tensión de celda, corrientes, estado de carga (SOC) y de salud de las baterías (SOH). Además, ejerce una función de protección software ante sobretensiones o sobrecargas indeseadas en la operación de las baterías.

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

- Convertidor bidireccional CA/CC
- Convertidor CC/CC bidireccional

La mayoría de los PCS típicos son convertidores CA/CC a no ser que el sistema BESS se acople a una planta renovable en CC. Similares a los inversores fotovoltaicos a nivel de hardware, convierten la energía CC acumulada en las baterías hacia la red en CA y viceversa cumpliendo con los modos de operación requeridos y los requisitos de códigos de red, y permitiendo un control desacoplado tanto de la potencia activa (P) como de la potencia reactiva (Q).

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

- Integrar los requisitos del Código de red
- Monitorización del BESS (SCADA)
- Realizar los controles necesarios en el punto de conexión
- Comunicarse con el operador del sistema
- Gestión del PCS y la BMS
- Gestión del SOC de baterías
- Supervisar la degradación del sistema (SOH)
- Optimizar la operación de la batería en el mercado eléctrico

Suele constar de:

- Hardware y software para ejecutar algoritmos de control, normalmente un PLC.
- SCADA para monitorear el BESS. Normalmente un software integrado en un PC industrial.

En el caso de plantas híbridas con baterías y generación renovable es necesario que cada planta tenga su propio sistema de control independiente. No obstante, de cara a la integración, uno de los dos sistemas será esclavo de otro, encargándose de gestionar de manera global la energía y limitando las funciones sobre el resto de los sistemas de control.

4. **Sistemas auxiliares**: Los sistemas auxiliares son los encargados de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema. Es una parte no menor, ya que su diseño y control pueden ser claves para mantener el rendimiento y seguridad del sistema. Principalmente

constan de sistemas de refrigeración (HVAC), de detección y extinción de incendios (PCI) y sistemas de respaldo o SAIs.

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

Finalmente, a continuación, se enumeran los principales parámetros que caracterizan a un sistema BESS:

- Potencia nominal
- Energía nominal
- Relación entre Potencia y Energía: P_{rate}
- Profundidad de descarga (DOD de sus siglas en inglés Depth of Discharge)
- Estado de carga (SOC de sus siglas en inglés State of Charge)
- Estado de Salud (SOH de sus siglas en inglés State of Health)
- Eficiencia de carga y descarga (RTE de sus siglas en inglés Round-Trip Efficiency)

I.4.4. Equipo BESS

El dimensionamiento del Sistema SAE ha sido analizado para cumplir con los requerimientos necesarios dentro del RNT y cumpliendo los estándares internacionales, por lo que el diseño efectuado por Grenergy.

I.5. Sistema de Evacuación e Interconexión

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

El diseño y dimensionamiento de la infraestructura de evacuación se realizará con base en los resultados de los Estudios de Interconexión en sus modalidades Indicativa e Impacto, considerando los niveles de tensión, capacidades térmicas, criterios de confiabilidad, límites

operativos y requerimientos técnicos establecidos por el **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)**, así como las disposiciones regulatorias emitidas por la **Comisión Nacional de Energía (CNE)** y la normatividad técnica aplicable.

Asimismo, la infraestructura de evacuación será diseñada para garantizar la compatibilidad eléctrica y operativa con la red existente, minimizando pérdidas eléctricas, impactos al sistema y restricciones de despacho, e incorporando esquemas de protección, control y supervisión que aseguren una operación segura y continua. La configuración final, trazado, longitud, nivel de tensión y características técnicas de dicha infraestructura quedarán sujetos a la aprobación de las autoridades competentes y a la obtención de los permisos y derechos de paso correspondientes.

I.5.1. Línea de Interconexión.

La energía eléctrica generada por la Planta Fotovoltaica será evacuada a través de una línea de transmisión aérea con una longitud aproximada de 1.11 km, configurada en un solo circuito y diseñada para operar a un nivel de tensión de 115 kV. La línea estará conformada por un conductor por fase, tipo ACSR, calibre 1113 kcmil, seleccionado con base en criterios de capacidad térmica, pérdidas eléctricas y compatibilidad con el sistema eléctrico receptor.

El trazado de la línea se extiende desde la Subestación Particular del proyecto hasta la Subestación Cardenas Dos, garantizando una conexión directa y eficiente al punto de interconexión definido. Para su implementación, se emplearán estructuras con **Postes Troncocónicos** diseñadas para un circuito de 115 kV, las cuales cumplirán con los requerimientos mecánicos, eléctricos y de seguridad establecidos en la normatividad técnica aplicable, considerando las condiciones topográficas, Disponibilidad de Derecho de Vía (DDV), ambientales y de cargas de viento de la zona.

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

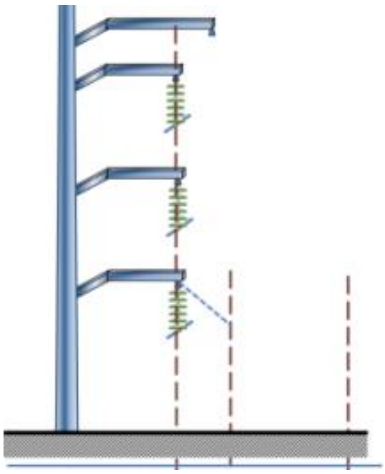


Figura I.11 Silueta de Poste troncocónico para el proyecto.

I.5.2. Subestación de Interconexión

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

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

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

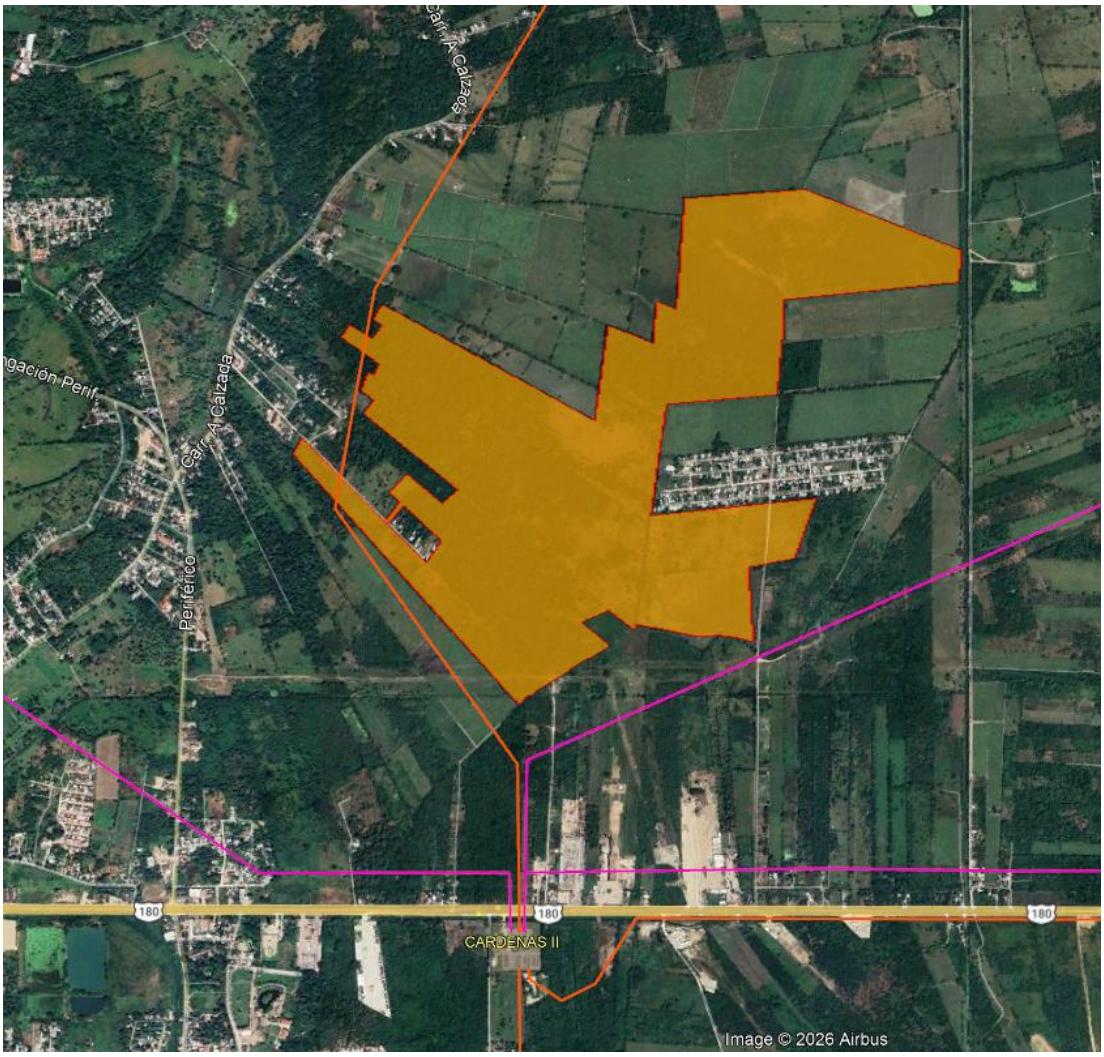


Figura I.12 Punto de Interconexión al SEN.

I.6. Layout General de la Central Eléctrica

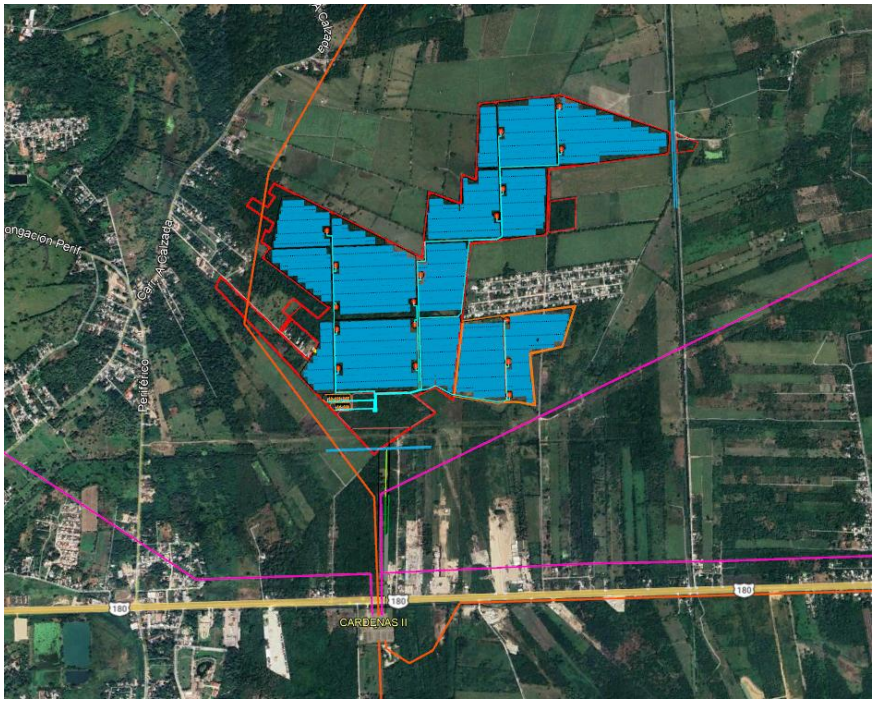


Figura I.13 Layout de la Planta FV.

I.7. Fase Desarrollo Proyecto

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

A nivel federal, el proyecto debe tramitar las autorizaciones ambientales correspondientes, incluyendo la **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)** ante la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**, así como, en su caso, estudios específicos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la **Manifestación de Impacto Social del Sector Eléctrico (MISSE)**. De igual forma, se gestionan las autorizaciones del **Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)** para la liberación arqueológica del predio, los permisos ante la **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)** en caso de afectaciones a cauces, zonas federales o cuerpos de agua, así como los permisos y opiniones técnicas ante dependencias relacionadas con infraestructura federal, tales como la **Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT)** para cruces con carreteras o derechos de vía federales.

En materia energética, el proyecto debe cumplir con los requisitos establecidos por la **Secretaría de Energía (SENER)** y la **Comisión Nacional de Energía (CNE)**, así como obtener los Estudios de Interconexión en sus modalidades Indicativa e Impacto, evaluados por el **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)**. Estos estudios definen las condiciones técnicas, el punto de interconexión, la infraestructura de evacuación y las posibles obras adicionales requeridas para la integración del proyecto al Sistema Eléctrico Nacional. Asimismo, cuando el proyecto se ubica dentro de zonas de influencia aeronáutica, se deben gestionar las autorizaciones correspondientes ante la **Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC).**

A nivel estatal, el desarrollo del proyecto contempla la obtención de permisos y dictámenes en materia de impacto ambiental local, tales como la **Evaluación Técnica Justificativa (ETJ)**, el **Estudio Técnico (ET)** y el **Programa de Vigilancia Ambiental y Social (PVAS)**, así como las autorizaciones para cruces especiales con infraestructura existente, incluyendo líneas de telecomunicaciones, gasoductos, oleoductos, acueductos y otras instalaciones estratégicas. Estas gestiones se realizan ante las dependencias estatales competentes, en coordinación con los propietarios y operadores de la infraestructura afectada.

En el ámbito municipal, el proyecto requiere la obtención de licencias y autorizaciones clave, tales como la Licencia de Uso de Suelo, la Licencia de Construcción, permisos de movimiento de tierras y la gestión de derechos de paso para accesos, caminos, carreteras y vialidades locales. Adicionalmente, se formalizan convenios con propietarios privados, ejidos o comunidades para la ocupación superficial, servidumbres de paso y uso de predios destinados a la planta, subestación y líneas de evacuación.

De manera paralela, el desarrollo del proyecto incluye la ejecución de estudios técnicos especializados, tales como topografía, geotecnia, hidrología, recurso solar, ingeniería básica y de detalle, así como la estructuración legal, financiera y contractual necesaria para asegurar su bancabilidad. La consolidación de todos estos permisos, autorizaciones, estudios y derechos permite llevar el proyecto a una condición de **Ready to Build (RTB)**, garantizando que cumple con la normativa aplicable y que cuenta con las condiciones técnicas, legales y sociales necesarias para iniciar su etapa de construcción.

I.8. Fase Construcción

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

Trabajos Preliminares

Los trabajos preliminares contemplan la instalación de la infraestructura temporal necesaria para el desarrollo de las actividades constructivas. Esto incluye la habilitación de instalaciones provisionales para oficinas, bodegas, talleres y servicios auxiliares, así como el suministro temporal de energía eléctrica y el abastecimiento de agua potable e industrial para uso en obra. Asimismo, se habilitarán áreas específicas para almacén de materiales y maquinaria, zonas de comedor, estacionamientos para personal y maquinaria, y se implementará un sistema integral para la disposición y manejo de residuos conforme a la normatividad ambiental aplicable. Adicionalmente, se establecerán servicios médicos y de primeros auxilios en sitio, así como la señalización preventiva, informativa y restrictiva necesaria para garantizar la seguridad del personal y el control de accesos durante toda la fase constructiva.

Obra Civil

La obra civil comprende las actividades relacionadas con la preparación del terreno y el desarrollo de la infraestructura permanente del proyecto. Estas actividades incluyen la preparación del sitio y el movimiento de tierras, la delimitación del polígono del proyecto y su vallado perimetral, la construcción y adecuación de viales internos, accesos y caminos de servicio, así como la implementación de sistemas de drenaje pluvial para el control de escurrimientos.

De igual forma, se ejecutarán canalizaciones subterráneas, registros eléctricos, cimentaciones para estructuras, inversores, centros de transformación y equipos asociados, así como la construcción del edificio de control y la subestación elevadora. La obra civil también contempla la ejecución de la línea de interconexión y los accesos definitivos al sitio, garantizando la estabilidad, durabilidad y funcionalidad de la infraestructura conforme a los criterios técnicos del proyecto.

Obra Electromecánica

La obra electromecánica incluye la instalación de los sistemas de soporte y generación de energía. Estas actividades comprenden el hincado o instalación de las estructuras para seguidores solares, la realización de pruebas de instalación y alineación, así como el montaje de los módulos fotovoltaicos conforme al diseño aprobado. Asimismo, se llevará a cabo el montaje de los inversores y centros de transformación, asegurando su correcta fijación, conexión mecánica y compatibilidad con la infraestructura civil y eléctrica previamente ejecutada.

Obra Eléctrica

La obra eléctrica abarca la ejecución de las instalaciones en corriente directa y corriente alterna necesarias para la operación del proyecto. Esto incluye el tendido de cables de baja tensión (BT), la instalación de cajas combinadoras, el tendido de cables de media tensión (MT) y alta tensión (AT), así como la interconexión de los distintos sistemas eléctricos del

proyecto. Finalmente, se realizarán las pruebas de conexión, continuidad, aislamiento y funcionalidad de los sistemas eléctricos, garantizando el cumplimiento de los criterios técnicos, de seguridad y normativos requeridos para la energización y puesta en servicio del proyecto.

I.9. Trabajos Preliminares

I.9.1. Instalaciones Provisionales

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales. Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Instalación Fotovoltaica, los trabajos para la Instalación de almacenamiento y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto. Estas instalaciones provisionales, también conocidas como campamento de obra/faenas o site camp, son:

- Área de Oficinas, que incluye:
    - Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas. Incluirán salas de reuniones.
    - Centro de Primeros Auxilios.
    - Vestuarios y áreas de aseo: Incluyen baños y aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
    - Comedor con cocina: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
    - Áreas de descanso.
- Estacionamientos: para vehículos y maquinaria de obra.
- Área de control a los accesos al área de campamento.
- Zonas de descarga de material.
- Almacén de materiales y herramientas / taller de trabajo: Para el acopio y almacenamiento de pequeña herramienta y material de obra y oficina, así como para realizar pequeños trabajos de carpintería y herrería.
- Zonas de acopio: Se dimensionarán varias zonas de acopio de materiales al aire libre. Entre los materiales a almacenar se incluyen, por ejemplo, gasolina para los vehículos de obra y agua para la construcción. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedarán previstas zonas de acopio de residuos

clasificados en función de su peligrosidad y separados por su propio vallado perimetral.

- Área para grupo electrógeno.
- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

Además, los campamentos contarán con las siguientes infraestructuras, levantadas según normativa internacional y local:

- Sistema de detección y contra incendios.
- Sistema de iluminación exterior e interior.
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de protección contra rayos.
- Sistema de agua sanitaria.
- Sistema de vigilancia.

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo con el desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras de la Planta fotovoltaica y el BESS, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

I.9.2. Suministro de Energía

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

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

bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

I.9.3. Abastecimiento de Agua Potable

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

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

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

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

I.9.4. Abastecimiento de Agua Industrial

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

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

Se considera un consumo estimado de 0,5 m^3/día de este material.

I.9.5. Área destinada a Almacen y Maquinaria

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

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

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

I.9.6. Comedor

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

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

I.9.7. Estacionamiento

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

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

I.9.8. Disposición de Residuos

Para el manejo de todos los residuos generados se contara con un programa de manejo que deberá ser observado por los contratistas responsables de la construcción y posteriormente por la administración del parque solar.

Los residuos de la construcción, incluyendo los de tipo urbano-municipal y los de manejo especial serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

Los residuos clasificados como peligrosos en este proyecto solo incluyen grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso. Estos residuos peligrosos serán almacenados temporalmente en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

I.9.9. Servicio Médico y Primeros Auxilios

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

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

I.9.10. Señalización

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

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

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

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

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

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

I.10. Obra Civil

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

- Preparación del terreno y movimientos de tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Camino de acceso al proyecto
- Sistema de drenaje.
- Vallado perimetral.
- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.

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

Ejecución del Edificio de Control y del Almacén de Repuestos.

I.10.1. Preparación del Terreno y Movimiento de Tierras

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

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

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

Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

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

I.10.2. Camino de Acceso

Con la finalidad de garantizar el acceso seguro y continuo a las diferentes áreas de trabajo durante la etapa de construcción y O&M del proyecto fotovoltaico, se contempla la habilitación y acondicionamiento del camino de acceso que permita el tránsito eficiente de personal, maquinaria, equipos y materiales requeridos para la ejecución de las obras. La planificación de este camino considera las condiciones topográficas existentes, la configuración del terreno y las necesidades logísticas propias del desarrollo del proyecto.

Los caminos proyectados serán predominantemente de terracería, privilegiando en todo momento el aprovechamiento de las condiciones naturales del sitio y minimizando las modificaciones al terreno existente. Las actividades de habilitación consistirán principalmente en despalme puntual, limpieza, conformación superficial, nivelación local y compactación del terreno natural, ejecutándose únicamente las mejoras necesarias para garantizar condiciones adecuadas de transitabilidad y seguridad operacional.

En aquellos sectores donde las características geotécnicas o las condiciones del terreno presenten limitaciones para el tránsito continuo de vehículos pesados y maquinaria de construcción, podrán implementarse medidas de mejoramiento de suelo de manera localizada, incluyendo aporte de material de banco, conformación de capas de subrasante, compactación adicional o estabilización puntual, dependiendo de las condiciones encontradas durante la ejecución de obra. Dichas intervenciones serán limitadas a las áreas estrictamente necesarias, procurando reducir movimientos de tierra excesivos y minimizar la alteración del entorno natural.

La geometría y sección transversal de los caminos se definirán considerando los requerimientos de circulación de vehículos de carga, grúas, equipos de instalación y transporte de componentes fotovoltaicos, incorporando pendientes, radios de giro y anchos suficientes para mantener condiciones operativas seguras. Asimismo, se prevé la implementación de obras menores de drenaje superficial y control de escurrimientos cuando

las condiciones del sitio así lo requieran, con el propósito de preservar la estabilidad de la superficie de rodamiento y reducir procesos erosivos.

La habilitación de los caminos de acceso constituye una actividad fundamental para la logística constructiva del proyecto, permitiendo la movilidad interna, el suministro de materiales y la ejecución ordenada de las actividades subsecuentes, manteniendo al mismo tiempo una intervención racional sobre las condiciones naturales del terreno.

I.10.3. Delimitación de Proyecto y Vallado

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

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

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

I.10.4. Viales

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

Todos los Centros de Transformación deberán estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 1,5 m alrededor de los CT, sin pendiente, y también se dejará unos caminos de 3 m para la mantención de los equipos alrededor de los CT.

Los viales de la Planta serán, como mínimo, de 4 m de ancho, y estarán compuestos por una subrasante, capa de mejoramiento, subbase granular, base y revestimiento, que deberán cumplir con la normativa vigente de la SCT/SCIT.

Para un camino de terracería (camino revestido) por donde circularán camiones de 12 a 20 t, la “sección tipo” que normalmente se justifica con normativa SCT/SICT (Normas IMT) incluye estas capas (de abajo hacia arriba), y su función:

1) Subrasante (terreno de desplante) preparada y compactada: terreno natural o terraplén ya conformado (corte/relleno), afinada, nivelada y compactada.2) Capa de mejoramiento / estabilizada

3) Subbase granular: capa granular que va sobre la subrasante y sirve de apoyo/“colchón” para la base.

4) Base (recomendable base hidráulica para este nivel de carga): capa granular de mayor calidad y rigidez (mejor soporte y menor deformación).

5) Revestimiento (superficie de rodamiento en terracería): capa superior pétrea seleccionada que da la superficie de rodamiento (camino “revestido”, no pavimentado).

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Solar Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en concreto para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso al proyecto, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 6 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria. De igual manera se adecuarán los caminos existentes hasta llegar a los caminos de acceso propios de la planta, proporcionándoles un ancho mínimo de 5 metros.

I.10.5. Sistema de Drenajes

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

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

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

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

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

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

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

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

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

I.10.6. Canalizaciones

Canalizaciones de Baja Tensión

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

- Zanja compartida por cables que conectan los strings con los inversores string, denominado cable solar (Cu), y por cables que conectan los inversores de string con los centros de transformación, denominado Cable BT (Al).

  - El cableado solar (Cu) circulará por interior de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), con un máximo de seis (6) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja.

- El cableado BT (Al) irá directamente enterrado a un mínimo de 0,70 m de profundidad, con un máximo de 8 circuitos separados 0,25 m.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar, se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

- Zanja por la que solo discurrirá el cableado solar (Cu) que conecta los strings con los inversores string. Los cables irán por interior de tubos a un mínimo de 0,50 m de profundidad, y un máximo de seis (6) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables. Posteriormente, sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,05 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,25 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

- Zanja por la que solo discurrirá el cableado de BT (Al) que conecta los inversores string con los centros de transformación. Los cables irán directamente enterrados a un mínimo de 0,70 m de profundidad y con un máximo de 8 circuitos por zanja separados 0,25 m. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Aparte de estos dos tipos de zanjas, en caso de que aplique, distinguir los tramos de zanjas que discurren bajo caminos, cauces y otros elementos que puedan discurrir por la zona de implantación del Proyecto. En estos tipos de zanjas se sustituirán las capas de arena por hormigón, los circuitos irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y, dependiendo del elemento bajo el que discurran, su profundidad y distribución variará para cumplir con las diferentes normativas aplicables.

El trazado será lo más rectilíneo posible, y a poder ser separados lo máximo posible de las cimentaciones de los seguidores. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

Canalizaciones de Media Tensión

El cableado de media tensión (MT) de la Planta tendrá que llegar desde las estaciones de potencia de la Planta hasta la Subestación Elevadora.

Discurrirán directamente enterrados en zanjas de un mínimo de 1,10 m de profundidad con una separación de 0,20 m entre circuitos. En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,05 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables que vaya a mayor profundidad. Posteriormente se añadirá una capa de unos 0,20 m de arena y se colocará la siguiente file de cables. Sobre la fila de cables superior se dejará otra capa de arena compactada. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0,30 m de tierra compactada.

En aquellos tramos de canalizaciones que discurran bajo caminos, cauces y otros elementos que puedan discurrir por la zona de implantación del Proyecto, los cables irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y las capas de arena se sustituirán por hormigón. Dependiendo del elemento bajo el que discurran, su profundidad y distribución variará para cumplir con las diferentes normativas aplicables.

Canalizaciones de Red de Tierras

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

Para la zanja de red de tierras, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará el conductor de tierra. Posteriormente se dejará una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Canalizaciones de Comunicaciones

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

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

Distribución de las Canalizaciones

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

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

I.10.7. Cimentaciones

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

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

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

A la hora de la de ejecutar las cimentaciones se cumplirá con las siguientes fases y características:

- Preparación del Terreno: En primer lugar, remoción de los primeros 10-30 cm de terrenos. Posteriormente, excavación debajo de la capa superficial (dependerá del nivel final al cual se quiere dejar el Centro de Transformación y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc)). Finalmente, compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación Md=300 kg/cm2
- Capa Base: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 70mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=800 Kg/cm^2. La capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm.
- Hormigón: La cimentación del centro de transformación será una losa de hormigón reforzado. La losa tendrá un espesor mínimo que depende del nivel final al cual se quiere dejar el CT y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc).
- Capa Superficial: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 30mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=1000 Kg/cm^2. La capa

tendrá un espesor mínimo de 10 cm por arriba del hormigón y será aplicado también alrededor del centro de transformación.

Respecto a la cimentación del centro de control, esta debe permitir el paso del cableado y de las canalizaciones de agua hacia el interior del edificio. De acuerdo con el espacio requerido para la canalización, las aberturas serán realizadas con tuberías de PVC, tubos corrugados o conductos embebidos en el hormigón.

Las cimentaciones tendrán que cumplir con las especificaciones detalladas arriba y su definición en detalle se realizará en el proyecto constructivo una vez estén definidos todos los parámetros geotécnicos, obtenido del Estudio Geotécnico, y todos los equipos a instalar.

I.10.8. Edificio de Control

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

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

- Sala de Control: Oficina totalmente equipada y de al menos 29 m^2. Incluirá al menos 2 puestos de trabajo totalmente equipados, estanterías para documentación, sala de reuniones con capacidad para 6 personas y cocina/sala de descanso con todo el mobiliario necesario para 2 personas.
- Vestuarios: Vestuarios para hombres y mujeres de 20m² con capacidad para al menos 2 personas. Incluirá zona para cambios de ropa, aseos, taquillas y duchas.
- Almacén temporal de Residuos Peligrosos: Área de al menos 9,6 m² destinada únicamente al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados durante la explotación de la Planta, antes de su entrega al gestor de residuos autorizado correspondiente, cuya presencia no debe interferir el funcionamiento del resto del Almacén.
- Sala Almacén: Planta rectangular de al menos 44 m² y superficies de estantes para almacenamiento de consumibles, además de banco de trabajo dotado de herramientas.

En cualquier caso, el edificio contará con:

- Instalaciones eléctricas y de iluminación.
- Sistemas de detección y extinción de incendios.
- Sistema anti-intrusión.
- Ventilación y aire acondicionado.

- Sistema sanitario.

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

- Área para almacenamiento de módulos: al menos 250 módulos en 5x2 palés en dos alturas.
- Área para almacenamiento de ejes de seguidores: al menos 25 ejes de seguidor en tres alturas.
- Área para almacenamiento de postes de hinca: al menos 25 postes de hinca en tres alturas.

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

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

I.10.9. Subestación Elevadora

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

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

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

anclajes y elementos embebidos, verificando alineación, recubrimientos y anclajes antes del colado del concreto.

El colado de las cimentaciones se realiza con concreto de la resistencia especificada, asegurando una adecuada compactación y vibrado para evitar oquedades, así como un curado controlado que permita alcanzar las resistencias de diseño. Una vez fraguado el concreto, se llevan a cabo los trabajos de relleno y compactación alrededor de las cimentaciones, garantizando la estabilidad y continuidad de la plataforma.

De manera paralela o posterior a las cimentaciones, se ejecuta el sistema de puesta a tierra de la subestación, el cual incluye la instalación de la malla de tierra, electrodos, conductores y conexiones equipotenciales, conforme al diseño eléctrico aprobado. Asimismo, se construyen los sistemas de drenaje pluvial y control de escurrimientos para proteger las instalaciones, evitando encharcamientos o erosión del terreno.

Finalmente, se realizan las canalizaciones subterráneas y registros necesarios para el tendido de cables de potencia, control y comunicaciones, asegurando la correcta protección mecánica, separación de servicios y accesibilidad para operación y mantenimiento. Concluidos estos trabajos, el área de la subestación queda preparada para el inicio de las actividades de montaje electromecánico y eléctrico, cumpliendo con los criterios técnicos, de seguridad y calidad establecidos para el proyecto.

I.10.10. Línea de Interconexión

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

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

Concluida la etapa de cimentación y alcanzada la resistencia requerida del concreto, se realizará el montaje de las torres auto soportadas, el cual podrá llevarse a cabo mediante ensamblaje en sitio o preensamblaje parcial, utilizando equipo de izaje adecuado. Posteriormente, se efectuarán los trabajos de nivelación, plomeo y fijación definitiva de las

estructuras, verificando el cumplimiento de las tolerancias establecidas en la ingeniería. Finalmente, se ejecutarán las inspecciones y verificaciones correspondientes, previas al tendido de conductores, asegurando que las torres cumplan con los criterios de calidad, seguridad y normatividad aplicable.

I.10.11. Accesos

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

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

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

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

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

I.11. Obra Electromecánica

I.11.1. Hincado de Estructura para Seguidor

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes fijados a las fundaciones. El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.
El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas



Figura I.14 Montaje de Estructura de soporte para seguidor solar.

I.11.2. Pruebas de Instalación

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

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

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



Figura I.15 Prueba de Verticalidad

I.11.3. Montaje de módulos fotovoltaicos

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

Los módulos fotovoltaicos se colocan de manera secuencial sobre las mesas del tracker, respetando la orientación, separación y configuración definidas en el diseño del proyecto. La fijación de los módulos se efectúa mediante el uso de herrajes, grapas y elementos de

sujeción especificados, aplicando los torques de apriete recomendados para evitar esfuerzos mecánicos indebidos o daños en los marcos de los módulos. Durante esta etapa se verifica la correcta posición de cada módulo, asegurando su alineación longitudinal y transversal dentro de la mesa.

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

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



Figura I.16 Instalación de Módulos FV.

I.11.4. Montaje Inversores y Centros de Transformación

Para la instalación y montaje de los inversores y Centros de Transformación, se realizarán previamente los trabajos de adecuación del terreno en las áreas destinadas para su emplazamiento, asegurando superficies niveladas, compactadas y con la capacidad

portante requerida, conforme a la ingeniería del proyecto. Estas actividades permitirán garantizar el correcto asentamiento de los equipos y su estabilidad durante la operación.

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

Una vez colocados los equipos en su posición definitiva, se procederá a su fijación mecánica y a la conexión eléctrica correspondiente, asegurando la correcta integración de los inversores y Centros de Transformación al sistema fotovoltaico. Durante esta etapa se realizarán verificaciones e inspecciones de calidad para confirmar que la instalación se haya ejecutado de manera segura, conforme a la normativa aplicable y a las recomendaciones del fabricante, garantizando el correcto funcionamiento y confiabilidad del sistema.



Figura I.17 Montaje de Centro de Transformación e Inversores.

I.12. Obra Eléctrica

I.12.1. Tendido de Cables de BT

El tendido de cables de Baja Tensión para los paneles fotovoltaicos se realizará una vez concluido el montaje mecánico de los módulos y verificada la correcta instalación de las estructuras de soporte. Estas actividades se ejecutarán conforme a la ingeniería eléctrica

aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, herramientas y equipos apropiados para evitar daños a los conductores y a los componentes del sistema.

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

El tendido de los cables se realizará de manera ordenada y continua desde los módulos fotovoltaicos hasta las cajas combinadoras correspondientes, verificando la correcta identificación de circuitos, polaridad y continuidad eléctrica. Una vez concluida la instalación, se efectuarán inspecciones visuales y pruebas eléctricas básicas, tales como continuidad y verificación de polaridad, con el fin de asegurar que el cableado de Baja Tensión cumpla con las especificaciones técnicas, normativas y de calidad establecidas para el proyecto.

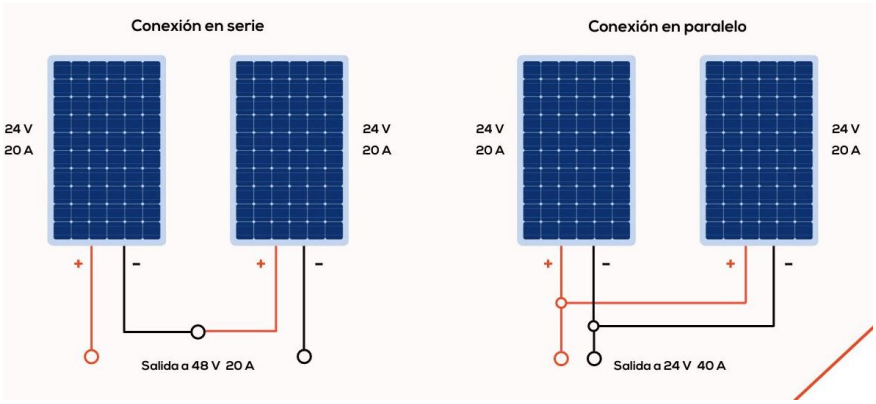


Figura I.18 Conexión entre Módulos Fotovoltaicos.

I.12.2. Instalación de Cajas combinadoras

La instalación de las cajas combinadoras se realizará una vez concluido el tendido de los cables de Baja Tensión provenientes de los módulos fotovoltaicos y verificada la correcta identificación de los circuitos. Las actividades se ejecutarán conforme a la ingeniería eléctrica aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, herramientas y equipos apropiados para garantizar una instalación segura y confiable.

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

protección adecuado para intemperie y que su orientación permita un adecuado drenaje y ventilación.

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



Figura I.19 Caja Combinadora Tipo.

I.12.3. Tendido de Cables MT

El tendido de los cables de Media Tensión se realizará una vez concluidas las actividades de instalación de los inversores y Centros de Transformación, y verificada la correcta ejecución de las canalizaciones y registros correspondientes. Estas actividades se llevarán a cabo conforme a la ingeniería eléctrica aprobada, bajo condiciones adecuadas de seguridad y utilizando personal calificado, equipos de izaje y herramientas especializadas para el manejo de cables de Media Tensión.

Los cables de Media Tensión se instalarán siguiendo las rutas definidas en el proyecto, ya sea en canalización subterránea, charolas o ductos, asegurando el cumplimiento de los radios mínimos de curvatura, esfuerzos máximos de tracción y separaciones reglamentarias. Durante el tendido se garantizará la adecuada protección mecánica del

cableado, evitando daños al aislamiento y a la cubierta exterior, así como la correcta identificación y ordenamiento de los circuitos.

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

I.12.4. Tendido de Cables AT.

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

Los cables de Alta Tensión se instalarán siguiendo el trazado y configuración definidos en el diseño, ya sea mediante canalización subterránea, charolas, ductos o soportes aéreos, garantizando el cumplimiento de los radios mínimos de curvatura, esfuerzos máximos de tracción y distancias de seguridad establecidas. Durante el tendido se cuidará la protección mecánica del cableado, evitando daños al aislamiento, a la pantalla metálica y a la cubierta exterior, así como la correcta identificación de fases y circuitos.

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

I.12.5. Pruebas de Conexión

Las pruebas de conexión en los sistemas de Baja Tensión (BT), Media Tensión (MT) y Alta Tensión (AT) se realizarán una vez concluido el tendido e instalación del cableado correspondiente, previo a la energización del proyecto y conforme a la ingeniería eléctrica

aprobada. Estas pruebas tienen como objetivo verificar la correcta ejecución de las conexiones eléctricas, la integridad de los conductores, el adecuado funcionamiento de los equipos y el cumplimiento de los criterios técnicos y normativos aplicables.

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

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

En el sistema de Alta Tensión, las pruebas de conexión incluyen la verificación de continuidad, resistencia de aislamiento y, cuando aplique, pruebas de alta tensión a cables, terminales y empalmes, así como la comprobación de la correcta identificación de fases y conexión a barras y equipos de la subestación. Estas pruebas se ejecutan bajo estrictos protocolos de seguridad y con personal especializado, asegurando que el sistema se encuentre en condiciones adecuadas para su energización.

Los resultados de todas las pruebas de conexión serán documentados y registrados como parte del expediente de calidad del proyecto. En caso de detectarse desviaciones o valores fuera de los rangos aceptables, se implementarán las acciones correctivas correspondientes antes de autorizar la energización, garantizando la operación segura, confiable y continua de la instalación fotovoltaica.

I.12.6. Puesta en Marcha y FEO

La puesta en marcha del proyecto fotovoltaico se llevará a cabo una vez concluidas satisfactoriamente las etapas de construcción, instalación y pruebas de los sistemas eléctricos en Baja, Media y Alta Tensión, y una vez verificado el cumplimiento de la ingeniería aprobada y de la normatividad aplicable. Esta fase comprende la ejecución de las pruebas finales de comisionamiento, la energización gradual de los distintos subsistemas y la validación integral del desempeño operativo de la planta, bajo condiciones controladas y conforme a los procedimientos establecidos.

Durante la puesta en marcha se realizan las maniobras de energización de los inversores, centros de transformación, subestación elevadora y línea de evacuación, en coordinación con el **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)** y la **Comisión Federal de Electricidad (CFE)**, según corresponda. Asimismo, se verifica la correcta operación de los sistemas de protección, control, medición y comunicaciones, así como el cumplimiento de los parámetros eléctricos establecidos en los Estudios de Interconexión y en los acuerdos de interconexión vigentes.

Una vez concluidas y aprobadas las pruebas de puesta en marcha, y acreditado que el proyecto cumple con los requisitos técnicos, operativos y regulatorios aplicables, se procede a la declaratoria de la Fecha Comercial de Operación (Commercial Operation Date, COD). A partir de dicha fecha, la planta fotovoltaica queda habilitada para operar de manera continua y entregar energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional bajo las condiciones establecidas en los contratos y permisos correspondientes. La COD se formaliza mediante los mecanismos y notificaciones establecidos por la autoridad competente, quedando registrada como el inicio oficial de la operación comercial del proyecto.

I.13. Fase Operación Y Mantenimiento

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

Adicionalmente, durante la fase de O&M se implementan programas de seguridad industrial, salud ocupacional y gestión ambiental, asegurando el cumplimiento de las medidas de mitigación y monitoreo establecidas en las autorizaciones ambientales. Asimismo, se realiza el registro y análisis de indicadores de desempeño, tales como

generación energética, disponibilidad y eficiencia, los cuales permiten evaluar el comportamiento de la planta y optimizar su operación a lo largo del tiempo.

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

I.14. Operación

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

I.15. Mantenimiento

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

I.15.1. Mantenimiento Preventivo

El plan de mantenimiento preventivo tiene por objeto la conservación de los equipos o instalaciones, mediante la limpieza e inspección periódica de los mismos, para garantizar un correcto funcionamiento y fiabilidad de la instalación.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

Se proponen revisiones generales semestrales, en las que se incluirán las siguientes actuaciones y medidas:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Inspección visual de la Estructura soporte de módulos fotovoltaicos.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.
- Monitorización de Alertas de funcionamiento y estado. Control local y remoto.

I.15.2. Mantenimiento Correctivo

El plan de mantenimiento correctivo se refiere, a todas las operaciones de localización y reparación de averías en los equipos o instalaciones, y así conseguir el correcto funcionamiento de la instalación durante su vida útil. Dentro de estas se incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

I.15.3. Mantenimiento Predictivo y Diagnostico

Son las acciones y técnicas que se aplican para la detección de posibles defectos antes de que se manifiesten, evitando en ocasiones posteriores averías en la instalación.

Este tipo de mantenimiento se basa en el monitoreo de parámetros físicos del equipo (potencia, temperatura, humedad, lubricación…). Cuando alguno de estos parámetros alcanza un determinado nivel de deterioro se aplican procedimientos para restaurar el correcto funcionamiento del equipo. El concepto es parecido al del mantenimiento preventivo con la ventaja de que las acciones no son periódicas, sino que se llevan a cabo

en el momento en el que son necesarias. Se pueden incluir en esta clase de mantenimiento acciones como:

- Control del rendimiento de los inversores.
- Control de la producción de los módulos.
- Control de la temperatura de los módulos.

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

II.1. Instrumentos Jurídicos.

En este capítulo se presenta la vinculación detallada con los instrumentos jurídicos aplicables al proyecto de generación de energía eléctrica. El objetivo de ello, es analizar la forma como el proyecto se vincula con las disposiciones y lineamientos que tales ordenamientos establecen.

Se incluye el conjunto de instrumentos de planeación y aquellos de naturaleza jurídica, normativa y administrativa que contiene la legislación vigente, y que son jurídicamente aplicables a las obras y actividades del proyecto, sustentados en los planteamientos técnicos que se detallan en cada uno de los capítulos restantes de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R), para ofrecer a la autoridad ambiental competente, los argumentos que aseguran el cumplimiento de los objetivos de cada una de esas disposiciones.

En este contexto, se asumen las recomendaciones brindadas por la guía que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) emite para la presentación de la MIA-R, la cual indica que es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto; así como identificar los instrumentos jurídicos que establecen diversas disposiciones que inciden sobre la regulación ambiental del proyecto y evidenciar cómo éste se ajusta a los alcances de tales obligaciones en su más amplia consideración.

Nombre del instrumento jurídico[1]	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)[1]	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)[1]
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Artículo 28 , Fracciones: 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. X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	El proyecto requiere de una manifestación de impacto ambiental, ya que se vincula a las actividades generales consideradas en las fracciones II, VII y X de la LGEEPA. El presente documento se presenta en cumplimiento de estas disposiciones.
	Artículo 30 de la Ley que señala, entre otras cosas, que en esos casos se deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	Dado que el proyecto no incluye actividades consideradas altamente riesgosas, no es aplicable esta disposición.
	De acuerdo al artículo 35, el promovente podría otorgar seguros o garantías respecto al cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización del proyecto.	En caso de ser autorizado el proyecto, se realizará el estudio técnico económico para garantizar el monto de la garantía que cubra de las condicionantes establecidas, en caso de que, durante su desarrollo, ocurra un evento fortuito que ocasione daños graves al ecosistema (seguro ambiental).
	Artículos 70 y 83, si las hubiese, el promovente preservará las especies de flora y fauna silvestres, y en especial aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010,	Se implementará un programa para su rescate/reubicación de estas especies, en caso de encontrarlas en el Área del Proyecto.
	Criterios establecidos en el artículo 98, dirigidos a la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo,	El promovente acatará las disposiciones emitidas en los Programas de Ordenamiento Ecológico y los Programas de Desarrollo Urbano, referentes al uso de suelo, de modo que se preserven sus condiciones.
	Artículos 110 y 113, referentes a las emisiones de contaminantes a la atmósfera.	Es importante mencionar que sólo los equipos utilizados durante la etapa de construcción operan con diésel o gasolina y en la operación no habrá ningún tipo de proceso ni maquinarias que genere emisiones en la planta fotovoltaica.
	Artículo 155, referente a las emisiones de ruido, vibraciones, energía lumínica y contaminación visual.	Se implementará las medidas preventivas y correctivas, e instalará los dispositivos necesarios, para que dichas emisiones no superen los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad

		vigente y aplicable, tanto durante la etapa de construcción como en la operación, con la finalidad de mantener el equilibrio ecológico. No se prevén emisiones de energía térmica.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Artículo 5, Fracción: K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.	El proyecto consiste en la construcción de un conjunto de obras e infraestructura para la generación y transmisión de energía eléctrica, incluyendo la construcción de una subestación eléctrica en el predio y obras de transmisión eléctrica.
	Artículo 5, Fracción: O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;	El proyecto se desarrolla en terrenos agrícolas donde se identificó la presencia de vegetación forestal arbórea y arbustiva. Por ese motivo, la evaluación arroja que es aplicable esta fracción y se solicita el CUSTF.
	Artículo 5, Fracción: R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:	El sitio del proyecto se considera un ecosistema costero, a 20 m snmm, con presencia de humedales potenciales, por lo cual se toman en cuenta estas características para el análisis del PFV.

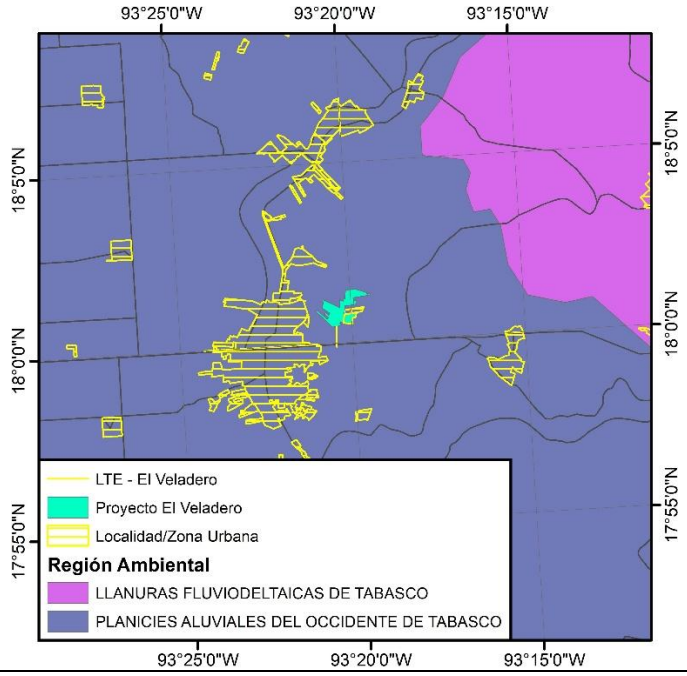
	I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	
	Artículo 10 señala que las manifestaciones de impacto ambiental deben presentarse en la modalidad particular o regional. El Artículo 11 de este reglamento establece que la MIA para un proyecto como este se presentará en la modalidad regional ya que se considera que consiste de un conjunto de obras incluyendo una línea de transmisión eléctrica.	De acuerdo con lo establecido en estos artículos se presenta la MIA, modalidad regional del proyecto El Veladero.
	Artículo 4, primer párrafo 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.	El diseño del proyecto contempla realizar el desmonte de las áreas donde se instalará el proyecto, previamente con uso agrícola y actualmente con vegetación secundaria. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se prevén interacciones con vida silvestre es por ello que en el capítulo IV de esta MIA, se establecen las medidas alineadas y enfocadas a prevenir la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre.
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	Artículo 18, primer párrafo 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.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de la vida silvestre.
	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	Durante la ejecución del proyecto se aplicarán las medidas para prevenir afectaciones a la fauna silvestre, las cuales están alineadas al presente criterio y se describen en el capítulo IV de esta MIA.

	características.	
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).		En el sitio del proyecto el uso de suelo es agrícola, pero su abandono ha propiciado el desarrollo de vegetación forestal arbustiva de selva media subperinifolia y perinifolia, por lo que se requiere cambio de uso de suelo, al tiempo que le son aplicables otras disposiciones de esta ley.
Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Artículo 35, el Promovente identificará como residuos peligrosos aquellos que se consideren como tales en conformidad con lo previsto en la Ley o en las normas oficiales mexicanas aplicables (mediante listados o criterios de caracterización y umbrales), o bien, aquellos que siendo peligrosos se mezclen con otro tipo de residuos; también incluirá a los que provengan de su tratamiento, almacenamiento y disposición final, y aquellos equipos y construcciones con los que hubiesen estado en contacto y sean desechados.	Se relaciona con el proyecto, dado que el Promovente podría generar residuos sólidos durante la construcción y algunas actividades de mantenimiento. En este caso, en la planta fotovoltaica no se generarán residuos peligrosos, excepto por envase vacíos de pintura y materiales impregnados con solventes durante el mantenimiento de las instalaciones. El proyecto no incluye procesos en la etapa de operación que generen residuos de ningún tipo.

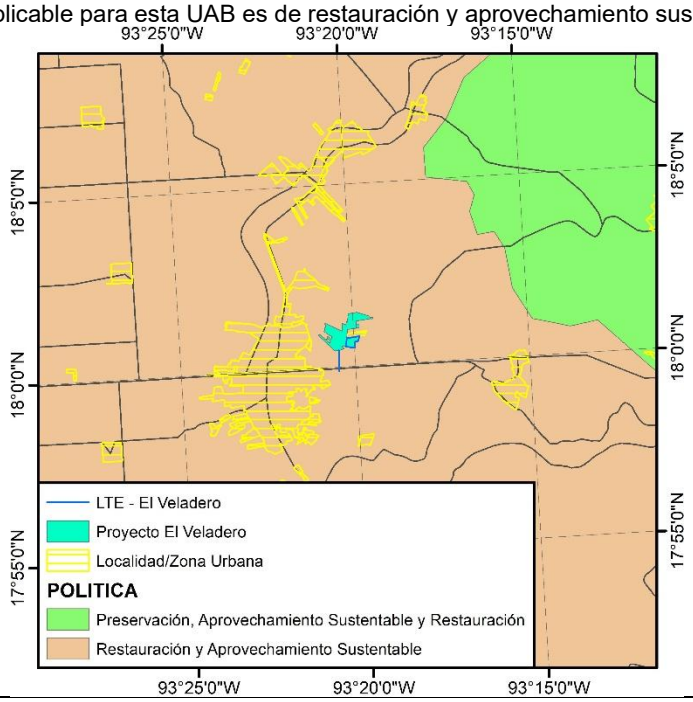
NORMA	ESPECIFICACIONES
NOM-059-SEMARNAT-2010 - Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	En la región, se han reportado a diversas especies enlistadas en alguna de estas categorías. Al momento de la caracterización ambiental el terreno estaba dedicado a actividades agrícolas y no se registraron organismos ni rastros de especies de fauna listadas en la presente norma. Es importante destacar que el área que ocupará la planta fotovoltaica está desprovista de vegetación natural por el uso previo para agricultura. Tomando en cuenta lo anterior, durante el desarrollo de las obras del proyecto no se prevén impactos sobre las especies incluidas en alguna categoría de protección, cumpliendo así con lo establecido en la norma.
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	El proyecto no genera aguas residuales de proceso y no habrá descargas hacia ningún cuerpo receptor
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las	El proyecto no generará aguas residuales y por tanto no requiere descargar al sistema de drenaje municipal de Cárdenas .

NORMA	ESPECIFICACIONES
descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	El proyecto no generará aguas residuales ni tendrá una planta de tratamiento.
Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-1997, Protección Ambiental.-Lodos y biosólidos.-especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	El proyecto no generará aguas residuales ni tendrá una planta de tratamiento, por lo que no genera lodos ni biosólidos.
Emisiones a la atmósfera	
NOM-041-SEMARNAT-2006, 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.	En caso de que el promovente y/o sus contratistas utilicen para el transporte de los materiales para la planta fotovoltaica vehículos automotores que usen gasolina como combustible, se implementarán los mecanismos internos para que sus emisiones de contaminantes provenientes del escape no superen los límites máximos establecidos en esta NOM.
NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, como combustible.	En caso de que el promovente y/o sus contratistas utilicen, para el transporte de los materiales para la planta fotovoltaica, vehículos automotores que usen como combustibles gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, implementará las medidas necesarias para que las emisiones contaminantes de dichos vehículos no superen los límites máximos permisibles establecidos en esta NOM.
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial	
NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.	Para la construcción, operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica no se prevé la generación de residuos peligrosos de procesos.
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-SEMARNAT-1993.	Para la construcción, operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica no se prevé la generación de residuos peligrosos que presenten incompatibilidades entre si.
NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de 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.	El proyecto no generará residuos sujetos a manejo especial y no requiere de un Plan de Manejo.

NORMA	ESPECIFICACIONES
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.	El promovente implementará las medidas necesarias para que los vehículos automotores utilizados durante la etapa de construcción no superen los límites máximos permisibles de ruido establecidos en esta NOM.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	En la etapa de operación no se genera ruido.
Protección de flora y fauna	
Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional	Esta norma no será aplicable al proyecto dado que no habrá colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres.

Nombre del instrumento jurídico[1]	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)[1]	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)[1]
Programa de Ordenamiento Ecológico General del territorio.	De acuerdo con el POEGT tanto el sitio del proyecto como la localidad de Cárdenas se encuentran la UAB 135 (Planicies Aluviales del Occidente de Tabasco), de la Region 18.3. El proyecto se encuentra en la Región Ecológica “Planicies Aluviales del Occidente de Tabasco, como se muestra a continuación: 	

La política aplicable para esta UAB es de restauración y aprovechamiento sustentable.



La política de desarrollo de la UAB 135 es de restauración y aprovechamiento sustentable. No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja.

La restauración es el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII). El aprovechamiento sustentable, como política, es la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos (LGEEPA, Artículo 3, fracción III).

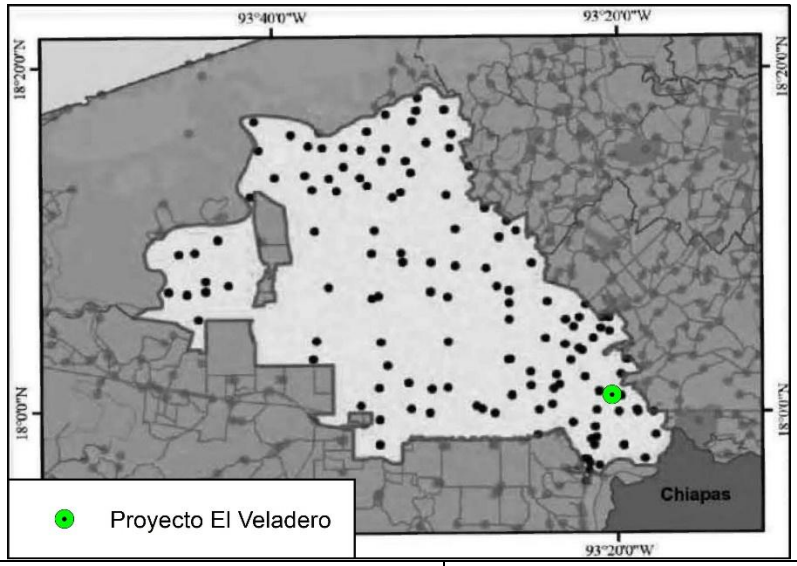
Tabla II.1. Políticas y Estrategias de la UAB 135.

Política Ambiental: ***aprovechamiento sustentable, protección, restauración y preservación.***					
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
135	Agricultura, Desarrollo Social, Ganadería	Industria - PEMEX	Preservación de Flora y Fauna	CFE Forestal Minería SCT Turismo Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

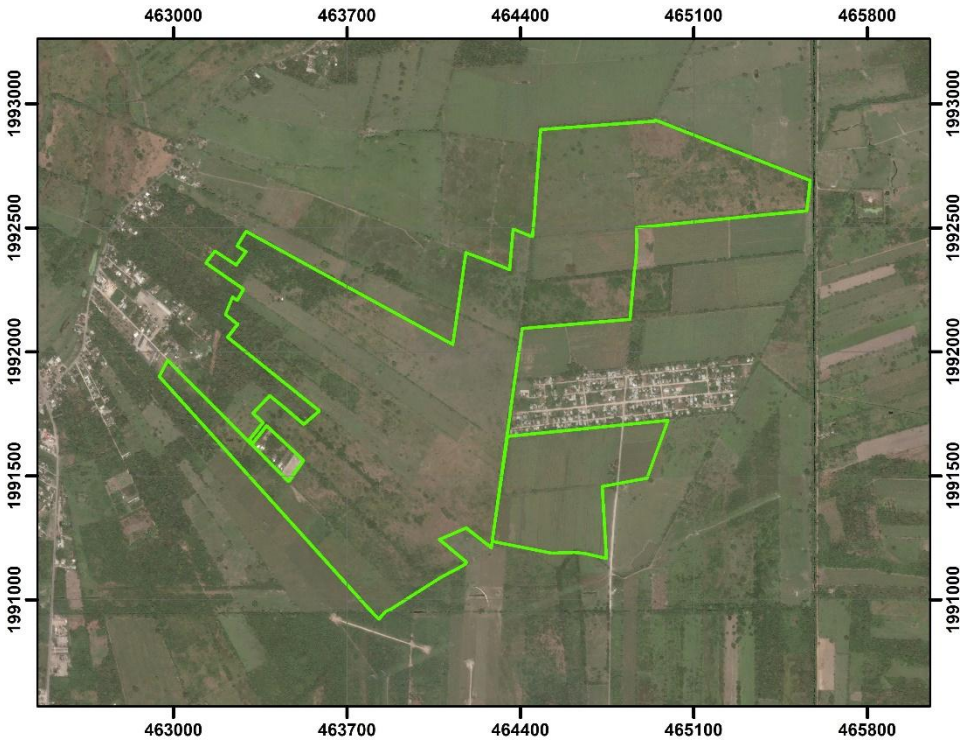
El proyecto para la construcción de la planta fotovoltaica se lleva a cabo en una zona agrícola con vegetación secundaria, por lo que no impacta negativamente los rectores de desarrollo de la Región Ecológica (Desarrollo Social, Turismo). La Tabla II.2 presenta las estrategias específicas y cómo el proyecto se alinea con ellas.

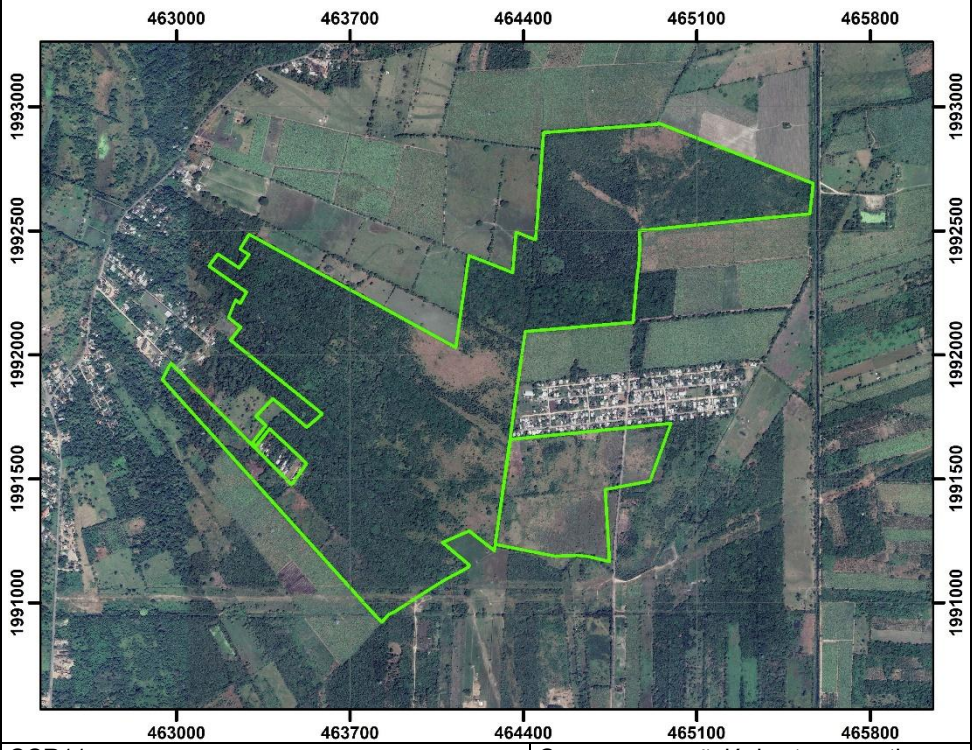
Tabla II.2. Estrategias aplicables para la UAB 135 de acuerdo al POEGT.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo.	El proyecto no interfiere con las estrategias de preservación aplicables a la UAB.
B) Aprovechamiento sustentable	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no se relaciona con acciones de restauración.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	El proyecto no se relaciona con el aprovechamiento de recursos naturales. El proyecto El Veladero contribuye a fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero

<table>
<tr><th>Nombre del instrumento jurídico[1]</th><th colspan="2">Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)[1]</th><th>Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)[1]</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco</td><td colspan="2">El proyecto se encuentra en la UGA CAR-APS-108 del POERET 2024, cuya política ambiental es de aprovechamiento:

</td></tr>
<tr><td><u>Usos sectoriales:</u>
Predominante actual: Aprovechamiento
Compatibles: Ganadería. Agricultura, Forestal, Industria, Extracción de Materiales Pétreos, Pesca, Turismo, infraestructura. Asentamientos Humanos, Urbanización, Conservación, Restauración, Areas Naturales Protegidas
Incompatibles: No Aplica</td><td>El proyecto se realizará en terrenos de uso agrícola sujetos a prácticas de aprovechamiento continuo durante décadas. El PFV es un uso industrial, compatible con el ordenamiento.
Para esta UGA no hay usos incompatibles, lo cual previene conflictos con el uso de suelo.</td></tr>
<tr><td>Consolidar el aprovechamiento sustentable del territorio mediante la orientación de las actividades económicas hacia prácticas respetuosas con el medio ambiente. Esto implica promover el uso eficiente de los recursos naturales y adoptar técnicas agrícolas, ganaderas e industriales que minimicen el impacto ambiental. Asimismo. se priorizará la gestión responsable de las plantaciones forestales, humedales, selvas secundarias, los recursos hídricos y la conservación del suelo, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo. Además, se incorporarán proyectos de restauración en los fragmentos de selvas secundarias y humedales dispersos en el territorio. Estos proyectos no solo crearán corredores ecológicos para mejorar la conectividad entre los ecosistemas. sino que también promoverán la biodiversidad y la resiliencia de estos. Es importante considerar la gestión del territorio urbano, incorporando medidas del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano {PEOTDU) para el mejoramiento, consolidación y crecimiento urbano. Esto permitirá integrar prácticas sostenibles en el desarrollo urbano,</td><td>La autorización de este proyecto será consistente con prácticas respetuosas con el medio ambiente al sustituir parte de la energía eléctrica requerida en la región y que actualmente se obtiene mediante procesos contaminantes, con energía solar.
Como parte de las medidas de compensación se propondrá un proyecto que incluya la reforestación y restauración en los fragmentos de selvas secundarias y humedales dispersos en el territorio que puedan conformar áreas de alto valor ambiental, corredores ecológicos y hábitats interconectados.</td></tr>
</table>

	contribuyendo así a la conservación del medio ambiente y al bienestar de la comunidad.	
	ESTRATEGIAS	
	Estrategia EE5: Impulsar una estrategia integral de cambio climático para el estado de Tabasco, que aborde tanto la adaptación como la mitigación, promoviendo la cooperación regional, la investigación científica y la participación comunitaria. La estrategia debe incluir un análisis de los impactos del cambio climático, identificando las áreas de mayor vulnerabilidad y priorizando acciones concretas para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad, incluyendo la gestión sostenibles del agua, promoción de energía renovables, reforestación y la infraestructura resistente a desastres. Asimismo, deberá incluir la identificación de mecanismos de cooperación y coordinación con otros estados y entre municipios de la región, organismos internacionales para compartir información, buenas prácticas y fondos en materia de cambio climático.	El proyecto es consistente con esta estrategia ya que incluye tanto la promoción de energía renovables como la reforestación que forma parte de las medidas de compensación que se realizará en un área mayor a la ocupada por el proyecto.
	CRITERIOS	
	CG2 Implementar pasos de fauna en carreteras e infraestructura nuevas, según lo determine la autoridad ambiental competente. Esto se aplica a todos los proyectos, obras y actividades que requieran barreras, bordos o cercas, garantizando así el libre desplazamiento de la fauna silvestre y evitando la fragmentación de hábitats.	El proyecto, en su proyecto ejecutivo, incluirá los pasos de fauna que sean necesarios para no aislar áreas con fauna silvestre. Los terrenos alrededor son áreas agrícolas sin hábitats naturales para la fauna.
	CG3 Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal natural deberán comprobar que no afectarán las poblaciones de flora y fauna endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Para el presente proyecto se realizaron estudios de flora y fauna, destacando que no hay afectación a especies de flora en la norma.
	CG5 El diseño de proyectos deberá contemplar disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas particularmente los humedales, selvas y vegetación secundaria (acahuales). Considerará mantener o crear corredores biológicos de vegetación natural. Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en áreas de vegetación natural o secundaria, se podrá cambiar el uso del suelo hasta un 10% de su superficie en áreas de vegetación natural y un 30% en vegetación secundaria. El área restante deberá estar sujeto a acciones de manejo continuas que promuevan la restauración y conservación de las especies presentes, con especial énfasis en aquellas incluidas en la NOM_059-SEMARNAT-2001. Además, en el área desmontada se evaluará la reubicación de los ejemplares de especies vegetales o de	El proyecto, que se desarrolla en terrenos de usos agrícola y no fragmenta ningún ecosistema. Particularmente, es importante destacar que estos terreno no constituyen humedales ni por su hidrología ni por su vegetación. Respecto a la vegetación secundaria, en este caso particular esta no es parte de un proceso de regeneración de los ecosistemas de la región sino parte del manejo agrícola de los terrenos que tras sembrar por 1 a 3 ciclos, en Tabasco y otras regiones, el terreno requiere un periodo de reposo o descanso de varios años (hasta 5-10 años) para recuperar nutrientes. El cambio en la legislación (LGDFS y el ordenamiento) provocarían la pérdida de áreas productivas para los

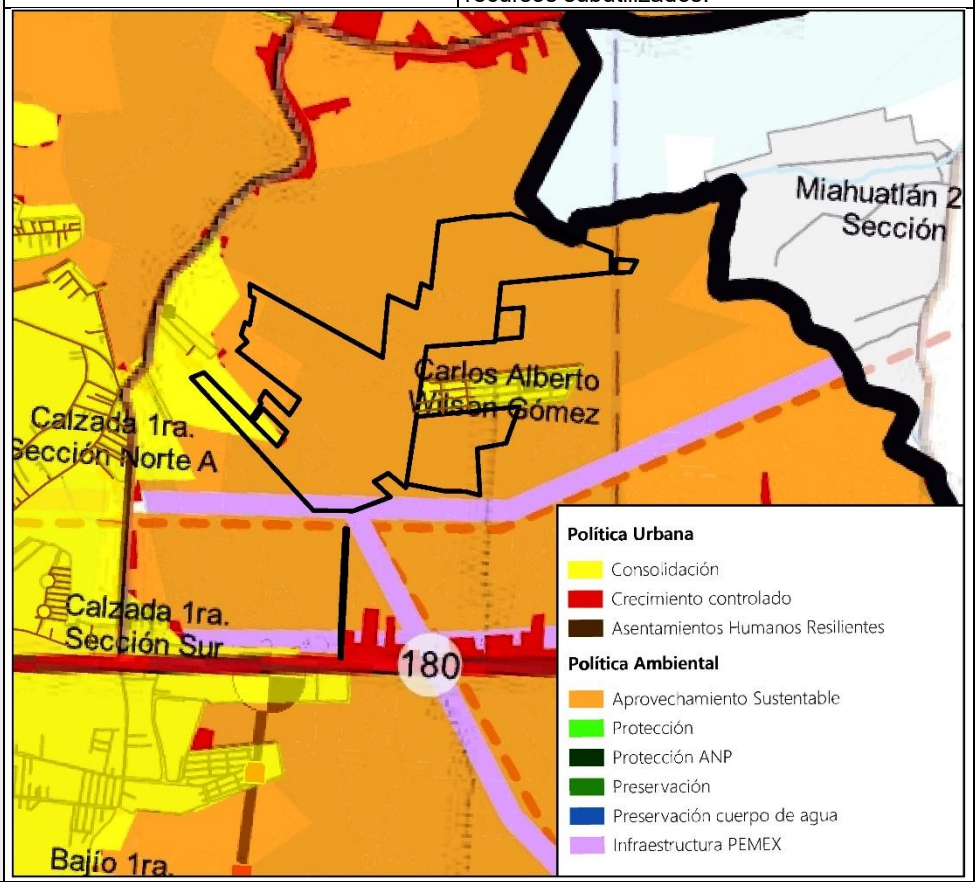
	fauna que sean necesarias. El área para desmontar deberá estar ubicada preferentemente en la periferia del fragmento de vegetación permitiendo la continuidad de la vegetación. Adicionalmente se deberá hacer acciones de restauración o reforestación en una superficie mínima equivalente a la que se perdió con el cambio de uso de suelo del proyecto.	habitantes de la región. Por las condiciones climáticas e hidrológicas la vegetación se desarrolla con rapidez cubriendo los terrenos. De esta forma el 100% del terreno es parte de un sistema de cultivo en reposo, considerándose que el uso agrícola continua siendo el uso actual. Con el proyecto, los pobladores seguirán obteniendo beneficios de sus terrenos de cultivo y dado que adicionalmente se realizarán acciones de reforestación en una superficie estimada de 549 ha, mayor a la que se ocupa con el cambio de uso de suelo del proyecto (141 ha), en alguna zona con mayor valor ambiental no habrá pérdidas ambientales ni económicas.
	Predios propuestos para el proyecto con uso agricola.  	

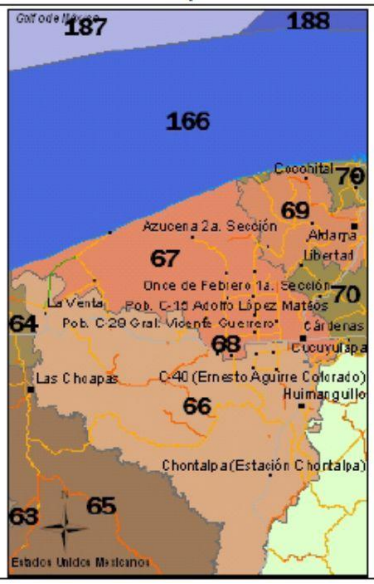
	Predio propuesto para el proyecto, con terrenos en reposo, para recuperar la fertildad.  	
	CCR11 El cambio de uso de suelo forestal a otro tipo de uso deberá cumplir lo que determine la autoridad ambiental correspondiente y lo establecido en la opinión de compatibilidad en materia de ordenamiento ecológico.	Como ya se señaló, los terrenos tienen un uso agrícola y el desarrollo de la vegetación secundaria es parte del manejo agrícola del terreno que se mantiene en reposo algunos años para que los suelos recuperen nutrientes.
	CCR15 Evitar la afectación a la fauna, respetando los fragmentos de vegetación presentes en el área del proyecto	El proyecto aplicará un programa de rescate y reubicación de fauna antes y durante la etapa de construcción.
	CCR16 Queda restringida o prohibida la deforestación de acahuales maduros y vegetación primaria, conforme a lo dictado por la autoridad y legislación correspondiente.	En el caso de la vegetación secundaria en el predio, esta consiste de un acahual joven donde predominan hierbas altas, arbustos y plantas pioneras de crecimiento rápido con abundante capa herbácea, que se desarrolla como parte de las técnicas de manejo agrícola del terreno, que sirven para facilitar la recuperación de la productividad de los suelos del terreno. La vegetación secundaria en este caso no representa un cambio de uso de agrícola a zona de conservación o regeneración de ecosistemas.
	CI1 Se promoverá sistemas integrales de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial que contemplen la separación, reducción, reúso y reciclaje.	El proyecto incluye un plan de manejo de residuos para todas sus etapas de desarrollo.
	CI3 Las industrias deberán reducir y controlar las emisiones de contaminación a la atmósfera provenientes de fuentes fijas o móviles de acuerdo con la normatividad vigentes.	El proyecto incluye el mantenimiento de los vehículos y maquinaria que se utilicen para la construcción a fin de reducir sus emisiones a la atmósfera.

	CI4 Se debe contar con un Plan de Respuesta a Emergencias Ambientales en donde se determine las acciones a tomar en caso de derrames, incendios o cualquier riesgo físico, químico o biológico potencial en el territorio.	El proyecto incluirá el Plan de Respuesta a Emergencias Ambientales requerido, incluyendo la prevención de incendios por el equipo eléctrico o los residuos generados en la construcción.
	CI5 Se recomienda que las industrias implementen la utilización de fuentes renovables de energía en los procesos productivos y para sus instalaciones para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero	El proyecto será autosuficiente en cuanto a la energía eléctrica, al tiempo que proveerá energía de fuentes renovables (solar) que puede atender las necesidades de otras industrias, a través de la CFE.
	CI7 La instalación de líneas de energía eléctrica (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas), deberá contar con la evaluación de impacto ambiental y la autorización de la autoridad competente	En el presente documento (MIA-R) se incluye la evaluación de los impactos de la línea de transmisión de 1.1 km.
	CI9 Implementar un sistema de recolección, acopio, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados por la industria, de acuerdo con la legislación ambiental vigente	El proyecto incluye su programa de manejo de residuos.
	CI15 En caso de abandono del sitio, se retirará toda infraestructura asociada y se instrumentará un programa de reforestación con especies nativas.	El proyecto incluye un programa preliminar de abandono del sitio, en caso de que al final de su vida útil no se decida continuar con esta actividad.
	CI18 En las áreas verdes o asociadas con los proyectos industriales que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas	Si se requiere el uso de áreas verdes, se utilizarán las especies nativas.
	CI20 Las industrias, en colaboración con las autoridades pertinentes, deben comunicar a la población local sobre los riesgos asociados a sus procesos de producción y gestión. Además, deben participar activamente en la ejecución de los planes de contingencia correspondientes	El proyecto para la planta fotovoltaica no presenta riesgos para la población.
	CCS1 La superficie que se permitirá desmontar es el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante del proyecto, incluyendo la totalidad de las consideradas, las vialidades e infraestructura, el equipamiento y las áreas verdes.	El área de aprovechamiento del proyecto corresponde a terrenos de uso agrícola en reposo, donde la vegetación existente se desarrollo como parte del manejo del terreno con el fin de permitir la recuperación del suelo. El uso agrícola nunca se ha abandonado par estos terrenos.
	CCS2 En los desarrollos urbanos, turísticos, carreteras o líneas eléctricas, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización de impacto ambiental	Las características de la línea eléctrica se presentan en este documento para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental.
	CCS3 Para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuando se pretenda la remoción total o parcial de la vegetación natural o secundaria para destinarlos a actividades no forestales acorde a lo que marca el Inventario Nacional Forestal se deberá obtener el permiso de cambio de uso de suelo en terrenos forestales	El uso de suelo de los terrenos para el proyecto es agricultura. La vegetación secundaria que será removida es parte del manejo agrícola del predio y para ello se solicitará la autorización correspondiente.
	CCS4 Todos los promoventes de proyectos deberán cumplir con estudios ecológicos adecuados, que a juicio de las autoridades evaluadoras se necesiten para identificar y valorar los impactos que podría generar el o los proyectos sobre los recursos naturales y las	El proyecto ha realizado estudios de flora y fauna en el sitio de forma previa y se propone el seguimiento durante la construcción mediante una supervisión ambiental.

	poblaciones de flora y fauna. Estos estudios deberán ser antes, durante y al finalizar la ejecución de los proyectos. Los términos de referencia para los estudios ecológicos serán especificados por la autoridad ambiental competente.	
	CCS5 No se permitirá la disposición de ningún desecho de construcción o de demolición, excepto como relleno de construcciones. Además, se evitará la contaminación del agua, aire y suelo por las descargas de grasa y aceites o hidrocarburos provenientes de las maquinarias utilizadas en las etapas de construcción.	El proyecto no requiere de la demolición de ninguna estructura. El proyecto incluye medidas de manejo para prevenir la contaminación por grasas y aceites de la maquinaria de construcción.
	CCS6 En la construcción de caminos, líneas eléctricas u otras obras lineales, así como en las existentes se deberá incluir obras y/o mecanismos para garantizar el paso de fauna silvestre a través de estos, puede incluir señalamientos, reductores de velocidad, túneles, puentes u otras estructuras que cumplan con dicho fin.	La línea de transmisión aérea se construirá sin afectar el paso de fauna silvestre.
	CCS7 En la construcción de todo proyecto y de forma previa al desmonte o nivelación del terreno se deberá realizar un programa de colecta selectiva de flora y de material de propagación dentro del predio.	El proyecto incluye un programa de rescate y reubicación de los individuos de especies de flora que puedan ser reubicadas y se procurará incluirlas en los trabajos de reforestación derivados de las medidas de compensación.
	CCS8 Durante la construcción de todo proyecto la disposición final de residuos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición final de los residuos se hará en los sitios que las autoridades locales establezcan para ese fin.
	CCS11 En todas las obras de construcción se deberá mantener separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario	El proyecto no tendrá un drenaje sanitario, ya que se utilizaran letrinas portátiles.
	CCS13 Los proyectos que generen aguas residuales (negras, azules, grises, jabonosas) deberán contar con una disposición a través del sistema de drenaje municipal o a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo con la normatividad vigente aplicable	El proyecto no genera aguas residuales de procesos. La aguas de los servicios sanitarios en la etapa de construcción se dispondrán a través de una empresa especializada que de servicio a letrinas portátiles. En la etapa de operación se utilizará un tanque de contención que periódicamente se vaciará mediante pipas, sin descargas al suelo o cuerpos de agua.
	CCS15 No se permitirá el uso del fuego en las actividades de desmonte.	El proyecto contempla el uso de medios mecánicos y manuales para el desmonte. No se hará uso de fuego.
	CCS16 Durante las diferentes etapas de construcción del proyecto se deberá contar con un programa integral de manejo ambiental de desechos sólidos y líquidos, que incluya medidas preventivas para el manejo de estos.	El proyecto cuenta con un programa de manejo de residuos.
	CCS18 En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la construcción deberá garantizar la continuidad del flujo interrumpido.	La construcción del proyecto no interrumpe flujos hidrológicos ya que no hay corrientes en el predio.
	Como es posible apreciar, el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tabasco no establece ninguna limitación o restricción para el desarrollo de un proyecto como el proyecto El Veladero. El Ordenamiento sí establece ciertas condicionantes que se	

	deberán de tomar en cuenta para el diseño y la implementación del proyecto. Se considera que mediante la propuesta de las medidas de mitigación que se realiza en el presente estudio, es posible asegurar que el proyecto no contravendrá en ningún momento ninguno de los criterios establecidos para esta UGA.

Nombre del instrumento jurídico[1]	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)[1]	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)[1]
Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU).	El proyecto se encuentra en las inmediaciones de la localidad de Cárdenas, pero fuera de la zona destinada para la consolidación del desarrollo urbano.	La infraestructura se construirá exclusivamente en áreas para aprovechamiento sustentable. Esta política se aplica en áreas en las que actualmente se realizan actividades productivas y que además presentan potencialidad para su desarrollo, incluyendo el uso urbano. En estas áreas se permite la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. La política de aprovechamiento reconoce también usos potenciales en aquellas zonas donde existen recursos subutilizados.
		

<table>
<tr><th>Nombre del instrumento jurídico[1]</th><th>Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)[1]</th><th>Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)[1]</th></tr>
<tr><td>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)</td><td colspan="2">
<table>
<tr><td>Tipo de UGA</td><td>Regional</td><td>Mapa</td></tr>
<tr><td>Nombre:</td><td>Cárdenas</td><td rowspan="16">
</td></tr>
<tr><td>Municipio:</td><td>Cárdenas</td></tr>
<tr><td>Estado:</td><td>Tabasco</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Población:</td><td>217,976 Habitantes</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Superficie:</td><td>203,244 Ha.</td></tr>
<tr><td>Subregión:</td><td>Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Golfo Sur</td></tr>
<tr><td>Islas:</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Puerto Turístico</td><td></td></tr>
<tr><td>Puerto Comercial</td><td></td></tr>
<tr><td>Puerto Pesquero</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nota:</td><td></td></tr>
</table>

El programa presenta una serie de lineamientos y estrategias definidas a partir de un diagnóstico ecológico, socioeconómico y de gobernanza que en su conjunto están ubicados territorialmente en unidades de gestión ambiental y orientados a atender aspectos relacionados con el cambio climático, tecnologías limpias, especies invasoras, servicios básicos a las comunidades, planeación ambiental y territorial, actividades productivas (turísticas, urbanas, industriales, agropecuarias, pesqueras), manejo integral de residuos, manejo integral del agua, vulnerabilidad y riesgos tanto al ambiente como a la población e infraestructura, conservación de ecosistemas y otras.

Es importante señalar que el Acuerdo incluye tablas con las autoridades estatales, municipales o a la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsable de llevar a cabo, en el marco de sus atribuciones, las acciones en ella descritas. Dicha lista no es exhaustiva y no excluye otras dependencias, entidades y autoridades que pudiesen tener atribuciones y facultades relacionadas con su instrumentación. En todo caso, el proyecto cumple con todos los criterios aplicables a las UGAs, a fin de que pueda obtener todas las autorizaciones de las autoridades competentes.</td></tr>
</table>

Tabla II.3. Tabla de Acciones Generales aplicables (Anexo 4 del POEMyRGMyMC).

Clave	Acciones Generales	Vinculación
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El proyecto genera electricidad sin generar gases de efecto invernadero, pudiendo sustituir plantas de

Tabla II.3. Tabla de Acciones Generales aplicables (Anexo 4 del POEMyRGMyMC).

Clave	Acciones Generales	Vinculación
		generación que emiten este tipo de contaminantes.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto aplicará las medidas necesarias para garantizar que no afectará el ecosistema costero.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	No aplica para este tipo de proyecto.
G028	Promover el uso de energías renovables.	No aplica para este tipo de proyecto.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica para este tipo de proyecto.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	No aplica para este tipo de proyecto.

Además de las Acciones Generales descritas en el anexo 4 del POEMyRGMyMC, a la UGA 67 se le aplican además las Acciones Específicas que se presentan en la Tabla II.4 correspondientes al Área Sujeta a Ordenamiento (ASO) y cuya vinculación al proyecto se presenta en la Tabla II.4:

Tabla II.4. Acciones Específicas aplicables a la UGA 67.

Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	Aplica	A-027	Aplica	A-053	Aplica	A-079	NA
A-002	Aplica	A-028	Aplica	A-054	Aplica	A-080	NA
A-003	Aplica	A-029	Aplica	A-055	Aplica	A-081	NA
A-004	Aplica	A-030	Aplica	A-056	Aplica	A-082	NA
A-005	Aplica	A-031	Aplica	A-057	Aplica	A-083	NA
A-006	Aplica	A-032	Aplica	A-058	Aplica	A-084	NA
A-007	Aplica	A-033	Aplica	A-059	Aplica	A-085	NA
A-008	Aplica	A-034	NA	A-060	Aplica	A-086	NA
A-009	Aplica	A-035	NA	A-061	Aplica	A-087	NA
A-010	Aplica	A-036	NA	A-062	Aplica	A-088	NA
A-011	Aplica	A-037	Aplica	A-063	Aplica	A-089	NA
A-012	Aplica	A-038	Aplica	A-064	Aplica	A-090	NA
A-013	Aplica	A-039	Aplica	A-065	Aplica	A-091	NA
A-014	Aplica	A-040	Aplica	A-066	NA	A-092	NA
A-015	Aplica	A-041	NA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	Aplica	A-042	NA	A-068	Aplica	A-094	NA
A-017	Aplica	A-043	NA	A-069	Aplica	A-095	NA
A-018	Aplica	A-044	Aplica	A-070	Aplica	A-096	NA
A-019	Aplica	A-045	NA	A-071	Aplica	A-097	NA
A-020	Aplica	A-046	NA	A-072	Aplica	A-098	NA
A-021	Aplica	A-047	NA	A-073	Aplica	A-099	NA
A-022	Aplica	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	Aplica	A-049	NA	A-075	NA		

Tabla II.4. Acciones Específicas aplicables a la UGA 67.

Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-024	Aplica	A-050	Aplica	A-076	NA		
A-025	Aplica	A-051	Aplica	A-077	NA		
A-026	Aplica	A-052	Aplica	A-078	NA		
NA = NO APLICA							

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica para este tipo de proyecto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No aplica para este tipo de proyecto.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	No aplica para este tipo de proyecto. No aplica para este proyecto.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	No aplica para este tipo de proyecto.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	**El proyecto cumple esta acción especifica**

Además de las acciones anteriores, en el Anexo 7 del ordenamiento se establecen Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas Costeras Inmediatas.

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa es un espacio que presenta una intensidad de uso mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del POEMyRGMyMC la Zona Costera Inmediata, como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina.

- Zona Costera Inmediata Golfo Sur. Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja que se extiende desde la desembocadura oriente de Laguna de Términos hasta el límite norte del municipio de Ursulo Galván en Veracruz.

Esta zona será manejada como un espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA. Sin embargo, en este caso el proyecto El Veladero se encuentra fuera de la zona definida, a 20 m snmm y lejos del límite de las aguas marinas, por lo que no le aplican estos criterios.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) [1]	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar)	La Convención sobre los Humedales busca la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales	El Sitio del Proyecto no se encuentra dentro ni cerca de ninguno de los sitios Ramsar.
Convenio sobre Diversidad Biológica	Esta tiene como objetivos "la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos".	En el caso de la infraestructura propuesta no está involucrada ninguna de las actividades reguladas por esta convención, ya que no se hará uso de ninguna especie de flora o fauna, ni de su material genético
Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	La CITES somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles.	La construcción de la planta fotovoltaica no conlleva la comercialización de ninguna especie, incluyendo las especies amenazadas de fauna y flora silvestres incluidas en la convención.
Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible,	Establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión duradera los próximos 15 años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en vías de desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos externos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático	El proyecto se alinea directamente con el objetivo 7 de esta Agenda 2030 la cual menciona: "*La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial*". *"La energía sostenible es una oportunidad – que transforma vidas, economías y el planeta".* Bajo este contexto, el presente proyecto se trata de la construcción de un planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, por tal motivo el proyecto pertenece al grupo de energías limpias. Por otro lado, con la construcción de este PFV se impulsará la economía en la zona, ya que se generarán empleos para las diversas etapas con las que cuenta este proyecto, apegándose así a este objetivo marcado en la Agenda 2030.

De acuerdo con Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas del INPI, que registra las localidades indígenas con reconocimiento oficial y sus características socioeconómicas, en el municipio de Cardenas, donde se ubica el proyecto así como en su zona de influencia no hay localidades indígenas.

Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia[2]		
Estado (s)	Municipio (s)	Localidad (es)
Tabasco	Cárdenas	Ninguna registrada
[2]Consultar la última actualización publicada por el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, del Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas. - Presentar en anexo, los documentos de los resultados y acuerdos de la consulta a la comunidad indígena, en los casos aplicables.		

En el estado de Tabasco, del total de su población y de acuerdo al último censo (INEGI 2020), el porcentaje que habla alguna lengua indígena (población de 5 años y más) se ubica en un 3.73%; mientras que a nivel municipal dicha participación solo representa 0.34%.

De acuerdo al censo, de las 171 localidades existentes (INEGI 2020), en ninguna se observa un porcentaje distintivo de hablantes de alguna lengua indígena como para considerarlas localidades o pueblos indígenas.

En el municipio de Cárdenas, la población indígena es minoritaria. Representa menos del 1% del total municipal. Las principales etnias asentadas son Náhuatl (el grupo con mayor presencia), Maya y Zapoteca, además de una proporción menor de Chontales de Tabasco (Yokot'an) originarios de la región.

Históricamente, la presencia de comunidades originarias en Cárdenas es baja en comparación con otros municipios tabasqueños (como Centro o Centla), ya que la zona destaca más por su vocación mestiza, agrícola y ganadera. Las personas que conservan o hablan alguna lengua indígena suelen ser residentes que migraron desde otros estados del país o de otras zonas de Tabasco.

II.2. Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Otras Áreas de Interés Ecológico.

II.2.1. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal.

La conservación de las áreas de interés biológico y/o ecológico es importante, ya sea por sus recursos naturales, por su alta biodiversidad, por la presencia de numerosas especies protegidas por algún instrumento legal o convenio internacional, por presentar especies endémicas de México o de la región, o bien porque no se han realizado estudios, entre otros

factores. Específicamente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) están establecidas por parte de alguna entidad gubernamental mediante un decreto, en el que se describen los lineamientos para su protección (CONANP, 2017).

El sitio para el proyecto de construcción de la central eléctrica fotovoltaica no se encuentra dentro de ningún ANP, de las 20 áreas naturales protegidas federales (ANP) y más de 160 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) de competencia federal (Figura II.1) decretadas para la Región Planicie Costera y Golfo de México de la CONAMP.

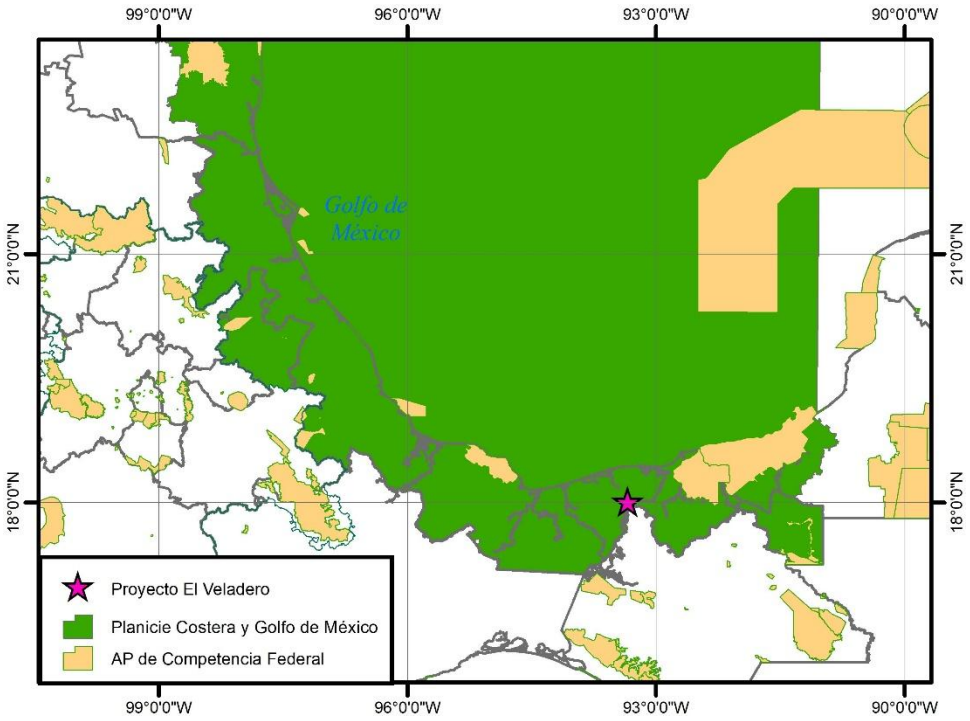


Figura II.1. Ubicación del sitio en la región Planicie Costera y Golfo de México.

En particular el ANP más cercana al sitio del proyecto se encuentra a 74 km en dirección oeste, siendo esta los Pantanos de Centla, con la cual no hay ninguna interacción.

II.2.2. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro o en colindancia inmediata con ninguna zona protegida con decreto de protección estatal. La más cercana al sitio del proyecto es la denominada Parque Ecológico de La Chontalpa, pero este se encuentra a más de 25 km y no se relaciona con el proyecto (Figura II.2).

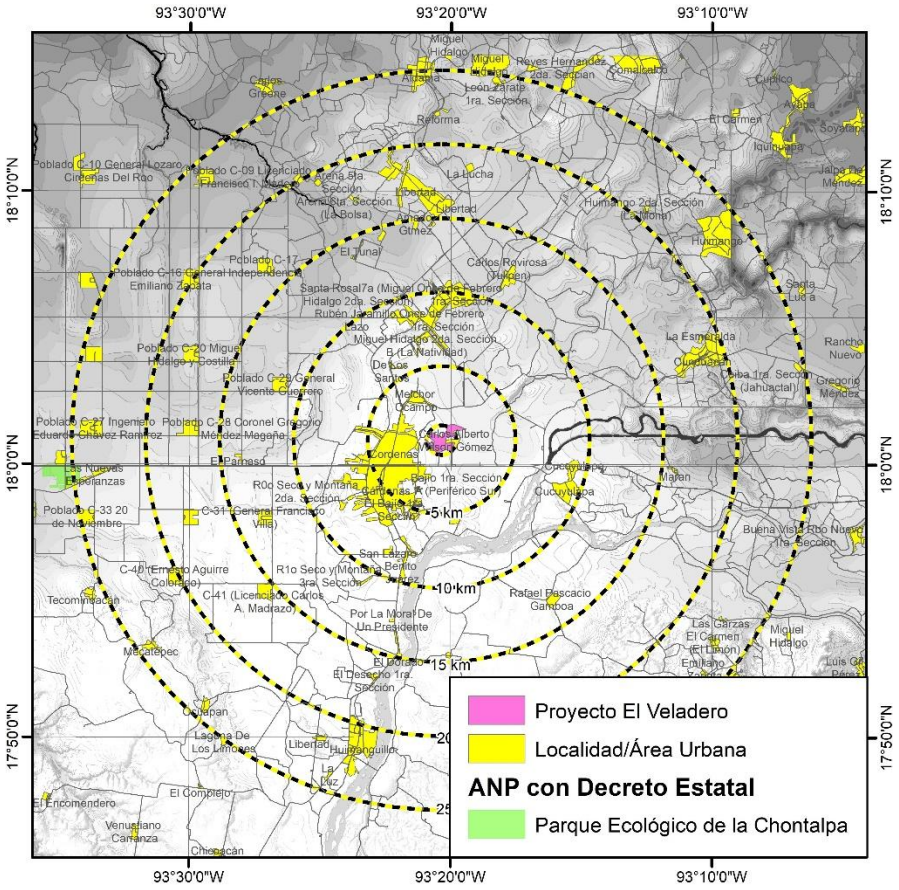


Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a ANPs estatales.

II.2.3. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro o en colindancia inmediata con ninguna zona protegida con decreto municipal.

II.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Este programa establece 230 AICAS, las cuales quedan clasificadas dentro de alguna de 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. Para cada área o AICA fue desarrollada una descripción técnica que incluye su descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El proyecto no se encuentra cerca o dentro de ninguna de ellas (Figura II.3).

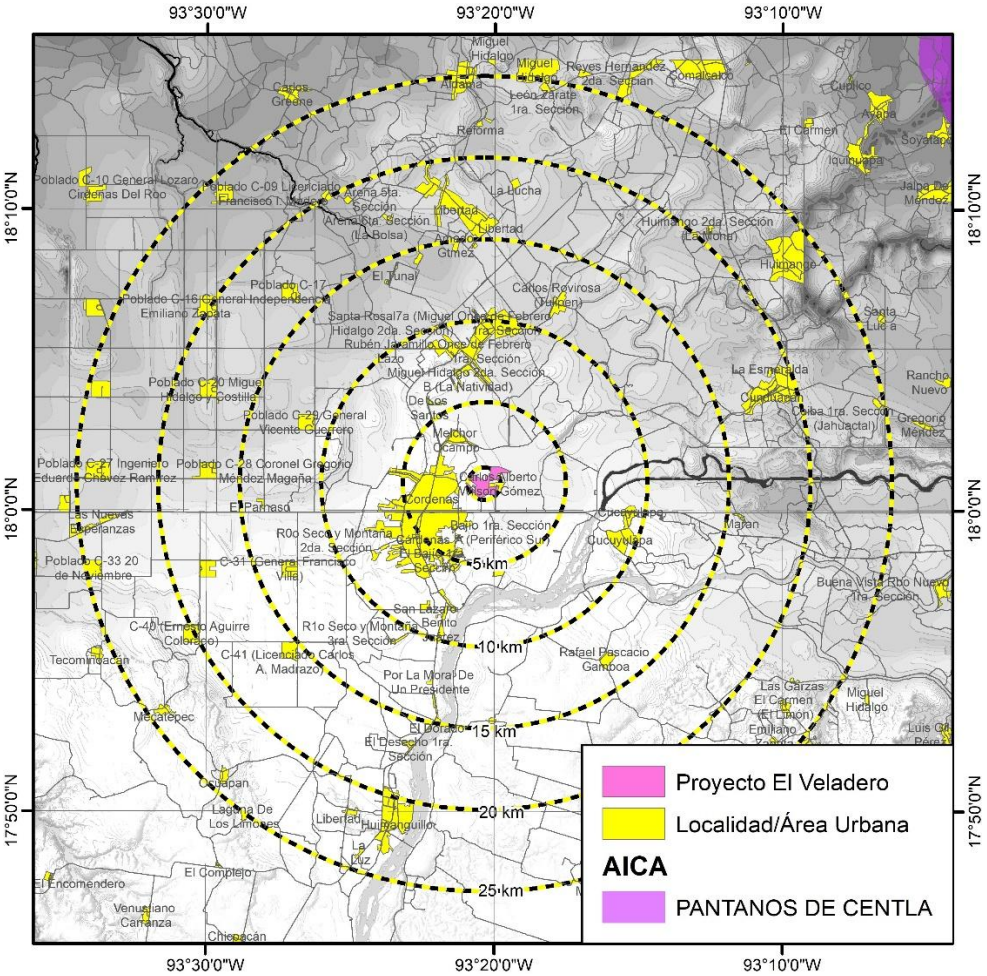


Figura II.3. Ubicación del sitio en relación con AICAs, definidas por CONABIO.

En este caso la distribución de las AICAS, que no existen en el área cercana, es un indicador de que aun con la presencia de humedales, estos ecosistemas tienen baja importancia para la migración, la anidación y la reproducción de aves.

II.2.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998).

De acuerdo con la CONABIO, hay identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. La región donde se encuentra el proyecto no es parte de ninguna de las RHP (Figura II.4).

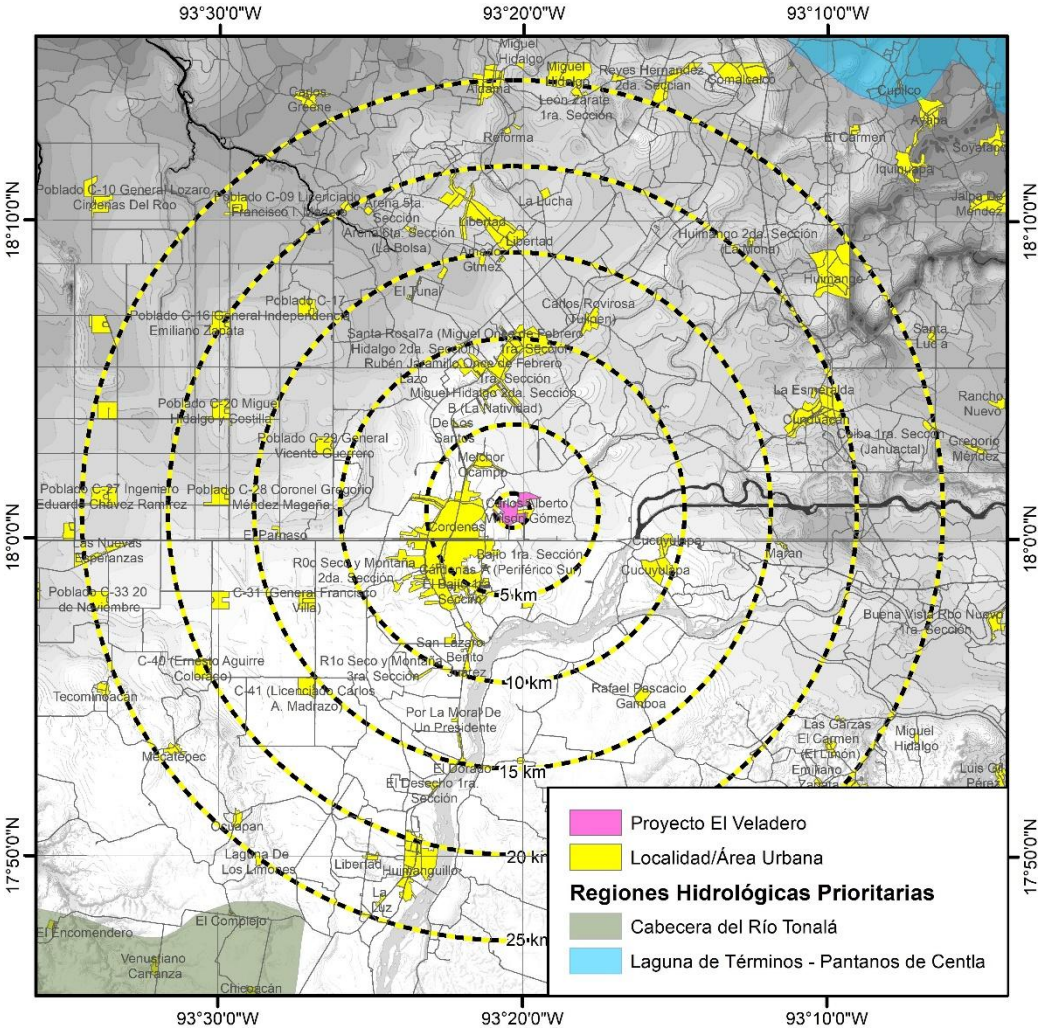


Figura II.4. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO.

Este programa, que está sintetizado en un mapa del territorio nacional (escala 1:1,000,000) y contiene fichas técnicas de cada área, establece las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación.

II.2.6. Regiones Prioritarias Marinas.

Las 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RPM) definidas por Arriaga *et al*. (2000) tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen 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 tenga una oportunidad real de conservación. De acuerdo con esta delimitación la región no se encuentra en ninguna de las RPMs.

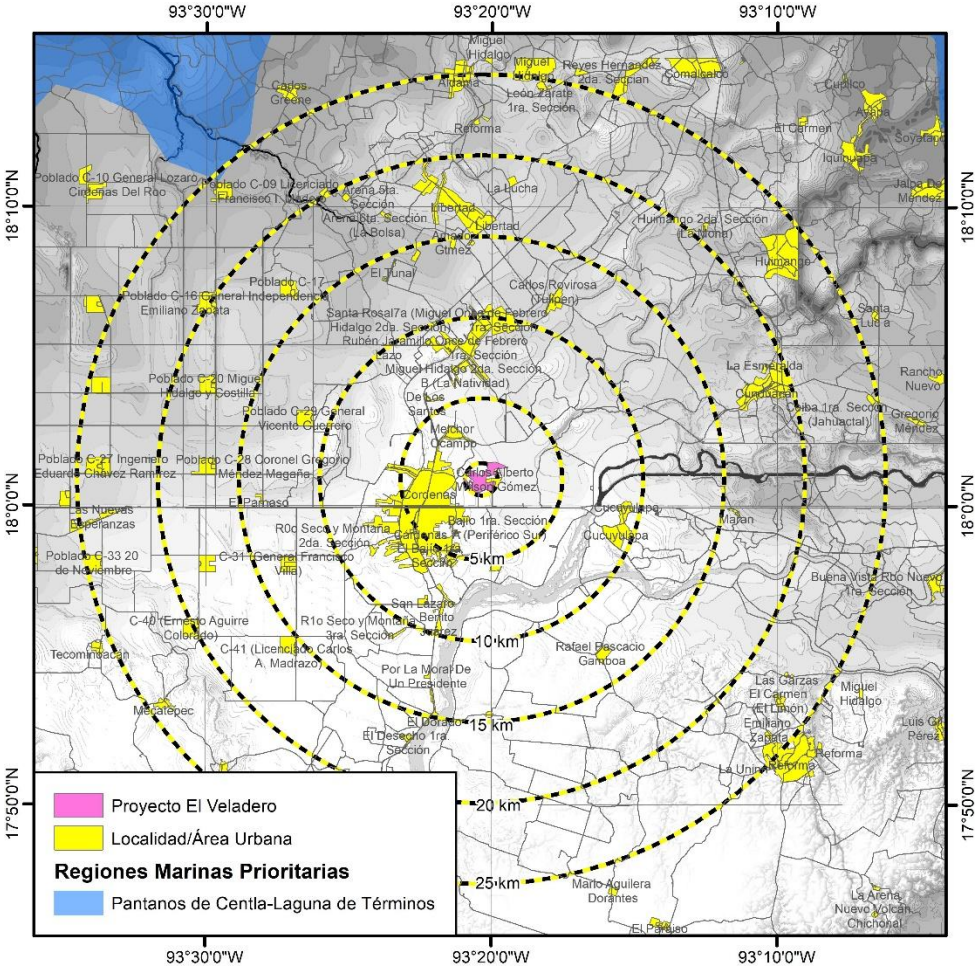


Figura II.5. Ubicación del proyecto respecto a la Regiones Prioritarias marinas (RPM).

II.2.7. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales Para La Conservación De La Biodiversidad.

Respecto a los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAEC), el sitio del proyecto se encuentra dentro de ninguno de ellos, a pesar de que se presentan áreas consideradas como humedales, que consisten en terrenos agrícolas con unidades de suelos palustres.

De acuerdo con el documento "Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México" (Conabio-Conanp. 2010)[1], para la identificación de los dichos sitios prioritarios se consideraron siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores, ante las pronunciadas diferencias ecológicas entre regiones semiáridas y húmedas que permitió reconocer las particularidades de los impactos humanos que amenazan su biodiversidad. Se llevaron a cabo dos talleres de expertos para consensuar criterios y compilar insumos para el análisis, así como para evaluar los resultados finales. Asimismo, el proceso de discusión y validación fue interactivo y continuo, por medio de un foro de discusión electrónico que contó con la participación de más de 40 expertos.

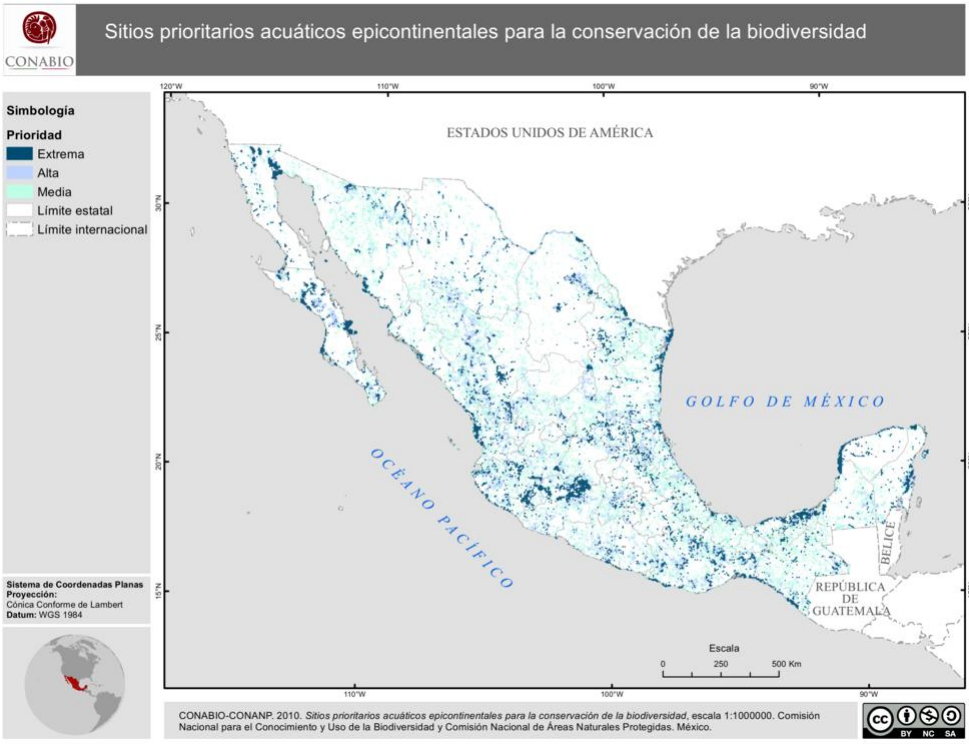


Figura II.6. Carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación.

[1] Conabio-Conanp. 2010. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: cuerpos de agua, ríos y humedales. Escala: 1:000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. México.

El mismo documento señala que se identificaron los sitios prioritarios con el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83,091 hexágonos de 25 km^2 en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto.

El resultado fue un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598,875 km^2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales en 2010, 15.8% estaban representados en las áreas protegidas y 21.7% de ellos son sitios de prioridad extrema (Conabio-Conanp. 2010). Los sitios se representaron en una carta generada originalmente en escala 1:1,000,000 (Figura II.6).

Los hexágonos generados para el área de Cárdenas, en Tabasco, se presentan en la Figura II.7. De acuerdo con esto, el sitio no se encuentra en un SPAE, siendo los más cercanos áreas de importancia media y extrema, pero a más de 5 km de distancia.

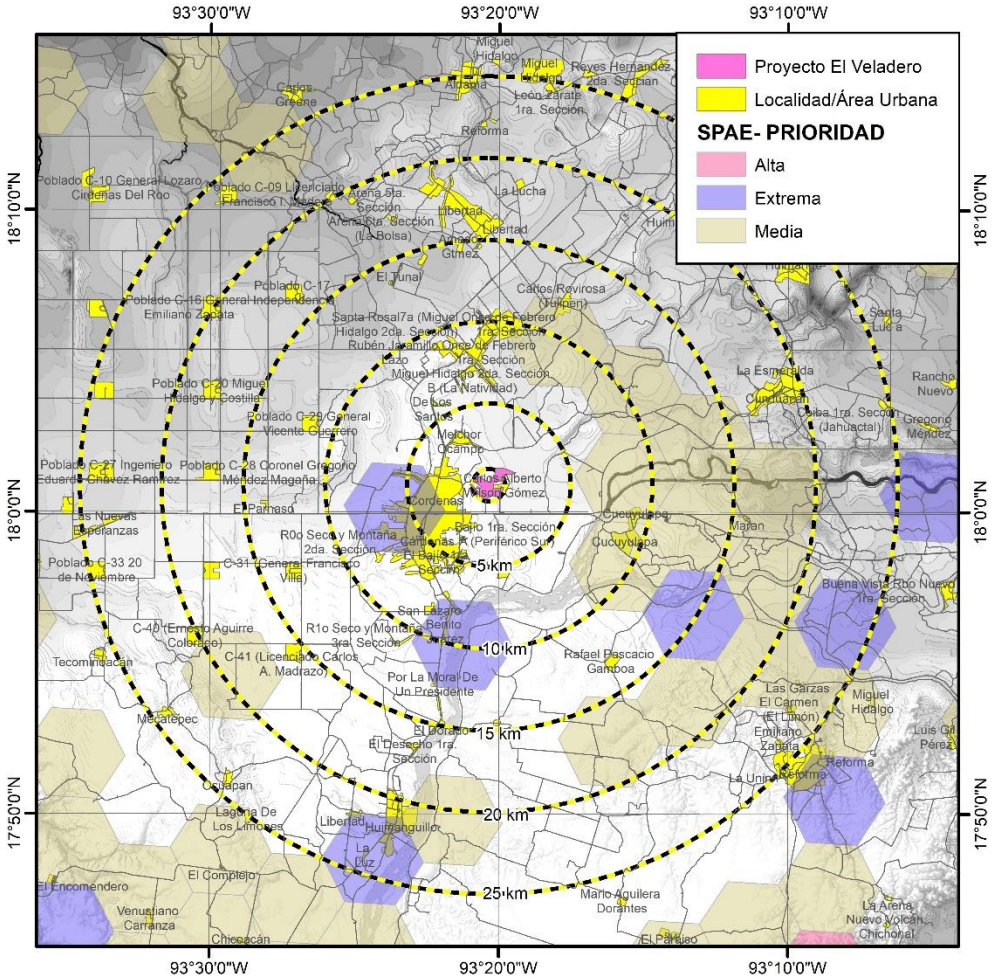


Figura II.7. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales respecto al sitio del proyecto.

La jerarquización de los sitios, en tres niveles de prioridad: extrema (SE), alta (SA) y media (SM), se basó en la frecuencia de selección de las unidades de análisis de la mejor solución

para cada región hidrológica. La frecuencia de selección indica la importancia de cada unidad para cumplir con eficiencia las metas cuantitativas de conservación asignadas (Game y Grantham 2008). Los límites de las clases se establecieron a partir de los cuartiles del porcentaje de acumulación de número de elementos que cumplen con las metas de conservación asignadas; por ejemplo, el límite inferior de la clase de prioridad extrema se definió a partir del primer cuartil. Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales cubren 28.8% de la superficie del país, lo que significa que en una tercera parte de la superficie continental de México se cumple con las metas de conservación de todos los elementos de la biodiversidad. Sin embargo, el área es relativamente pequeña cuando se consideran únicamente los sitios de extrema prioridad, que ocupan una superficie de poco más de 3% (Altiplano) y hasta 11% (Pacífico tropical) de cada región, en la que se cumplen las metas de conservación para al menos 93% de los elementos de la biodiversidad (en el caso de la región Altiplano).

Los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental brindan un marco de referencia basado en la mejor información científica disponible actualmente, que puede usarse como guía para definir estrategias y acciones de conservación in situ que contribuyan a proteger y rehabilitar los sitios identificados como relevantes por su biodiversidad acuática.

De acuerdo con todo lo anterior tenemos lo siguiente:

- El sitio del proyecto, los humedales potenciales o las áreas cercanas al mismo no poseen las características que sirvieron para definir los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales, por lo que no está incluido en ninguno de ellos.
- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales pueden usarse como guía para definir estrategias y acciones de conservación *in situ* que contribuyan a proteger y rehabilitar los sitios identificados como relevantes por su biodiversidad acuática
- La escala de la carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad es de 1:1,000,000 es conveniente para definir estrategias y acciones de conservación pero no para la evaluación del impacto ambiental, que requiere de una escala apropiada.
- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales no constituyen por sí mismos áreas naturales protegidas, de acuerdo con la ley en la materia.
- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales no están delimitados de forma individualizada ni poseen una ficha técnica particular para cada uno.
- Para estos sitios no se tienen planes de manejo ni criterios de desarrollo que puedan ser observados para el desarrollo de proyectos de cualquier índole.
- La protección de las características ambientales de estos sitios se realiza por medio de la normatividad ambiental (leyes, reglamentos y normas), declaratorias de áreas naturales protegidas, ordenamientos territoriales y el PEIA (procedimiento de evaluación de impacto ambiental), entre otras.

II.2.8. Sitios Prioritarios Marinos Para La Conservación De La Biodiversidad.

Los sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad (SPM) se determinaron como parte del análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad de México. Los sitios terrestres prioritarios para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594,894 km^2 (30.36% de la superficie), que en 2008 coincidía en 12.9% de la superficie de áreas protegidas, equivalente a 3.9 % de la superficie continental del país.

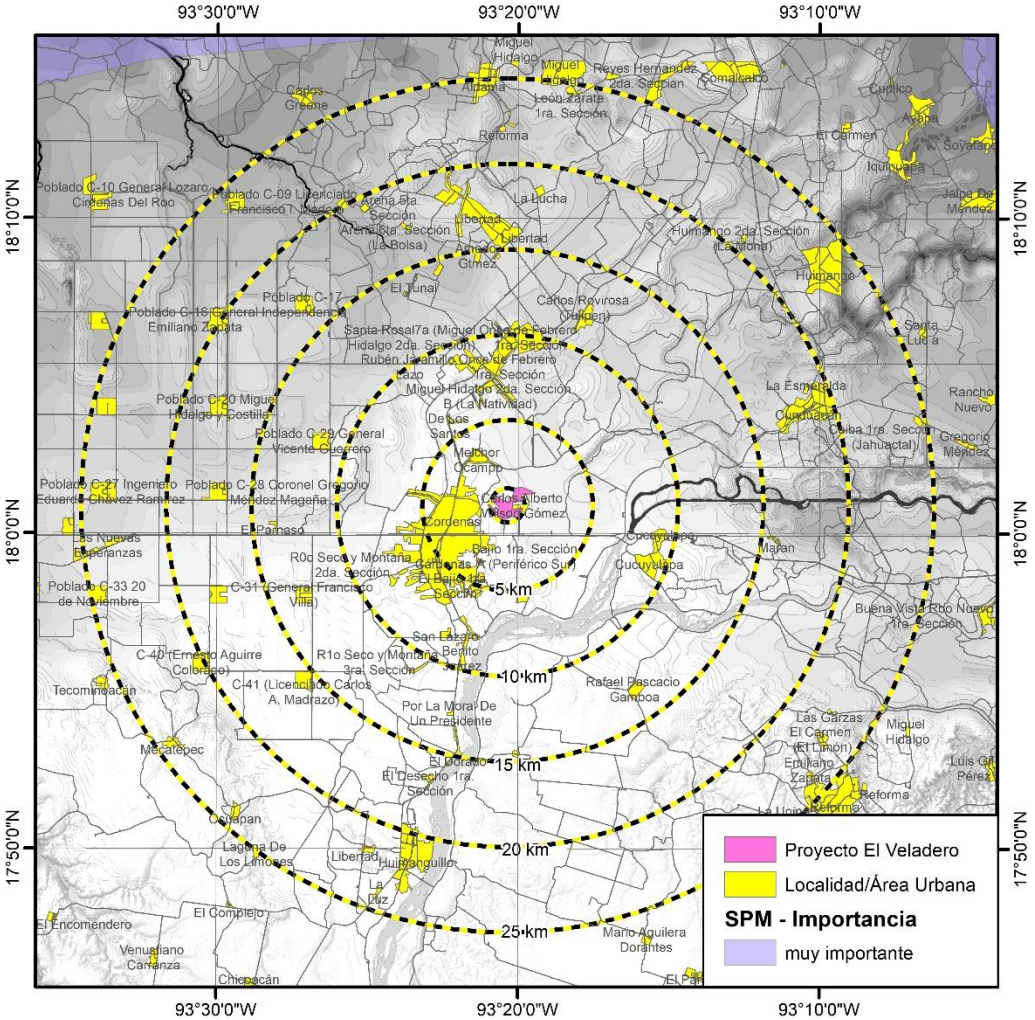


Figura II.8. Ubicación del proyecto respecto a los sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad.

Entre las conclusiones de este análisis se destacó que las prioridades de conservación para los diversos ecosistemas y grupos de especies deberían utilizarse para optimizar los recursos dedicados a las acciones de conservación y que es imperativo mantener los hábitats conservados, restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica, fortalecer las áreas protegidas, ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación y promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos. Diversos actores deberían sumarse de manera coordinada a la magna tarea de conservar y usar sustentablemente el patrimonio natural de México.

Para identificar los sitios prioritarios terrestres se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km^2 cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización para incluir 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico, revisados y editados por especialistas.

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza.

En la determinación de los SPM no se incluyen estrategias de conservación, criterios de desarrollo o de uso de suelo que se puedan vincular directamente con proyectos o actividades particulares. Tampoco contiene disposiciones referentes al uso de suelo o usos permitidos. En este caso, el sitio del proyecto El Veladero no se incluye dentro de los límites de ningún SPM (Figura II.8).

II.3. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.

El sitio del proyecto no se encuentra en un área con decreto de área natural protegida federal, estatal o municipal, Adicionalmente, las características del proyecto no indican que pudiese provocar un conflicto con las metas de protección y conservación del medio ambiente.

En el sitio del proyecto y su área de influencia no existen comunidades indigenas.

La Tabla II.5 presenta las categorías e instrumentos aplicables al área de estudio. En este caso se considera que el proyecto no tiene conflictos con ningún instrumento legal de planeación o de protección de áreas naturales.

Tabla II.5. Programas y ordenamientos aplicables al sitio del proyecto El Veladero.

Instrumento	Sitio del Proyecto
Decreto de ANP Federal	No
Decreto de ANP Estatal	No
Decreto de ANP Municipal	No
AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves)	No
Regiones Hidrológicas Prioritarias de México	No
Regiones Terrestres Prioritarias de México	No
Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales	No
Sitios Prioritarios Terrestres	No
Sitio Ramsar	No
Ordenamientos Municipal	Si
Ordenamiento Estatal *	Si
Ordenamiento General del Territorio	Si
Ordenamiento Regional **	Si
* Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco (POERET). ** Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)	

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

La estructura del presente apartado se fundamenta en la necesidad de representar a la autoridad un análisis detallado de las características de la región ecológica donde se pretende desarrollar el proyecto. El principal objetivo que se abordará en este capítulo es el realizar una correcta delimitación de esta región ecológica y del área de influencia del proyecto (AiP) y sintetizar las condiciones actuales de nuestra unidad de análisis (región ecológica), y con esto poder realizar un análisis y diagnóstico ambiental del entorno donde se pretende desarrollar el proyecto, describiendo las principales tendencias de desarrollo y deterioro de la región que pudieran asociarse al mismo.

El concepto de región ecológica es asumido como una unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en la evaluación del impacto ambiental que conlleve a identificar y caracterizar un espacio geográfico en el cual se pretende establecer un proyecto determinado. La singularidad de este proceso hace que el binomio ambiente-proyecto, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos en el ecosistema, lo cual solo puede ser posible si previamente existe una valoración de las características del espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa.

Para elaborar esta MIA regional se plantean lineamientos para definir el espacio geográfico de la región ecológica, con base en la congruencia y detalles con las que se identifiquen y caracterizan cada uno de los ecosistemas que influyen en el área de estudio, con un soporte científico, que permita el análisis para la integración ambiental de cada uno de sus factores (abióticos y bióticos).

La importancia de representar la región ecológica, para efectos del estudio de impacto ambiental, reside en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto del espacio geográfico en donde se pretende establecer el proyecto, para después valorar cuáles serán los impactos adversos, así como los beneficios que resulten de su ejecución, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación que se propongan serán de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Derivado de lo anterior, el área se circunscribe como una unidad geográfica, inventariable y cartografiable de un ecosistema, así como un espacio finito, definiéndolo como base en las interacciones entre lo biótico, abiótico y socioeconómico del espacio geográfico en donde se pretende desarrollar el proyecto, habitualmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se empleará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales de aprovechamiento.

La propuesta de región ecológica para este proyecto está definida bajo un enfoque ecosistémico, debido a que se localiza en una organización vital dentro de un espacio determinado, en el que se debe observar la interacción entre los distintos factores bióticos (flora y fauna), abióticos y socioeconómicos del área geográfica estudiada. Por ello, el concepto que se asume en esta MIA-R se ajusta a la definición de “sistema”: conjunto de elementos que interactúan de manera dinámica hacía un objetivo único.

En este sistema la sinergia de las externalidades incide sobre él, lo cual resulta en un efecto mayor del que registra de manera individual, derivando en la organización de un sistema, donde mantiene una autonomía dentro de sus procesos de regulación y ajustes, que hacen posible el conservar su integridad estructural a lo largo de un periodo prolongado. Estas biostasias representan la capacidad del sistema para reaccionar ante acontecimientos externos restituyendo su equilibrio estructural.

Desde una perspectiva holística la cobertura geográfica o un espacio determinado del territorio no solo se caracteriza por su uniformidad, también se encuentra organizada por una infinidad de sistemas naturales de muy distintas magnitudes, desarrollados ininterrumpidamente para presentarse bajo la forma de arreglos complejos, compuestos por unidades dispuestas por una estructura jerárquica, donde se articulan funcionalmente unas con otras en un arquitectura ecológica que conforma a un ecosistema.

La conceptualización geográfica del término podrá homologarse como “unidad natural” traduciéndola en una visión más tradicional, donde concentra la estructura del espacio, en la organización de patrones y arreglos de distribución de sus principales componentes, en su localización, extensión y distribución, los cuales dependen de las relaciones entre los factores bióticos y abióticos de ese espacio organizado, teniendo siempre a conocer sus causas y las leyes que lo rigen.

La división secuencial de la observación del territorio en proporciones de menor extensión, pero con un análisis más detallado y subordinadas entre sí, constituye uno de los pasos importantes en el desarrollo de una línea base para alcanzar el diagnóstico que describa sus atributos, sus propiedades y los procesos que se presentan. En este sentido, desde el objetivo y alcances de esta MIA-R, esa porción, relativamente pequeña del territorio y los diversos espacios considerados durante su desarrollo son:

- Región ecológica: la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.
- Área de influencia del proyecto (AiP): el concepto de este espacio geográfico se asume en este documento como lo indica la guía para elaborar la MIA-R, que lo define como: “el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en la región ecológica, y que altera algunos elementos naturales.

- Área de establecimiento del proyecto (AeP): es el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo.

Se reconoce la existencia de designaciones en las que se establecen la presencia de ecosistema que carecen de límites definidos y, por lo tanto, que conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde los ecosistemas no tienen escala ni soporte espacial definido, así como tampoco disponen de una especificidad en y con el tiempo, al referirse a la escala de actividades y transformaciones humanas del medio natural. Para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual permite un análisis de la estructura y funcionamiento del ecosistema al contar, precisamente, con límites territoriales.

Lo anterior involucra el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a la necesidad de concretar la delimitación de la región ecológica, que se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con la validez del proyecto, para evaluar el impacto ambiental de un espacio del territorio. Por lo tanto, mediante esta noción de región ecológica es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencias que caracterizan la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, así como efectuar previsiones respecto a los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto.

La conceptualización de la región ecológica se asume en esta MIA-R para disponer de una herramienta operativa, debido a la imposibilidad de establecer límites artificiales en los procesos ecológicos que definen un ecosistema. Por ello, se busca alcanzar una expresión territorial objetiva, inventariable y cartografiable, la cual pueda ajustarse al concepto de región ecológica donde se desarrollará el proyecto, incorporando los atributos (sinergia, biostasias y resiliencia) que le caracterizan desde la óptica ecológica.

Para justificar la aplicación del concepto de región ecológica como se señala en párrafos anteriores, se hace referencia a los elementos por los cuales se puedan delimitar, describir y comprender la estructura y funcionalidad de dicha región. Para esto se asume el modelo de caracterización regional de las zonas hidrológicas prioritarias y de los programas de ordenamientos ecológicos general del territorio (POEGT, 2012), que presentan una regionalización con justificación legal.

La definición y descripción de las características del subsistema biótico del espacio geográfico en el cual se ubica la región ecológica ponen en evidencia que amplias áreas están perturbadas. Al interior de esta región, esta situación de perturbación que, además caracteriza a la unidad ambiental biofísica que describe el programa de ordenamiento

ecológico general del territorio (POEGT, 2012), la vegetación natural queda representada por algunas especies que pertenecen a ecosistemas de selva baja y mediana.

III.1. Delimitación y justificación de a región ecológica donde pretende establecerse el proyecto

En el ejercicio de la delimitación de la región ecológica, resultó importante, en primera instancia identificar el objetivo que se persigue al trabajar para definir, delimitar y caracterizar este espacio geográfico. En principio, dicho objetivo se enfocó en acotar el espacio físico ambientalmente representativo de la región ecológica en la cual incide y se pretende desarrollar el proyecto, todo esto con la finalidad y posibilidad de elaborar el presente apartado que, basado en estudios, integra la manifestación de impacto ambiental (MIA).

En este análisis es importante considerar que de acuerdo al marco jurídico vigente y aplicable en materia ambiental, la MIA tiene dos modalidades, una de esas dos clases de MIA es la que se denomina en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), como MIA modalidad regional (MIA-R), la cual es aplicable cuando los proyectos a evaluar interactúan con las distintas unidades ambientales regionales y se prevean impactos acumulativos y residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. Por lo antes expuesto, la integración de la MIA-R se caracteriza, a diferencia de la MIA modalidad particular, al enfoque de su análisis al proyecto y al sistema ambiental regional en el cual pretende integrarse; como, por ejemplo, cuando la REIA establece los contenidos de la MIA-R, en cuatro de los ocho capítulos que la integran, el reglamento se refiere al desarrollo de cada uno de los apartados en el marco de la región ecológica.

La alusión al contexto regional se cumple en la forma como adoptamos su acepción de acuerdo a la dispuesto por la propia LGEEPA en la fracción XXXI de su artículo 3°, el definir a la región ecológica como: “La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes”.

Con base en lo anterior, la región ecológica puede definirse como: el espacio geográfico, dentro del cual pretende insertarse el proyecto, cuyos elementos constitutivos son ambientalmente representativos de la región ecológica correspondiente y cuya delimitación deriva de la extensión que alcanza la uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales más bondadosas, que pueda ser cartografiable e inventariable.

La definición de una región ecológica puede homologarse a una unidad de gestión ambiental (UGA) o de una unidad ambiental biofísica (UAB) de los planes o programas de

ordenamiento ecológico de cobertura regional o del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, respectivamente.

Los conceptos de uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales se pueden representar gráficamente en un espacio determinado, e incluyen a los factores determinantes de esas características y de los componentes y subcomponentes del proyecto que van incidir sobre de ellos; en la práctica esa cobertura se vincula a un espacio cuya delimitación no resulte evidente ya que al modificar un punto de un ecosistema, de una unidad ambiental o de un factor del ambiente, resulta en la modificación de un espacio de mayores dimensiones que directamente han alterado, el cual, derivado de la relatividad del valor de los impactos, se transforma en referencia obligada para dicha valoración.

Por lo expuesto, lo que aquí se denomina región ecológica, se refiere a un área geográfica en relación a la cual se van a identificar los impactos ambientales y, de acuerdo a lo dispuesto por la fracción V del artículo 13 del REIA, esa identificación, descripción y evaluación debe enfocarse a aquellos impactos de naturaleza residual y/o acumulativa, de la región ecológica, no solo del proyecto; paralelamente y en el entendido de que la relatividad del concepto de valor para numerosos impactos de varios proyectos: previsibles, en desarrollo u operando (origen de la acumulación o la residualidad), se concretara al final del proceso en la afectación de un espacio físicamente mayor que el que ocupan el proyecto en evaluación y el conjunto de proyectos que interactúan en el espacio físico y que determinan el surgimiento de efectos acumulativos y/o residuales.

Resultó importante considerar en la delimitación de la región ecológica el rubro de la capacidad de carga del o los ecosistemas que lo conforman, acotándola aquellos efectos que, el proyecto objeto de la evaluación y el conjunto de otros proyectos que se ubican en dicha región, podrían reflejarse sobre la tolerancia al uso de los componentes de dichos ecosistemas, sin comprometer su capacidad de recuperación (resiliencia) en el corto plazo; en tal sentido, en este alcance se consideraron los impactos acumulativos (IAc's) y residuales (IR's) de la región ecológica más destacados (capítulo IV de esta MIA).

Respecto a lo anterior, conviene puntualizar que el proyecto y otros proyectos que se identificaron en sus inmediaciones, incidirán en los factores y subfactores del ambiente y que es conjunto de afectaciones sobre cada factor del ambiente tiene un comportamiento diferente ante el efecto de un componente determinado del proyecto y que no existen reglas claras generales que estandaricen esta situación para cada caso, por lo que es el criterio del consultor el que ha de intervenir para abordarlos en las estrategias de prevención, mitigación y/o compensación y para delimitarlos, de tal manera que, por un lado el estudio de los factores ambientales que se desarrollan más adelante en este capítulo, reportará de la manera más cercana a la realidad la situación preoperacional previa a la inserción del proyecto y, por otra parte, permita valorar con la menor subjetividad posible, el alcance físico cada uno de los impactos previsibles.

Lo anteriormente expuesto explica que, la extensión de la región ecológica sea considerablemente mayor a lo del área de influencia del proyecto fotovoltaico, con la adición de que ese espacio considera además las áreas de afectación de otros proyectos que podrían interactuar con el proyecto objeto de esta evaluación, de lo cual podría derivar los efectos acumulativos y residuales.

Para emplear el alcance conceptual antes descrito, de manera inicial se determinó el estado actual del medio ambiente (indicadores de calidad ambiental) reportado por el POEGT (2012), para la región ecológica, que corresponde a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 62 y 64, el cual se define con los siguientes indicadores:

- Alta degradación de los suelos
- Muy alta degradación de la vegetación
- Baja degradación por desertificación
- Modificación por actividad antropogénica media
- Alta longitud de carretera
- El uso de suelo es agrícola.

Estos elementos fueron considerados para asegurar que, al delimitar el espacio geográfico de la región ecológica, las mismas estuvieran suficientemente representadas. Posteriormente fue preciso ahondar en el estudio de la estructura y funcionalidad del entorno del espacio que ocupara el proyecto, por medio del análisis de parámetros físicos como lo es: clima (temperatura, precipitación y humedad), topografía, geología, edafología e hidrología. Así como la composición abiótica del espacio geográfico, como lo son el tipo de vegetación y la fauna asociada a la misma (Gómez Orea, 1999) , en un ejercicio cartográfico se extrapolan las capas respectivas de cada factor y se va diseñando un mosaico de unidades homogéneas, con la ayuda de un programa de sistemas de información geográfica (SIG), cuyos principales elementos constitutivos integren la información cartográfica disponible y de los reportes generados en campo, con lo cual se logró concretar el área uniforme basada la presencia de los indicadores de la calidad ambiental que define a la UAB, UGA y a los parámetros específicos (clima, topografía, geología, edafología, hidrología y usos de suelo).

El procedimiento se desarrolla en dos fases: la primera de análisis y la segunda de síntesis. En la inicial, se recopila la información cartográfica del espacio geográfico donde se ubique el proyecto (información vectorial y raster), de los factores bióticos y abióticos más relevantes para el estudio ambiental, definiendo las unidades ambientales para obtener una zonificación de unidades naturales significativas que nos permitan englobar las características bióticas y abióticas más singulares del espacio geográfico, y delimitar un espacio en el cual estas dos fuentes interactúen uniforme y continuamente (Figura III.1).

El análisis, organización e integración de la información se procesó mediante un software GIS (ArcGIS), que permitió interpolar distintas capas temáticas de los parámetros ambientales más característicos del espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto (clima, topografía, geología, edafología e hidrología), los usos de suelos y las áreas de importancia ecológica (Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, Áreas naturales protegidas, etc.).

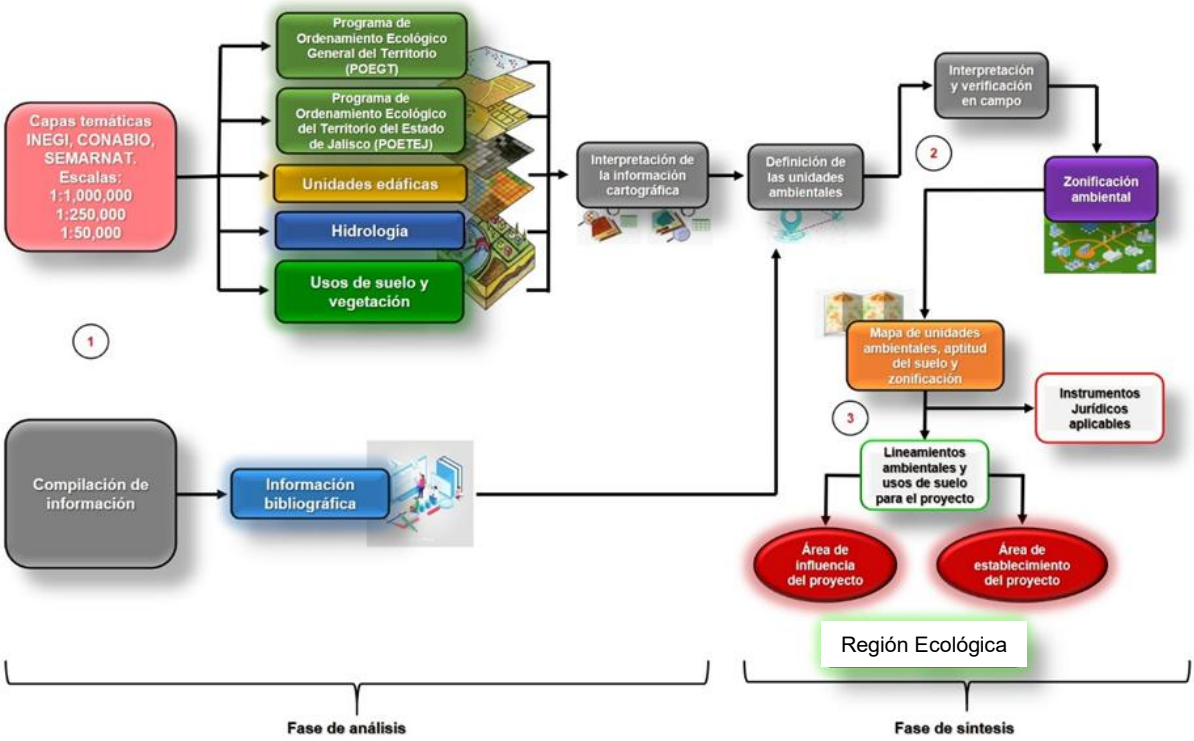


Figura III.1 Proceso seguido para la delimitación de la región ecológica.

Las principales fuentes de información son: SEMARNAT (POEGT), CONABIO e INEGI y el programa temático de Google Earth, además de los datos recabados en los trabajos realizados en el área geográfica del proyecto; lo anterior permitió identificar y seleccionar los principales factores ambientales de utilidad para determinar el espacio de la región ecológica.

Bajo las condiciones referidas en los párrafos anteriores, se pudieron establecer las bases para delimitar el espacio de la región ecológica, para determinar un área uniforme y continua en los componentes bióticos y abióticos más destacables, abordando el análisis en base a los siguientes parámetros (Tabla III.1).

a) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT, 2012): se consideró como base el área de la unidad ambiental biofísica (UAB) N°62.
b) Conjunto de datos vectoriales de edafología, continuo nacional, Serie II (INEGI, 2007): se consideraron los límites entre unidades edafológicas, además de sus horizontes y características de texturas.
c) Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, continuo nacional, Serie VI (INEGI, 2017): se consideraron los límites entre usos de suelo de carácter antrópico y forestal.

Tabla III.1 Criterios tomados que determinaron la delimitación de la región ecológica.

FRACCIÓN	CRITERIOS TOMADOS PARA LA DELIMITACIÓN
Noreste	Se consideraron los límites del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (UAB 108), características edafológicas (suelos fluvisoles, gleysol) y la carta de uso del suelo y vegetación (áreas destinadas a la ganadería y agricultura).
Norponiente	Se consideraron las características edafológicas (suelos fluvisoles, gleysol), sus horizontes (de gleyzación, hístico y la carta de usos de suelos y vegetación (Humedal, bosque cultivado, manglar, pastizal, sabana).
Surponiente	Se consideraron las características edafológicas (textura arcillosa a arcilloso arenoso), sus horizonte (phaeozem) y la carta de uso de suelos y vegetación (Humedal, bosque cultivado, manglar, pastizal, sabana).
Sureste	Se consideraron los límites del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (UAB 66 y 67), la carta de uso del suelo y vegetación.

De esta manera se lograron determinar las interrelaciones de dichos factores de manera horizontal y vertical, para poder avanzar en la delimitación de un espacio geográfico único que englobará las características sustantivas de todas las capas, así como también definir y establecer los elementos naturales presentes en el espacio geográfico de la región ecológica y en el área de influencia del proyecto.

Bajo las condiciones referidas en los párrafos que anteceden a este, se pudieron establecer las bases para delimitar el espacio de la región ecológica, que se caracteriza por tener uniformidad y continuidad en los componentes bióticos y abióticos más destacables, esto de acuerdo a la naturaleza del proyecto y a las cualidades del territorio.

Derivado del análisis y la sobreposición de cada una de las capas cartográficas antes citadas, se fueron definiendo los límites entre cada una de ellas, tomando como matriz las áreas que evidenciaban las características sustantivas de las unidades ambiental biofísicas; el rubro relativo a la capacidad de carga del ecosistema para tolerar las modificaciones que se generarán por la ejecución de las distintas actividades que se realiza en las etapas del proyecto, y con ello pronosticar los posibles impactos que se generarán a los subfactores que caracterizan el espacio geográfico donde se pretende desarrollar el proyecto. Con todo

lo anterior se fue definiendo el espacio geográfico, el cual fue delimitado por líneas, resultantes del análisis de la superposición, y en casos extremos con accidentes naturales, procesos o incluso, infraestructura línea, que fracturara la continuidad de los factores ambientales más carismáticos. El resultado de esta relación, se concretó en un área geográfica con una superficie de 6,788.52 ha (Figura III.1).

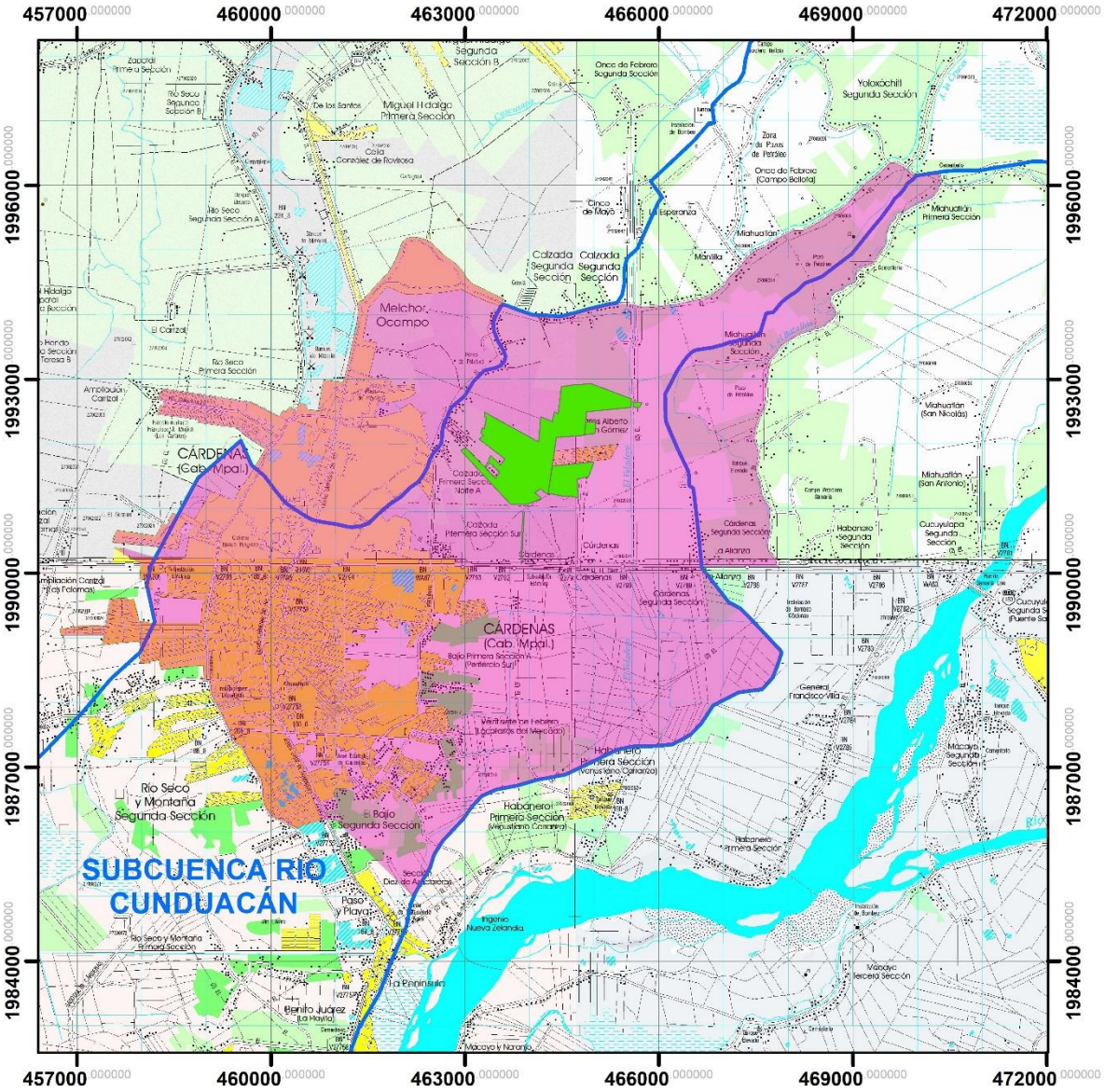


Figura III.2 Región Ecológica determinada para el proyecto.

Complementario a lo anterior, en este capítulo se define y delimitan otros dos espacios que deben abordarse en el desarrollo de la MIA-R, nos referimos al área de influencia del proyecto y al área de establecimiento del proyecto.

El área de influencia del proyecto (AiP) corresponde al espacio geográfico determinado por los límites que pudieran alcanzar los impactos potenciales del proyecto y los impactos acumulativos identificados en la región ecológica. Este espacio se determina, inicialmente con la delimitación preliminar del alcance de los impactos ambientales que directamente pudiera ocasionar el proyecto y cuyo alcance rebase el área de establecimiento del proyecto para que, una vez identificados y valorados los impactos acumulativos que pudieran registrarse en la región ecológica, ampliar la estimación del área de afectación para de esta forma, disponer de una poligonal envolvente del territorio que, potencialmente podrá recibir los efectos del proyecto y, de manera asociada, los efectos acumulativos de otros proyectos que previamente se hubieran establecido en ese espacio o de aquellos que estén por establecerse.

Así, el AiP no solo es la parte del ambiente en que tendrán lugar los efectos producidos por las acciones del proyecto, lo que conforma el área de establecimiento del proyecto (AeP), sino algo más amplio, o sea la parte del medio que interacciona con el proyecto, y con otros proyectos ahí establecidos o por establecerse, produciendo influencias mutuas (Conesa F.V. 2010) .

Por lo expuesto, la ubicación y la delimitación de este espacio geográfico está acotada por el alcance de los efectos del proyecto, incrementados por los efectos correspondientes a otros proyectos establecidos dentro de la región ecológica y que conforman los impactos de acumulación y/o de residualidad que influyen en la trayectoria de la calidad ambiental de dicha región.

Convencionalmente las técnicas recomendadas para la delimitación del AIP (IFC, ND # 6, 2012, Op cit.) recomiendan incluir como elementos determinantes del AiP los siguientes:

- Proximidad del proyecto a áreas de valor ambiental conocida.
- Áreas que prestan servicios ecosistémicos importantes.
- Potencial del proyecto a favorecer nuevos accesos (por parte de terceros) a áreas remotas.
- Distribución de especies que puedan recibir los impactos acumulativos.
- La conectividad de los procesos ecológicos.

De estos elementos, solo es viable tener en cuenta los dos últimos en la delimitación del AiP, ya que los tres primeros no pueden concretarse en el espacio geográfico que la conformará, dada la perturbación antrópica que caracteriza el ambiente de la UAB (POEGT).

Al igual que en la delimitación de la región ecológica, la incertidumbre del proceso de identificación (pronostico) de los impactos ambientales acumulativos y/o residuales en esta zona derivada además de la escasez de datos característica de todo proceso de interpretación de la disponibilidad, cuantificación y calificación de los recursos naturales, en

un escenario de prevención, obliga a concebir el área de la AiP con una escala de mayor magnitud.

Considerando los rubros antes reseñados, el AiP fue delimitada utilizando los siguientes criterios:

- Alcance estimado de los impactos acumulativos (IAAC'S).
- Alcance estimado de los impactos residuales.
- Ubicación de los factores ambientales potencialmente receptores de los IAAC'S y IAR's.
- Distribución de especies que puedan verse afectadas por los IAAC's.

Con base en lo antes expuesto, se delimitó el AiP la cual alcanzó una cobertura de 528.167 ha

Por lo que se refiera al área de establecimiento del proyecto (AeP), este espacio corresponde a los terrenos que se ocupan para establecer en ellos la infraestructura que dará forma al proyecto, por lo que, sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo, esta superficie corresponde a 200.136 ha.

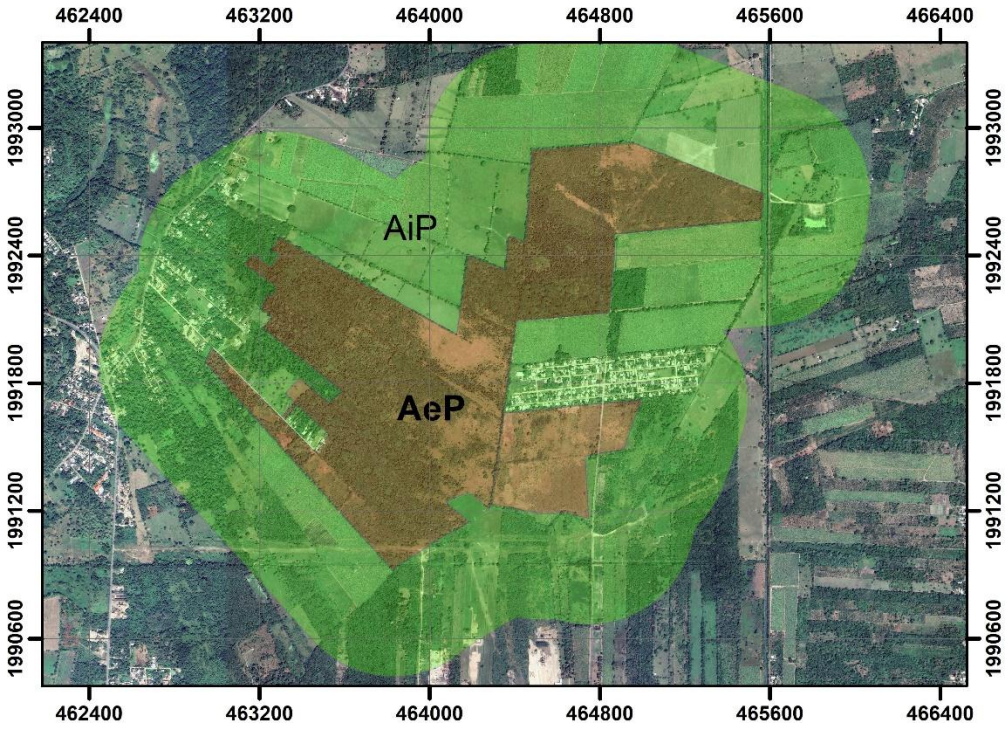


Figura III.3 Aip y AeP del proyecto El Veladero.

III.2. Caracterización y análisis de la Región Ecológica

La caracterización del espacio geográfico de la Región Ecológica, nos permite realizar una descripción general de las condiciones ambientales de la región, así como la identificación

de las características abióticas, bióticas y sociales del área geográfica donde se establecerá y tendrá influencia el proyecto.

El espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto se localiza en el estado de Tabasco, en el municipio de Cardenas. El área geográfica se caracteriza por llanuras aluviales costeras e inundables, se sitúa entre 0 y 100 msnm, con pendientes mínimas que favorecen la formación de pantanos y zonas de depresión, es una zona de alta disponibilidad hídrica, presenta un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con una temperatura media anual de 26° C, alcanzando máximas de hasta 40° C.
La orientación con el que se aborda este apartado se caracteriza por la dinámica en los factores ambientales, que podrían ser impactados por el proyecto, y en menor medida aquellos en los que se puede incidir, propiciando consecuentemente efectos que sean evidentes en ellos factores ambientales distintos a los que lo originaron.

Para efectos de la EIA y conceptualmente, se entiende que el ambiente es la parte del entorno que interactúan con el proyecto al ser fuente de recursos (naturales, energéticos y de mano de obra) de tal manera el ambiente es un sistema formado por elementos y procesos cuyos estudios se simplifican, si se agrupan en paquetes que, a su vez, correspondan a un subsistema como lo son:

I. Medio físico o subsistema físico: constituido por las transformaciones del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad (se refiere al “tiempo cero” T0 o línea base)
II. Factores bióticos y abióticos: la funcionalidad de los ecosistemas derivados de la interacción de la topografía, climas, geología, suelos, hidrología, vegetación y fauna relacionado con la estructura del ambiente.
III. Paisaje: las interacciones que se producen con el resto de los factores ambientales.

III.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la región ecológica

Considerando los párrafos antecesores y un estudio realizado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) , que consiste en el monitoreo de los cambios de cobertura del suelo en América del Norte de un periodo del 2010 al 2015, se corrobora que el área de la región ecológica tiene una tendencia a la degradación derivado del desarrollo de la actividad agrícola y ganadera ya que el 91.78% está sujeta a esta actividad, lo que es un indicador del impacto y deterioro de los ecosistemas en este espacio geográfico.

Para dimensionar de mejor manera la degradación, se trató de realizar un análisis comparativo entre dos imágenes satelitales de distintos años (una del 2015 y otra 2025) con la intención de caracterizar y ejemplificar de qué manera el área de la región ecológica

ha ido evolucionando durante casi 10 años; como resultado se destaca que durante este periodo se mantiene la condición de los procesos degradativos derivado de los factores antes ya citados, lo que pone en evidencia lo que describe el Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT, 2012), el cual describe una alta degradación de los suelos y muy alta degradación en la vegetación.

Derivado del análisis de las fuentes cartográficas (vectores y raster) y fuentes bibliográficas como el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), se concluye que la calidad del espacio geográfico de la región ecológica se ha comprometido como resultado de la evolución económica y demográfica que se ha desarrollado en la región, lo que se ve reflejado en el incremento en la extensión de las áreas para uso de la actividad ganadera extensiva y agrícola, en el impulso de las vías de comunicación y crecimiento de las áreas urbanas; así como el desarrollo de infraestructura para el transporte eléctrico (líneas de transmisión y subestaciones eléctricas).

III.2.2. Medio abiótico

III.2.2.1. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (2004), en el área del proyecto en el municipio de Cárdenas, Tabasco, predomina el clima tropical monzónico húmedo (Am). Este tipo de clima se caracteriza por lluvias intensas de verano que compensan la sequía de invierno; precipitación del mes más seco inferior a los 60 mm; el porcentaje de lluvia invernal se encuentra entre los 5 y los 10.2 (Figura III.4).

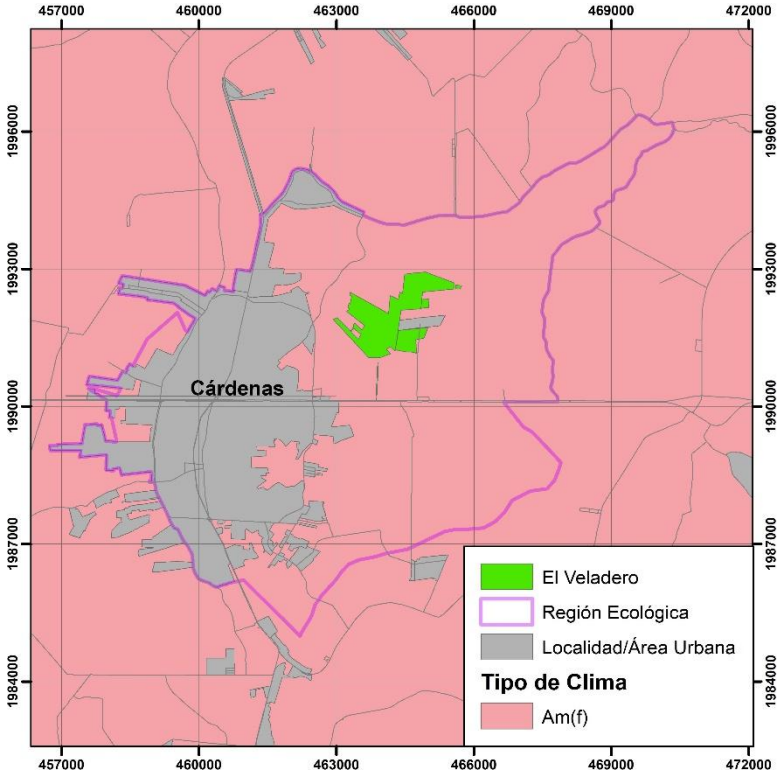


Figura III.4. Tipo de clima en la RE y sitio del proyecto.

El estado de Tabasco cuenta con valores de radiación solar importantes de acuerdo al Instituto de Investigaciones Eléctricas, el cual ha registrado un potencial de radiación promedio anual que se encuentra entre 4.5 y 5.5 kWh/m^2.

Para el análisis detallado de las condiciones climatológicas del sitio, se consultaron los registros de la estación meteorológica 27008, ubicada en Cardenas, que opera en un periodo de 1991 a 2020. Esta estación se localiza a una altitud de 25 m snmm, en la latitud 18.00111111° y la longitud -93.37638889 °

El comportamiento de la temperatura ambiental muestra una media anual de 26.5 °C. Los meses más cálidos son de abril a agosto, mientras que las temperaturas más bajas se registran en diciembre y enero. Por otro lado, la precipitación anual promedio es de 2056 mm.

III.2.3. Temperatura

Como ya se mencionó, en el municipio de Cárdenas cuenta con una estación meteorológica en la localidad del mismo nombre, que registra una temperatura media anual de 26.5 °C.

Tabla III.2. Temperatura media en la estación meteorológica 27008 en Cardenas de 1981 al 2010.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	23.2	24.2	26.2	28.5	29.1	28.3	28.2	28	27.3	26.1	24.7	23.7	26.5
Años con datos	30	30	30	30	30	29	30	30	30	30	30	29	

III.2.4. Precipitación

En el área de estudio, las mayores lluvias se presentan de agosto a septiembre. El mes de octubre presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un valor promedio de 349 mm. Por el contrario, el mes más seco es marzo, con un valor promedio de 37.5 mm. Así mismo la precipitación normal anual total en esta zona es de 2056 mm.

Tabla III.3. Precipitación en la estación meteorológica 27008 en Cardenas de 1981 al 2010.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	145.2	86.1	37.5	43.6	67.2	198	181	245.5	309.9	349.5	252.6	139.9	2056
Máx Mes	545.5	371.4	138.5	290	326	394.8	423.4	634	880.5	861	619.5	365	
Año Máx	2007	2002	2019	2008	2014	1993	1999	2007	2008	1999	1991	2015	
Máx Dia	263	143.5	40	280	155	100.5	143.5	180	300	290	220	115	
Fecha	17/07	01/02	19/09	14/08	01/14	26/93	10/98	09/12	27/08	18/11	03/91	20/05	
Años	28	28	28	28	28	27	28	28	27	27	27	26	

III.2.4.1. Fenómenos meteorológicos

En el área de influencia del proyecto se manifiestan distintos fenómenos meteorológicos con diversos grados de peligrosidad. El análisis de estos fenómenos se fundamenta en la información del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). A continuación, se describen los más relevantes para la zona.

El municipio enfrenta una vulnerabilidad alta ante distintos eventos climáticos:

1. Inundaciones y lluvias Intensas

- Causas principales: Las precipitaciones suelen ser muy elevadas, superando en ocasiones registros puntuales de casi 300 mm en ciertas comunidades durante temporales.
- Riesgos: La topografía del terreno y los escurrimientos de ríos provocan desbordamientos que afectan gravemente a la infraestructura y a las zonas rurales.

2. Ciclones Tropicales

- Trayectorias: Las tormentas y huracanes que impactan o rozan al estado de Tabasco provienen generalmente del Atlántico, cruzando hacia el Golfo de México.
- Efectos: Traen consigo vientos fuertes, marejadas y lluvias torrenciales que agravan las inundaciones preexistentes.

3. Erosión Costera

- Impacto: En zonas costeras del municipio de Cárdenas (como la comunidad El Alacrán y El Bosque), el aumento del nivel del mar y el fuerte oleaje han acelerado la pérdida de territorio, destruyendo viviendas e incomunicando localidades.

III.2.4.2. Geomorfología

Tabasco comparte con los estados de Veracruz, Chiapas y Campeche terrenos de la Llanura Costera del Golfo Sur, y con Chiapas, los de la provincia denominada Sierras de Chiapas y Guatemala.
El desarrollo histórico-geológico del territorio tabasqueño, determinado por eventos estratigráficos y estructurales del Mesozoico y Cenozoico, ha dado lugar a la base petrológica sobre la que se ha configurado el actual paisaje del estado.

Los factores geológicos que han influido en el modelado del relieve de esta entidad son: el tectonismo en sus fases de plegamiento y dislocación del paquete rocoso, que se manifiesta

en las sierras de Chiapas y Guatemala; y el relleno de cuencas marinas y lacustres con aportes de materiales terrestres, transportados por una compleja red de corrientes superficiales, en la Llanura Costera.

El límite entre ambas provincias está claramente marcado por un cambio de relieve local, manifiesto por un grueso paquete de calizas competentes, plegadas y fracturadas intensamente. La porción serrana está formada por cordones montañosos orientados hacia el noroeste, separados por valles sinclinales intermontanos angostos, que conservan la misma orientación de las estructuras de plegamiento y dislocación.

La topoforma que domina la Región Ecológica y que define sus características es la Llanura aluvial (Figura III.5).

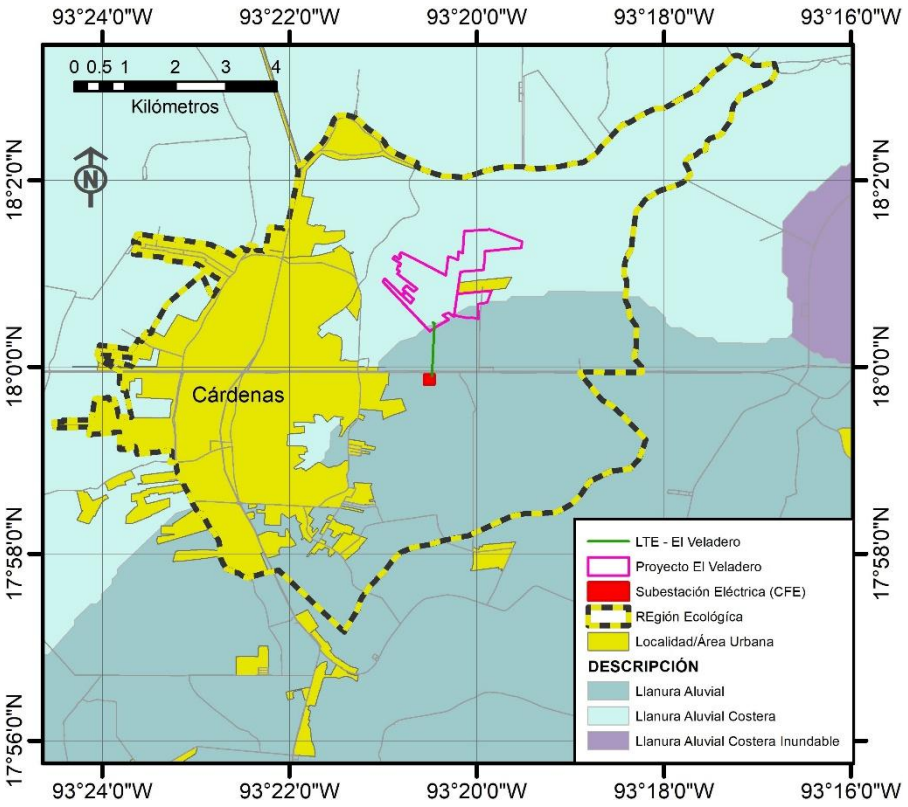


Figura III.5 Topoformas de la Región Ecológica y el sitio del proyecto.

III.2.4.3. Geología

En la Llanura Costera del Golfo Sur, que ocupa la mayor parte de Tabasco, destacan los fenómenos relacionados con depósitos fluviales, lacustres, palustres y litorales.

En Tabasco las rocas más antiguas que afloran son del Mesozoico (Cretácico Superior), por su constitución litológica indican la existencia de una plataforma donde las aguas someras y tranquilas propiciaron el depósito de sedimentos carbonatados biogenéticos.

Los estudios de PEMEX, a través de perforaciones profundas, han detectado rocas del Jurásico Superior en la Llanura Costera.

El Cenozoico está representado por una secuencia gruesa de rocas sedimentarias, principalmente marinas, calcáreas y arcillo-arenosas, tipo Flysch, del Terciario Inferior. En cambio, el Terciario Superior está evidenciado por rocas clásticas acumuladas en ambientes cercanos a la costa, así como por rocas volcánicas andesíticas que cubren discordantemente a las rocas del Cretácico y del Terciario Inferior.

Los depósitos del Cuaternario son los más extensos en la Llanura Costera del Golfo, entre ellos destacan los palustres, los aluviales, los litorales y los lacustres. Todos éstos se manifiestan como testigos del desarrollo de los ambientes actuales, desde el Plioceno hasta el presente.

Con base en la disposición y las características de las unidades expuestas en el área, así como por medio de los estudios de Geología del subsuelo, aplicando técnicas de sismología y perforaciones profundas, se pueden identificar dos fases tectónicas de deformación. Una de carácter compresivo, ocurrida durante el Terciario Inferior, que involucra incluso a los sedimentos del Oligoceno To (cz), To (eg), To (lu-ar). Esta deformación de tipo "decollement" o despegado de la cobertera, fue propiciada por la presencia de las masas salinas del Jurásico, que intrusionaron a los sedimentos suprayacentes y crearon la tendencia estructural en el subsuelo de las áreas de Reforma-Campeche.

Esta provincia se caracteriza por su relieve escaso, casi plano, con altitudes menores de 100 metros, las cuales están cortadas por amplios valles, resultado de la acumulación de grandes depósitos fluviales en diferentes medios, como el lacustre, el palustre y el litoral. Este relieve presenta extensas planicies de inundación y lagunas, entre las que destacan La Machona, Mecoacán, Sitio Grande y El Rosario.

La llanura costera es una planicie sedimentaria cuyo origen está íntimamente relacionado con la regresión del Atlántico, iniciada desde el Terciario Inferior y debida al relleno gradual de la cuenca Oceánica, donde fueron acumulados grandes volúmenes de materiales rocosos provenientes del continente. El rejuvenecimiento continuo de la plataforma costera ha permitido la erosión subsecuente de los depósitos marinos terciarios, que actualmente tienen poca elevación sobre el área.

En esta provincia, genéticamente desarrollada por grandes corrientes de agua sobre una zona de plataforma continental en ascenso, se ha formado un área de colmatación,donde

la carga transportada por las corrientes es depositada por ríos divagantes hacia el océano, dejando abandonados sus antiguos lechos y formando nuevas vías hacia el mar.

Peligro por erosión: De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, la región de La Chontalpa se encuentra dentro de una zonificación de peligro muy bajo de erosión. Cárdenas se encuentra en esta región.

Peligro por inestabilidad: De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, en la región de La Chontalpa se identificaron seis sitios con peligro bajo por inestabilidad de laderas y solo uno con nivel de peligro medio, Cárdenas no esta dentro de los seis sitios dentro de peligro.

Peligro sísmico del estado de Tabasco: El sur de México se ve afectado por un sin número de sismos debido a que se encuentra en una confluencia de placas tectónicas que interactúan entre sí desde hace millones de años y continuará así en el futuro por lo que el peligro sísmico en el estado estará siempre presente. La mayor parte de la corteza continental del estado de Tabasco se encuentra dentro de la placa Norte Americana la cual está en contacto tectónico con la placa Caribe a lo largo de la zona de fallas Polochic – Motagua. Estas dos placas a su vez se encuentran en contacto por subducción con la corteza oceánica de la placa de Cocos, (Thorne y Terry, 1995). En la zona de subducción conocida como fosa de Tehuantepec se generan sismos por interacción entre placas o sismicidad “interplaca” y se almacena y disipa energía sísmica dentro de la corteza continental. Así mismo se generan sismos “intraplaca” dentro de la corteza continental por la presencia de fallas geológicas activas. En Cárdenas, Tabasco se han integrado 62 registros sísmicos del periodo enero 2020 - mayo 2026 (S.S.N., 2026) publicados por el Servicio Sismológico Nacional.

III.2.4.4. Suelo

Los suelos constituyen el soporte de la vida terrestre del planeta e influyen indirectamente en los patrones de distribución de la fauna y en la localización de los asentamientos humanos y de las actividades productivas. Son estructuras naturales de material no consolidado que forman parte de la corteza terrestre y son un recurso esencial para el desarrollo de las acciones económicas básicas o primarias, entre las que se destacan; la agricultura, acuicultura, ganadería y silvicultura. El tipo de suelo se determina por el agrupamiento y la actualización de las unidades taxonómicas, su grado de degradación y su capacidad de uso.

La formación de los suelos se debe a la acción combinada de distintos factores: clima, topografía (relieve), material parental (litología), organismos y tiempo. En la región del proyecto, los suelos predominantes son vertisol (52.87%), Gleysol (23.29%), Arenosol (4.78%), Solonchak (4.49%), Phaeozem (1.48%), Regosol (0.76%), Fluvisol (0.40%),

Luvisol (0.35%) y Cambisol (0.04%). En este sentido, el área de la región ecológica se caracteriza principalmente por 9 unidades edafológicas (Tabla III.4).

Tabla III.4 Características de las unidades edafológicas dentro de la región ecológica.

Unidad edafológica	Características	Potencial
Arenosol	Suelos arenosos, propios de zonas costeras.	Vegetación natural propia del área
Cambisol	Suelos jóvenes y poco desarrollados, alta pedregosidad.	Agrícolas y de pastoreo
Gleysol	Suelos verdosos o azulosos, con alta acumulación de salitre.	Agrícolas y ganadería
Fluvisol	Suelos acarreados por el agua, con capas de arena, arcilla o grava.	Agrícolas y con alta fertilidad.
Luvisol	Son suelos que se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Son muy comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con marcada estacionalidad de lluvia y sequía.	Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado, sobre todo para la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar.
Phaeozem	Suelos ricos en materia orgánica y nutriente.	Agrícolas y ganadería
Regosol	Suelos sin horizontes visibles, color claro, en playas y dunas.	Pastoreo, rendimientos moderados en frutales y granos.
Solonchak	Suelos de lagunas costeras y lechos de lago.	Agrícola y pastoreo con bajos rendimientos
Vertisol	Son suelos muy comunes de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales y matorrales. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada.	Su uso agrícola, particularmente de riego, es muy extenso, variado y productivo.

Las actividades como la ganadería, la agricultura y el desarrollo urbano tienen en estos tipos de suelos tropicales restricciones serias, como la acidez, salinidad, topografía y profundidad. El desarrollo de las actividades económicas se planifica en contra de las condiciones naturales de los suelos, por lo que se deben plantear estrategias acordes a los tipos de suelos de la región.

Degradación de los suelos

La degradación ha sido un proceso integral, derivado del sobrepastoreo, la deforestación y el crecimiento urbano. En Tabasco se presentan diferentes grados de erosión, que ocurren en los márgenes de los ríos, laderas montañosas y en la planicie costera, asociados principalmente a los cambios de uso del suelo, que, al ver disminuida su cobertura natural, se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad erosiva.

III.2.4.5. Hidrología

El área del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-29 Coatzacoalcos (93.47%) y la Región Hidrológica RH-30 Grijalva – Usumacinta (6.53%). En el estado se unen dos de los ríos más importantes de México para su desembocadura al mar, el Grijalva y el Usumacinta.

En Tabasco se encuentra la red hidrológica más compleja a nivel nacional, además de que es uno de los estados con las mayores precipitaciones pluviales, y que no cuenta con la infraestructura adecuada para drenar el agua excedente. La gran cantidad de escurrimientos superficiales, así como el escaso relieve de la llanura costera, ha dado lugar a la formación de un drenaje: anastomosado, dendrítico y lagunar, por lo que se ha desarrollado un gran número de cuerpos de agua perennes e intermitentes de diferentes tamaños, pantanos y llanuras de inundación. El agua que escurre por Tabasco corresponde a la vertiente del Golfo de México.

A pesar de tener una extensa red hidrográfica, el impacto de las actividades humanas en las lagunas, mantos acuíferos y ríos del estado, presentan una alta tasa de degradación de estos recursos. En un estudio realizado por Ramos et al. (2012), mencionan que las principales fuentes de contaminación derivan de las actividades agrícolas, industria petrolera, ingenios azucareros, descargas domésticas e industriales sin tratamiento y otras fuentes no cuantificadas. Sólo la cuenca del Grijalva-Usumacinta en promedio recibe aproximadamente 270,678 Kg/día de sólidos suspendidos. Con todas estas descargas se afecta la disponibilidad del recurso para ciertas actividades. A pesar de que el estado realiza de manera periódica evaluaciones de calidad de agua, no se ejecutan acciones que minimicen la problemática de la contaminación.

El municipio de Cárdenas se localiza en la zona central de la Chontalpa Grande, en una de las áreas más planas e hidrológicamente complejas del estado de Tabasco. Según el Plan Hídrico Integral de Tabasco (PHIT, CONAGUA–IMTA, 2011) y los registros de INEGI (Regiones Hidrológicas RH29 y RH30), la porción de Cárdenas en la que se ubica el proyecto se encuentra bajo la influencia del Sistema Mezcalapa–Samaria–Carrizal (RH30 Grijalva–Usumacinta):

- Afecta la parte nororiental del municipio y sus bordes con Cunduacán y Comalcalco.
- La influencia proviene de los niveles variables del río Samaria, que recibe descargas controladas desde la presa Peñitas, y de los efectos combinados de lluvias locales y marea alta en los puntos de descarga.
- Durante eventos de lluvia extrema o desfogues, se presentan remansos e inundaciones en comunidades de la ribera baja y en drenes agrícolas colindantes

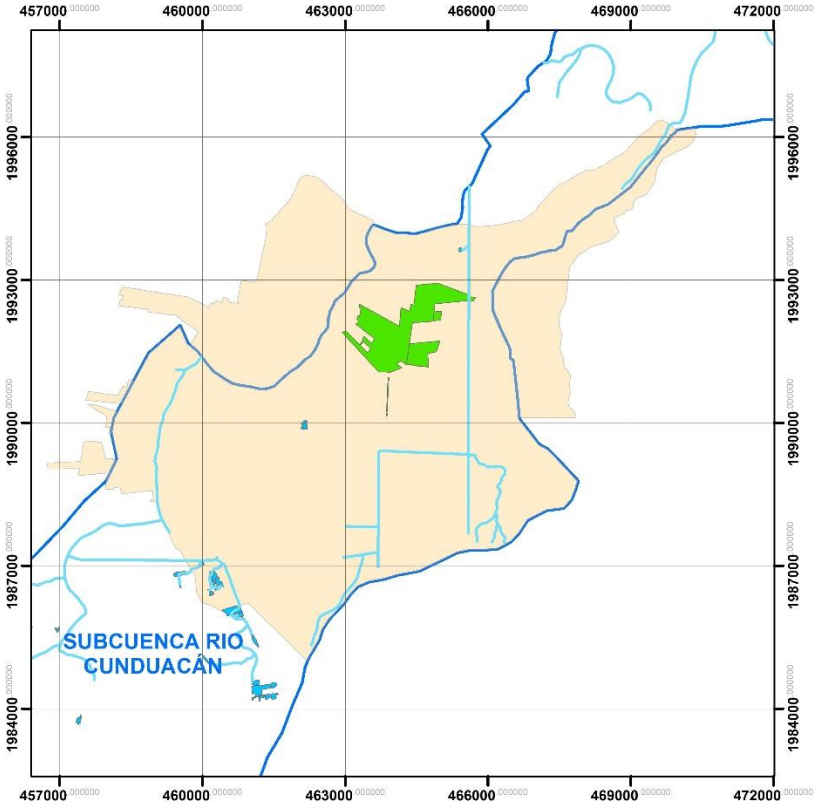


Figura III.6 Ubicación del sitio del proyecto y la RE respecto a la subcuenca Río Cunduacán.

III.2.4.6. Aire

En este aspecto, el área del proyecto en Cardenas presenta, en general, condiciones aceptables de calidad del aire.

La calidad del aire es aceptable, aunque puede existir un riesgo de salud moderado con algunos contaminantes para una cantidad muy reducida de personas inusualmente sensibles a la contaminación del aire.

Contaminante principal: $PM_{2.5}$ (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones).

III.2.5. Medio biótico: Vegetación.

- **Tipos de vegetación**

El espacio donde se ubica la región ecológica se caracterizaba en décadas anteriores por tener vegetaciones de tular (13.72%); popal (2.97%); selva alta, mediana y baja (2.31%); pastizal cultivado (0.51%); palmar inducido (0.26%) y área sin vegetación (0.06%).

Sin embargo, actualmente lo que menos abunda es la vegetación, la cual solo se encuentra en fases sucesionales secundarias de tipo arbustivo y arbóreo (20 %). La mayoría del territorio es de pastizal cultivado (25%) y de agricultura con cultivos anuales, semipermanentes y permanentes (30 %), así como de zonas urbanizadas (25%)

El área del proyecto posee actualmente una cantidad significativa de superficie con vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana y baja subperennifolia (70 %). El resto de su superficie posee agricultura (20 %) y 10 % de pastizal cultivado que sustenta ganadería extensiva de bovinos.

Los cambios en coberturas geográficas que ha sufrido la superficie de la región ecológica se ejemplifican mejor en las siguientes imágenes satelitales a lo largo de 3 décadas:



Figura III.7 Área del proyecto hace 30años, dominada por cultivos.



Figura III.8 Sitio del proyecto hace 20, con cultivos y vegetación incipiente.



Figura III.9 Sitio del proyecto actualmente con cultivo en reposo y acahual con aprovechamiento.

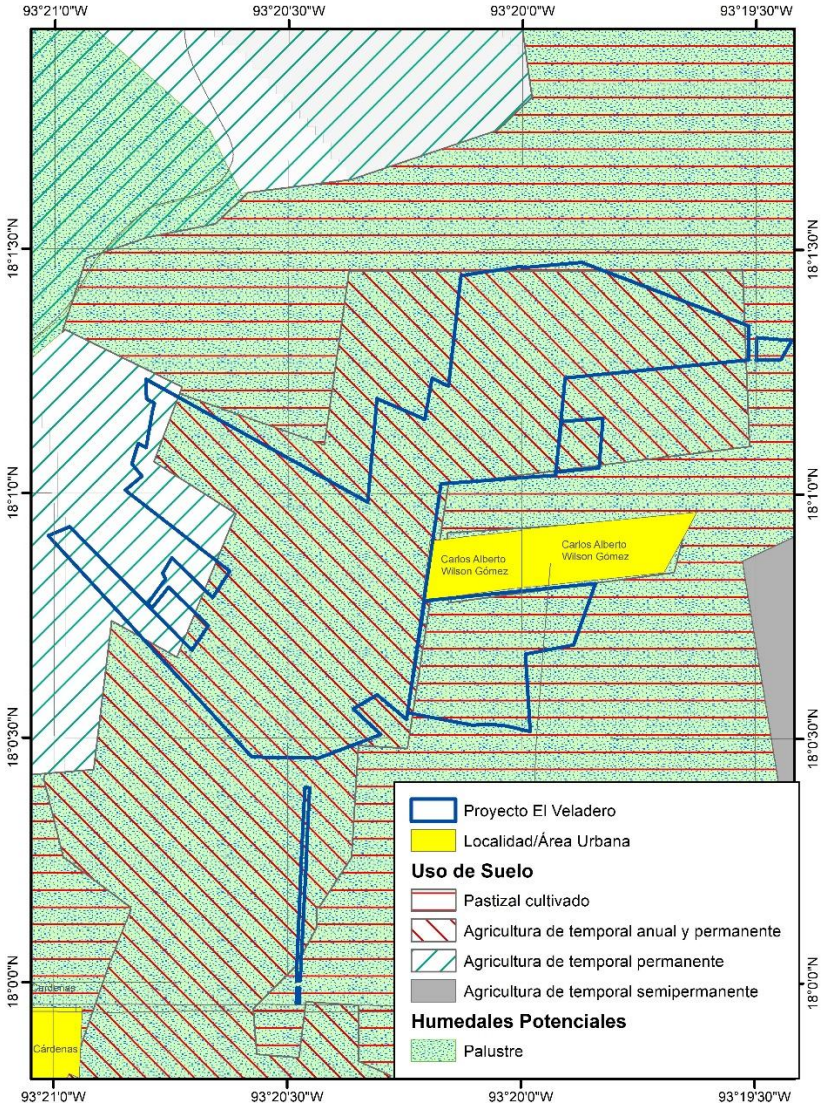


Figura III.10 Cobertura del terreno con humedales potenciales (actualmente inexixtentes) y usos agrícolas.

- **Estado de conservación de la vegetación en la región ecológica**

A continuación, se describen los tipos de vegetación presentes en la región ecológica:

a) Vegetaciones secundarias arbóreas y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

Este tipo de vegetación presenta características intermedias en su fisonomía y requerimientos climáticos entre las selvas perennifolias (siempre verdes) y las caducifolias (con hojas caedizas durante una temporada del año),se compone de un gran número de especies en los diferentes estratos que posee. Esta comunidad abarca 0.91 % de la

superficie estatal, se localiza principalmente al centro y oriente de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, esto es al sur y oriente de Villa el Triunfo, norte de Emiliano Zapata y norte de Balancán en la zona limítrofe con el estado de Campeche; prospera sobre llanuras y lomeríos que poseen suelos de tipo Gleysol sujetos a inundaciones, suelos maduros y ácidos tipo Luvisol y Acrisol y suelos ricos en arcillas como Vertisol; el rango altitudinal donde se presenta este biotipo es entre 200 y 350 msnm, crece bajo la influencia de climas cálido húmedos con abundantes lluvias de verano y cálidos subhúmedos con lluvias de verano. Surgen como consecuencia del abandono o de periodos de descanso en áreas agrícolas y ganaderas.

b) Pastizales cultivados

Comunidades dominadas por gramíneas que surge cuando se elimina la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación, también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Cubre aproximadamente 1 .28% de la superficie estatal. Se desarrolla bajo la influencia de muy variados tipos climáticos. En esta región se encuentra en climas cálidos húmedos con abundantes lluvias de verano, con precipitaciones que van de 2 000 a 2 500 mm anuales, sobre suelos profundos de textura fina tipo Gleysol, Vertisol y con alto contenido de sales tipo Solonchak, que durante la época más lluviosa del año permanecen inundados. Este tipo de vegetación se localiza en las márgenes del río Usumacinta, alrededor de las ciudades de Villahermosa y Emiliano Zapata, en los poblados Chicozapote, El Porvenir, Benito Juárez y Nicolás Bravo, entre otros. Generalmente se encuentra asociado con agricultura de temporal, pastizal cultivado, tular-popal, manglar y selva mediana subperennifolia.

Está formado por especies herbáceas que llegan a medir hasta dos metros de altura, sobresalen: *Pennisetum nervosum* (Camalote), *Hyparrhenia rufa* (Jaragua), *Paspalum notatum* (Zacate Bahía o Remolino), *Panicum maximum* (Zacate Guinea) y *Axonopus compressus* (Zacate Amargoso); distribuidos de manera dispersa entre el pastizal existen elementos arbustivos de *Acacia cornigera* (Cornezuelo).

c) Tular

La vegetación de tular está conformada por monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, enraizadas a los fondos poco profundos de donde sobresalen los tallos, las asociaciones más frecuentes están dominadas por *Typha latifolia* (Tule o espadaña) y *Cyperus giganteus* (Molinillo).

d) Popal

El popal tiene una fisonomía muy característica, lo conforman plantas herbáceas de 1 a 3 m de altura, con hojas grandes y anchas de color verde claro que sobresalen del agua y constituyen una masa muy compacta, la cual apenas deja entrever el pantano sobre el que se encuentra. Los elementos del popal son el quento, también llamado Popote u Hojilla (*Thalia geniculata*), y algunas especies de *Galathea* y *Heliconia*, que forman agrupaciones puras y mezcladas; se encuentran además: *Eichhornia crassipes* (Jacinto), *Pistia stratiotes* (Lechuga acuática) y otras.

- **Inventario florístico forestal de la caracterización de la vegetación en el área del proyecto (AIP).**

Para evaluar la condición de la vegetación presente en el área del proyecto y conocer qué especies se pueden encontrar, se llevó a cabo un monitoreo de la composición florística presente en el AiP, mediante el registro de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, en sitios de muestreo por cuadrantes. En el siguiente apartado se presenta el detalle de la metodología de muestreo del inventario florístico forestal

- **Metodología para el inventario florístico forestal**

Se realizó un muestreo de tipo estratificado por tipo de vegetación de afectación en el proyecto, lo que permitió conocer la riqueza y diversidad de flora.

Para ello, se establecieron sitios de muestreo de manera sistemática, con un área de 500 m^2 cada uno, considerando individuos cuyo DAP (diámetro a la altura del pecho) o DN (diámetro normal) fuera mayor a 7.5 cm. Cada sitio de muestreo midió 10 m de ancho y 50 m de largo orientado siempre hacia el norte geográfico.

Dentro de cada sitio de muestreo se consideraron individuos de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se midieron el diámetro basal, el diámetro normal, la altura total del fuste, la altura total del individuo, los diámetros de copa y la condición física y sanitaria.

Para el registro de cada estrato, se consideraron los siguientes aspectos.

Tabla III.5 Dimensiones utilizadas para las mediciones de individuos florísticos.

Estrato	Condiciones para el registro
Arbóreo	Todas aquellas especies con forma biológica arbórea, que presentaban un DAP mayor de 7.5 cm (en caso de estar presentes, se consideraron cactáceas con DAP > 7.5 cm.).
Arbustivo	Todas aquellas especies con forma biológica arbustiva, con DAP de entre 2 y 7.4 cm (en caso de estar presentes, se consideraron cactáceas con DAP entre 2-7.4 cm). No se les midió altura fustal pues no tienen importancia forestal directa, son reserva.

Herbáceo	Todas aquellas especies con forma biológica herbácea o no leñosas, no importando las medidas del DAP.
Epífitas	Todas aquellas especies con forma biológica epífita

Tabla IV.11 Sitios de muestreo de flora para el proyecto El Veladero, Tabasco.

No. SITIO	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE SUELO	PENDIENTE	COORDENADAS UTM	
				X	Y
1	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	464805	1992137
2	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	464934	1992160
3	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	465630	1992569
4	SMQ	Cambisol	0 - 5 %	465692	1992585
5	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	465559	1992645
6	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	465397	1992719
7	Vsa/SMQ	Regosol	0- 5%	465203	1992768
8	Vsa/SMQ	Regosol	2 - 5%	465009	1992637
9	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	464854	1992617
10	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	464856	1992487
11	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	464068	1991167
12	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	463671	1992211
13	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	463462	1992334
14	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	463317	1992411
Reg Ecol 1	Vsa/SMQ	Regosol	0 - 5%	465630	1992477
Reg Ecol 2	Vsa/SMQ	Regosol	0- 5%	463807	1990614
Reg Ecol 3	Vsa/SMQ	Regosol	0- 5%	463693	1989723

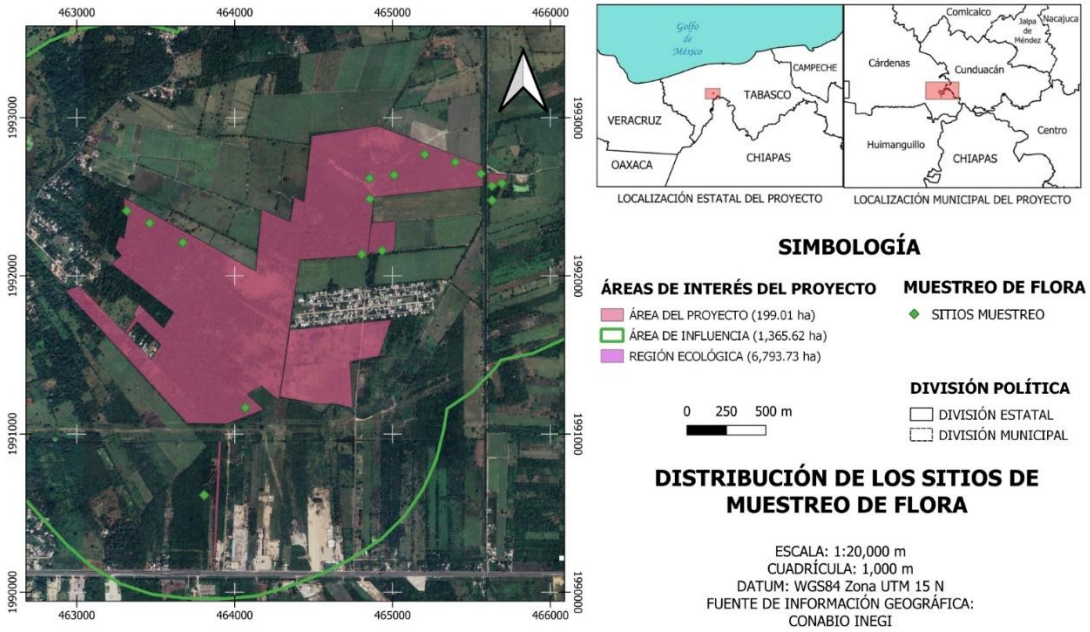


Figura III.11 Sitios de muestreo de flora.

- **Resultados del muestreo florístico en la región ecológica y el AiP**

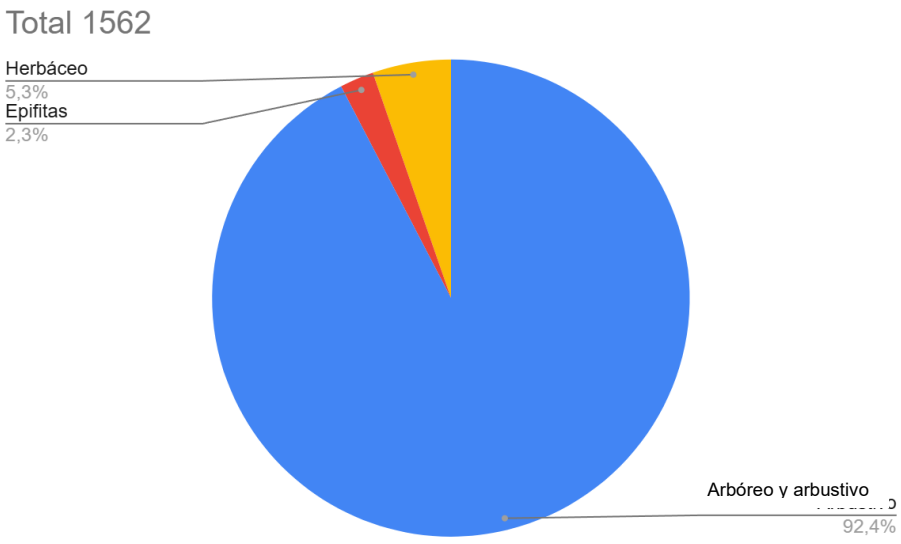


Figura III.12 Distribución del número de especies registradas según estrato.

Se muestra también un listado de las especies por estrato encontradas, así como el número de individuos presente por cada una.

Tabla III.6 Especies arbóreas y arbustivas encontradas durante el muestreo florístico.

Estrato	Especie	Número de individuos
Arbóreo y arbustivo	*Acacia mangium*	1
	Andira inermis	2
	Attalea cohune	1
	Bactris major	13
	Blepharidium guatemaltensis	3
	Bursera simaruba	1
	Casearia aculeata	103
	Casearia sylvestris	8
	Cecropia peltata	8
	Cedrela odorata	4
	Cestrum yucatanense	5
	Citharexylum spinosum	3
	Citrus limetta	11
	Coccoloba spicata	109
	Cochlospermum vitifolium	8
	Crateva tapia	4
	Eugenia axillaris	10
	Eugenia capulli	6
	Guazuma ulmifolia	60
	Haematoxylum campechianun	1
	Hamelia patens	5
	Hibiscus tiliaceus	236
	Malvaviscus arboreus	456
	Mangifera indica	1
	Margaritaria nobilis	8
	Nectandra salicifolia	2
	Parmentiera aculeata	22

Estrato	Especie	Número de individuos
	Piper marginatum	27
	Piper tuberculatum	19
	Pithecellobium lanceolatum	46
	Samanea saman	3
	Senegalia polyphylla	1
	Senna papillosa	25
	Spondias mombin	9
	Swietenia macrophylla	2
	Tabebuia rosea	59
	Tabernaemontana alba	59
	Thevetia ahouai	1
	Trichilia havanensis	3
	Trichilia hirta	1
	Trichilia martiana	27
	Trophis racemosa	65
	Vachellia cornigera	5

Se encontraron 43 especies de árboles y arbustos, entre las que destacan el tulipancillo (*Malvaviscus arboreus)*, el algodoncillo (*Hibisccus tiliaceus*), el uvero (*Coccoloba spicata*) y cedrón (*Casearia aculeata*).

Se registró una sola especie, la orquídea Monja (*Oeceoclades maculata*).

Tabla III.7 Orquídea encontrada durante el muestreo florístico.

Estrato	*Especie*	Número de individuos
Herbáceo	*Oeceoclades maculata*	36

Tabla III.8 Especies herbáceas encontradas durante el muestreo florístico.

Estrato	Especie	Número de individuos
Herbáceo	*Malanga trepadora*	8

Estrato	Especie	Número de individuos
	Lasiacis sloanei	2
	Desmodium incanum	6
	Malvaviscus arboreus	2
	Piper marginatum	1
	Paspalum fasciculatum	2
	Serjania triquetra	15
	Thalia geniculata	20
	Cyperus ochraceus	2
	Syngonium auritum	23
	Tabebuia rosea	2

Se registraron 11 especies de plantas herbáceas, entre las que destacan la Malanga trepadora (*Malanga trepadora*), el platanillo (*Thalia geniculata*), y el bejuco tronador (*Serjania triquetra*).

A continuación, se presentan algunas imágenes representativas del trabajo realizado en campo, ejemplares, toma de muestras, toma de medidas dasométricas, etcétera.



Medición de altura fustal en árboles



Medición de diámetro de copa arbórea



Medición de DAP en árboles.



Medición de altura en arbustos.



Medición de diámetro de copa en arbustos.



Medición de altura en herbáceas



Medición de diámetro de copa en herbáceas



Determinación de rumbos geográficos usando la brújula Brunton.



Pintado de estacas para delimitar sitios



Registro de datos de campo en bitácoras



Trazado de sitio para muestreo de árboles



Trazado de sitio para muestreo de arbustos



Trazado de sitio para muestreo de hierbas

III.2.6. Medio biótico: Fauna

La calidad ambiental de la región ecológica se encuentra determinada, entre otros factores, por la riqueza, estructura y diversidad faunística (Jorgensen, 2005); en este sentido, el acercamiento al estatus que guarda este factor ambiental es fundamental para determinar el grado de conservación que mantiene y las fuentes de deterioro que les están afectando, lo cual constituye una base que permite determinar el grado de integridad funcional del ecosistema.

Cabe mencionar que, si bien el grupo más abundante y diversificado del planeta es el de los invertebrados, existen diversos factores que complican el estudio de estos grupos taxonómicos, como la escala espacial de la distribución: en el caso de los ácaros del suelo, la escala espacial es muy reducida y presenta grandes variaciones a pequeñas escalas, por lo que resulta muy costoso y, en parte, inútil realizar muestreos representativos para áreas relativamente extensas; la estacionalidad, ya que determinadas especies tienen su etapa adulta (muchas veces la más visible), reducida a un periodo de tiempo muy corto, presentándose el resto del año como formas resistentes (huevos, larvas), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. Los muestreos representan altas dificultades taxonómicas derivadas del conocimiento precario que existe en el territorio mexicano y existen dificultades para la clasificación de estos organismos.

Siendo las razones antes expuestas, las que permitieron determinar que los grupos faunísticos a considerar serán los de los vertebrados que, aunque las dificultades no son menores, la información sobre estos grupos taxonómicos es más amplia, por lo que pueden ser usados como indicadores de la estabilidad de una zona determinada y permitir generar una caracterización integral de la región ecológica.

Los resultados que se esperan mediante la recopilación, monitoreo y análisis de la información van a permitir obtener conclusiones respecto a la distribución de los grupos de vertebrados, así como su estado de conservación, su diversidad asociada a los diferentes tipos de asociaciones vegetales, su vulnerabilidad, endemismos, además de la identificación de especies potenciales que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN; con la finalidad de poder deducir precisiones respecto a su presencia potencial.

Además, en la medida de lo posible, la información fue corroborada en campo mediante muestreos específicos para cada grupo de vertebrados estudiado, obteniendo como resultado conclusiones respecto a la calidad de la región ecológica en el cual se pretende establecer el proyecto.

- **Marco de referencia nacional**

En la actualidad, las tendencias relacionadas con el estudio de la diversidad biológica contemplan tres niveles: el genético, que involucra la diversidad de genes, alelos y proteínas; el específico, que se circunscribe en la cuantificación del número total de especies y endemismos; y el de ecosistemas, que contempla las interacciones intraespecíficas, y aquellas con elementos abióticos (Boero, 2010).

Entre los países latinoamericanos considerados como megadiversos se encuentra México, junto con Brasil, Colombia y Perú (Lamoreaux et al., 2006); ya que se ha estimado que alberga aproximadamente el 10% de la diversidad biológica mundial. La singularidad de la diversidad de las especies mexicanas radica no sólo en el número de taxones sino a su exclusividad o endemismo (Leroux y Schmiegelow, 2007; Velasco de León et al., 2007).
Uno de los factores que podría influir en la alta biodiversidad del país es su posición entre la zona de transición de las regiones biogeográficas neártica y neotropical; lo que implica una variedad de climas, rangos altitudinales, su orografía y tipos de vegetación. Sin embargo, la diversidad biológica no se distribuye de manera uniforme y se ha documentado que existen gradientes en los que se identifican sitios con mayor diversidad que otros, hecho que parece estar determinado por la latitud, la elevación y factores asociados como la precipitación, el tipo de suelo, entre otros (Arita, 1997); aunque, una región que presente un alto número de especies no necesariamente va a poseer una alta cantidad de endemismos.

El territorio mexicano alberga áreas de mayor riqueza de especies y otras que poseen numerosos endemismos, las cuales varían por grupo taxonómico; tal es el caso del grupo de las aves, las cuales en la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia son las más ricas en número de especies, sin embargo, los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña son las zonas que presentan más endemismos (Navarro et al., 2014); en el caso de los mamíferos, se reconoce que el Eje Neovolcánico Transversal es el sitio de mayor número de endemismos (Escalante et al., 2009) pero la ecorregión de bosques templados es la más rica en cuanto a número de especies totales (Sánchez-Cordero et al., 2014).

Debido a la riqueza de especies que alberga México, es que se encuentra en el primer lugar en riqueza de reptiles, el tercero en mamíferos, quinto en anfibios y onceavo en aves (Ceballos et al. 2006). Además, los porcentajes de especies endémicas que se reportan para el país es alto, ya que se encuentra en el tercer lugar en vertebrados endémicos, después de Indonesia y Australia. Los porcentajes de endemismo se encuentran entre el 10.4 y 58.9%, mientras que otros países centroamericanos tienen valores entre 0.5 y 28.4%. La estimación de la riqueza faunística alcanza las 2,954 especies, considerando, además que el territorio es de menores dimensiones que Canadá, Estados Unidos y sus territorios

(incluyendo las islas en otros continentes), países que en su conjunto albergan cerca de 2,187 especies.

México destaca más por el número total de especies y por los porcentajes de endemismo que hay en el país (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1994). No obstante que, la distribución de los vertebrados terrestres no es homogénea en el territorio mexicano, toda vez que existen regiones con altas concentraciones de especies en general o de especies endémicas en particular (Ceballos et al. 2006).

Derivado de las condiciones fisiográficas del país, así como su extensión, permiten una gran variedad de fauna silvestre, aunque la actividad transformadora de la sociedad, aunada a los factores causantes de deterioro ecológico, en los últimos años ha afectado este recurso. La fauna silvestre es y ha sido uno de los elementos de gran importancia en el desarrollo de la humanidad.

La diversidad herpetofaunística en México constituye uno de los elementos más importantes de la fauna del país. La diversidad que posee el grupo de los anfibios sitúa a México como el quinto país más diverso a nivel mundial, ya que poseen un grado de endemismo del 67% (252) de sus especies. Este grupo taxonómico se encuentra representado por 16 familias que equivalen al 21.62% con respecto a la riqueza a nivel mundial, 54 géneros (9.87%) y 376 especies (5.23%; Parra-Olea, et al. 2014).

Mientras que en el caso de los reptiles hay 864 especies, de las cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, 3 anfisbénidos, 3 cocodrilos y 48 tortugas. Estas especies se incluyen en 159 géneros y 40 familias, que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. Además, el 57.1% de las especies son endémicas (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

Ahora bien, se estima que existen alrededor de 10,507 especies de aves en el mundo, de las cuales, en México se reportan entre 1,123 (AOU, 2013) y 1,150 (Gill y Donsker, 2013), que representa cerca del 11% del total mundial. Este porcentaje es mayor al que existe en Estados Unidos y Canadá en conjunto. Derivado de la diversidad avifaunística que existe en el territorio mexicano, lo coloca en el onceavo lugar entre los países megadiversos del mundo y en el cuarto en cuanto a la proporción de especies endémicas. De las categorías supraespecíficas de aves del mundo, en México se presentan 26 (65%) órdenes, 95 (41%) familias y 493 (22%) géneros (Navarro-Sigüenza, et al., 2014).

Finalmente, en cuanto a la biodiversidad de mamíferos México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005) y el segundo lugar en especies endémicas con 157 (28%). De acuerdo con diversos autores, existen 564 especies de mamíferos silvestres, lo que representa aproximadamente el 13% de la diversidad mundial; estas especies se encuentran distribuidas en 46 familias y 200 géneros (Sánchez-Cordero, et al., 2014). Sin embargo, el estado de conservación de este grupo

indica que existen problemas ambientales severos, ya que 7 especies se han extinguido o desaparecido en el último siglo, y 295, que equivale al 52.3% del total, se encuentran clasificadas en alguna categoría de riesgo (CONABIO y SEMARNAT, 2009).

Es por ello que la riqueza biológica no solo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometido a numerosas amenazas (Edwards y Abivardi, 1998). Es innegable que el crecimiento poblacional en México y en el mundo genera demandas de infraestructura e insumos, por ello, en México y en el mundo, se reconocen como los principales factores que amenazan la riqueza y el endemismo de las especies al cambio de uso de suelo, la explotación no racional de los recursos naturales y al cambio climático.

- **Metodología**

Los inventarios biológicos son una herramienta fundamental para la toma de decisiones respecto a la conservación de la biodiversidad (Sánchez et al., 2011), sin embargo, es importante incrementar el esfuerzo para tener acceso a información más detallada, tal como, conocer el estado de conservación global y nacional de la especie, conocer el ámbito general donde se ha inferido su distribución en el país, conocer su área de ocupación real, identificar los tipos de ecosistemas y hábitat en los que existe, los tipos de movimiento que suele efectuar y la extensión de los mismos e indagar, en la región donde se halla un predio, si la población local de la especie es solo parte de una unidad poblacional mayor, que entre otros aspectos, formarán un marco de referencia mínimo a considerar antes de la toma de decisiones.

Los objetivos del estudio se centran en conocer la fauna de éste, en acuerdo a los objetivos de la presente MIA-R. No obstante, el grupo de los peces queda excluido del presente reporte debido a la ausencia de cualquier tipo de cuerpo de agua, ríos o arroyos que pudieran albergar poblaciones de este grupo. Las poblaciones de invertebrados, si bien son importantes desde múltiples aspectos, la particularidad del proyecto no representa situaciones específicas de presión negativa, en virtud de la resiliencia de sus poblaciones, su amplia distribución y sus mecanismos homeostáticos para restaurar efectos negativos derivados de la acción del hombre.

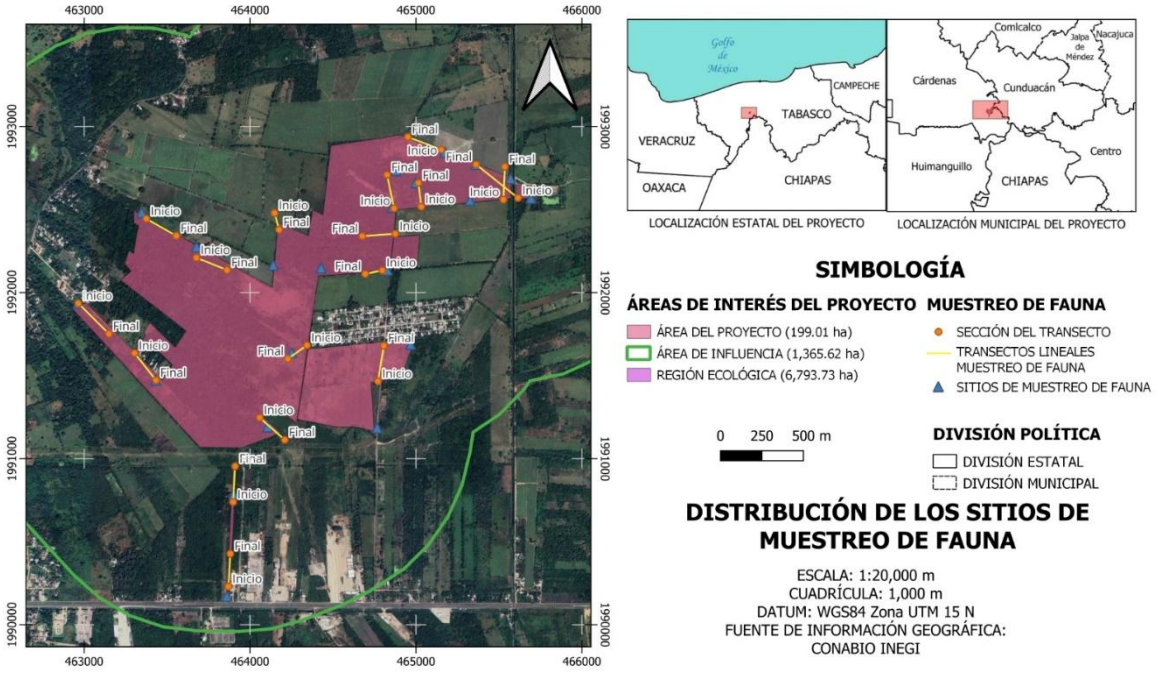


Figura III.13 Sitios de muestreo de fauna.

Se encontraron 331 ejemplares de aves (88.97 % de toda la fauna), 31 ejemplares de reptiles (8.33 % de toda la fauna) y 10 ejemplares de mamíferos (2.68 % de toda la fauna).

Se encontraron 60 especies de aves: *Amazilia rutila, Amazilia tzacatl, Aramides albiventris, Ardea ibis, Campylorrhinchus zonatus, Caracara plancus, Coragyps atratus, Cardinalis, cardinalis, Cathartes aura, Coccyzus americanus, Columbina inca, Columbina talpacoti, Contopus bogotensis, Contopus virens, Crotophaga sulcirostris, Cyanocorax mori, Cyclarhis gujanensis, Dives dives, Elanus leucurus, Empidonax minimus, Euphonia hirundinacea, Eupsittula nana, Geranospiza caerulescens, Glaucidium brasilianum, Icterus gularis, Laterallus ruber, Leptotila verreauxi, Megarynchus pitangua, Melanerpes aurifrons, Momotus lessonii, Myiarchus crinitus, Myiarchus tuberculifer, Myiozetetes similis, Nyctidromus albicollis, Ortalis vetula, Pampa curvipennis, Patagioenas cayennensis, Patagioenas flavirostris, Phaethornis strigularis, Pheugopedius maculipectus, Playa cayana, Pitangus sulphuratus, Quiscalus mexicanus, Rupornis magnirostris, Saltator grandis, Saltator atriceps, Sporophila torqueola, Streptopelia decaocto, Thamnophilus doliatus, Thraupis abbas, Thraupis episcopus, Tigrisoma mexicanum, Turdus grayi, Troglodytes musculus, Trogon melanocephalus, Tyrannus couchii, Tyrannus melancolichus, Volatinia jacarina* y *Zenaida asiatica*.

Tabla III.9 Aves potenciales de la Llanura Costera de Tabasco y aves observadas en el sitio del proyecto (SP).

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Tinamus major	Tinamú Mayor	A	LC	ne	10	R	No
Crypturellus soui	Tinamú Menor	A	LC	ne	11	R	No
Crypturellus cinnamomeus	Tinamú Canelo	Pr	LC	ne	14	R	No
Crypturellus boucardi	Tinamú Jamuey	A	VU	ne	16	R	No
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	sc	LC	ne	8	R	No
Dendrocygna bicolor	Pijije Canelo	sc	LC	ne	9	R	No
Anser albifrons	Ganso Careto Mayor	sc	LC	ne	8	MI	No
Cairina moschata	Pato Real	P	LC	ne	13	R	No
Aix sponsa	Pato Arcoíris	sc	LC	ne	7	MI	No
Spatula discors	Cerceta Alas Azules	sc	LC	ne	7	MI	No
Spatula cyanoptera	Cerceta Canela	sc	LC	ne	13	MI,R	No
Spatula clypeata	Pato Cucharón Norteño	sc	LC	ne	7	MI	No
Mareca strepera	Pato Friso	sc	LC	ne	8	MI	No
Mareca americana	Pato Chalcuán	sc	LC	ne	10	MI	No
Anas acuta	Pato Golondrino	sc	LC	ne	12	MI	No
Anas crecca	Cerceta Alas Verdes	sc	LC	ne	8	MI	No
Aythya valisineria	Pato Coacoxtle	sc	LC	ne	10	MI	No
Aythya americana	Pato Cabeza Roja	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Aythya collaris	Pato Pico Anillado	sc	LC	ne	8	MI	No
Aythya affinis	Pato Boludo Menor	sc	LC	ne	11	MI	No
Nomonyx dominicus	Pato Enmascarado	A	LC	ne	11	R	No
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	sc	LC	ne	11	R	Si
Penelope purpurascens	Pava Cojolita	A	NT	ne	15	R	No
Crax rubra	Hocofaisán	A	VU	ne	16	R	No
Colinus virginianus	Codorniz Cotuí	sc	NT	ne	12	R	No
Odontophorus guttatus	Codorniz Bolonchaco	Pr	LC	ne	15	R	No
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Pr	LC	ne	8	R	No
Podilymbus podiceps	Zambullidor Pico Grueso	sc	LC	ne	7	R,MI	No
Columba livia	Paloma Común	sc	LC	Exo	7	R	No
Patagioenas cayennensis	Paloma Colorada	sc	LC	ne	9	R	Si
Patagioenas speciosa	Paloma Escamosa	Pr	LC	ne	11	R	No
Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	sc	LC	ne	12	R	Si
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	sc	LC	ne	8	R	Si
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	sc	LC	ne	9	R	No
Columbina minuta	Tortolita Pecho Liso	sc	LC	ne	8	R	No
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	sc	LC	ne	5	R	Si
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	sc	LC	ne	8	R	Si
Leptotila plumbeiceps	Paloma Cabeza Gris	sc	LC	ne	15	R	No
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	sc	LC	ne	7	R,MI	Si
Zenaida macroura	Huilota Común	sc	LC	ne	6	R,MI	No
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	sc	LC	ne	7	R	Si
Tapera naevia	Cuclillo Rayado	sc	LC	ne	8	R	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Piaya cayana	Cuclillo Canelo	sc	LC	ne	9	R	Si
Coccyzus americanus	Cuclillo Pico Amarillo	sc	LC	ne	12	MV,T	Si
Coccyzus minor	Cuclillo Manglero	sc	LC	ne	14	R	No
Chordeiles acutipennis	Chotacabras Menor	sc	LC	ne	8	MV,MI,R	No
Chordeiles minor	Chotacabras Zumbón	sc	LC	ne	11	MV,T	No
Nyctidromus albicollis	Chotacabras Pauraque	sc	LC	ne	7	R	Si
Nyctibius jamaicensis	Pájaro Estaca Norteño	sc	LC	ne	14	R	No
Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	sc	VU	ne	13	T	No
Chaetura vauxi	Vencejo de Vaux	sc	LC	ne	13	R,T	No
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	sc	LC	ne	5	R	Si
Anthracothorax prevostii	Colibrí Garganta Negra	sc	LC	ne	11	R,MV,MI	No
Archilochus colubris	Colibrí Garganta Rubí	sc	LC	ne	8	MI,T	No
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental	sc	LC	ne	10	R	No
Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	sc	LC	ne	11	R	No
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	sc	LC	CE	11	R	No
Amazilia tzacatl	Colibrí Cola Canela	sc	LC	ne	9	R	Si
Chlorestes candida	Colibrí Cándido	sc	LC	ne	12	R	No
Phaethornis strigularis	Colibrí Ermitaño Enano	pr	LC	ne	13	R	Si
Amaurolimnas concolor	Rascón Canelo	A	LC	ne	15	R	No
Aramides axillaris	Rascón Cuello Canela	A	LC	ne	15	R	No
Aramides albiventris	Rascón Nuca Canela	sc	LC	ne	12	R	Si
Porzana carolina	Polluela Sora	sc	LC	ne	9	MI,R	No
Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja	sc	LC	ne	10	R,MI	No
Fulica americana	Gallareta Americana	sc	LC	ne	8	R,MI	No
Porphyrio martinicus	Gallineta Morada	sc	LC	ne	11	R,MI	No
Laterallus ruber	Polluela Canela	sc	LC	ne	11	R	Si
Heliornis fulica	Pájaro Cantil	Pr	LC	ne	11	R	No
Aramus guarauna	Carrao	A	LC	ne	10	R	No
Hesperoburhinus bistriatus	Alcaraván Americano	sc	LC	ne	10	R	No
Himantopus mexicanus	Monjita Americana	sc	LC	ne	8	R,MI	No
Recurvirostra americana	Avoceta Americana	sc	LC	ne	11	MI,R	No
Haematopus palliatus	Ostrero Americano	sc	LC	ne	14	R,MI	No
Pluvialis squatarola	Chorlo Gris	sc	VU	ne	10	MI	No
Charadrius vociferus	Chorlo Tildío	sc	NT	ne	10	R,MI	No
Charadrius semipalmatus	Chorlo Semipalmeado	sc	LC	ne	12	MI	No
Anarhynchus wilsonia	Chorlo Pico Grueso	sc	LC	ne	16	R,MI	No
Anarhynchus collaris	Chorlo de Collar	sc	LC	ne	11	R	No
Anarhynchus nivosus	Chorlo Nevado	A	NT	ne	15	MI,MV,R	No
Jacana spinosa	Jacana Norteña	sc	LC	ne	10	R	No
Bartramia longicauda	Zarapito Ganga	sc	LC	ne	11	T	No
Numenius phaeopus	Zarapito Trinador	sc	LC	ne	12	MI	No
Numenius americanus	Zarapito Pico Largo	sc	LC	ne	12	MI	No
Limosa fedoa	Picopando Canelo	A	VU	ne	15	MI	No
Arenaria interpres	Vuelvepiedras Rojizo	sc	NT	ne	12	MI	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Calidris himantopus	Playero Zancón	sc	NT	ne	12	MI,T	No
Calidris alba	Playero Blanco	sc	LC	ne	11	MI	No
Calidris minutilla	Playero Diminuto	sc	NT	ne	9	MI	No
Calidris fuscicollis	Playero Rabadilla Blanca	sc	VU	ne	13	T	No
Calidris melanotos	Playero Pectoral	sc	LC	ne	13	T,MI	No
Calidris pusilla	Playero Semipalmeado	sc	NT	ne	13	T,MI	No
Calidris mauri	Playero Occidental	A	LC	ne	12	MI,T	No
Limnodromus griseus	Costurero Pico Corto	sc	VU	ne	14	MI	No
Limnodromus scolopaceus	Costurero Pico Largo	sc	NT	ne	12	MI	No
Gallinago delicata	Agachona Norteamericana	sc	LC	ne	9	MI	No
Actitis macularius	Playero Alzacolita	sc	LC	ne	10	MI	No
Tringa solitaria	Playero Solitario	sc	LC	ne	11	MI	No
Tringa flavipes	Patamarilla Menor	sc	VU	ne	13	MI	No
Tringa semipalmata	Playero Pihuiuí	sc	LC	ne	14	MI	No
Tringa melanoleuca	Patamarilla Mayor	sc	NT	ne	11	MI	No
Leucophaeus atricilla	Gaviota Reidora	sc	LC	ne	9	MI,R	No
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin	sc	LC	ne	14	T	No
Sternula antillarum	Charrán Mínimo	Pr	LC	ne	14	R,MV	No
Gelochelidon nilotica	Charrán Pico Grueso	sc	LC	ne	13	R,MI	No
Hydroprogne caspia	Charrán del Caspio	sc	LC	ne	12	MI,R	No
Chlidonias niger	Charrán Negro	sc	LC	ne	13	T,MI	No
Thalasseus maximus	Charrán Real	sc	LC	ne	11	MI,R	No
Rynchops niger	Rayador Americano	sc	LC	ne	14	MI,R	No
Jabiru mycteria	Cigüeña Jabirú	P	LC	ne	12	R	No
Mycteria americana	Cigüeña Americana	Pr	LC	ne	12	MI,R	No
Fregata magnificens	Fragata Tijereta	A	LC	ne	16	R	No
Anhinga anhinga	Anhinga Americana	sc	LC	ne	9	R	No
Nannopterum auritum	Cormorán Orejón	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Nannopterum brasilianum	Cormorán Neotropical	sc	LC	ne	6	R	No
Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano Blanco Americano	sc	LC	ne	10	MI	No
Pelecanus occidentalis	Pelícano Café	sc	LC	ne	10	R,MI	No
Botaurus pinnatus	Avetoro Neotropical	A	LC	ne	10	R	No
Botaurus lentiginosus	Avetoro Norteño	A	LC	ne	12	MI,R	No
Botaurus exilis	Avetoro Menor	Pr	LC	ne	10	MI,R	No
Tigrisoma mexicanum	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC	ne	12	R	Si
Ardea herodias	Garza Morena	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Ardea alba	Garza Blanca	sc	LC	ne	7	MI,R	No
Egretta thula	Garza Dedos Dorados	sc	LC	ne	7	MI,R	No
Egretta caerulea	Garza Azul	sc	LC	ne	12	MI,R	No
Egretta tricolor	Garza Tricolor	sc	LC	ne	12	MI,R	No
Egretta rufescens	Garza Rojiza	P	NT	ne	15	MI,R	No
Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental	sc	LC	Exo	9	R,MI	Si
Butorides virescens	Garcita Verde	sc	LC	ne	12	R,MI	No
Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra	sc	LC	ne	11	R,MI	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Nyctanassa violacea	Garza Nocturna Corona Clara	sc	LC	ne	12	R,MI	No
Cochlearius cochlearius	Garza Cucharón	sc	LC	ne	10	R	No
Eudocimus albus	Ibis Blanco	sc	LC	ne	12	R,MI	No
Plegadis falcinellus	Ibis Cara Oscura	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Plegadis chihi	Ibis Ojos Rojos	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Platalea ajaja	Espátula Rosada	sc	LC	ne	10	MI,R	No
Coragyps atratus	Zopilote Común	sc	LC	ne	4	R	Si
Cathartes aura	Zopilote Aura	sc	LC	ne	5	R	Si
Cathartes burrovianus	Zopilote Sabanero	Pr	LC	ne	8	R	No
Pandion haliaetus	Águila Pescadora	sc	LC	ne	7	MI,R	No
Elanus leucurus	Milano Cola Blanca	sc	LC	ne	11	R	Si
Leptodon cayanensis	Gavilán Cabeza Gris	Pr	LC	ne	13	R	No
Spizaetus ornatus	Águila Elegante	P	NT	ne	14	R	No
Circus hudsonius	Gavilán Rastrero	sc	LC	ne	11	MI,R	No
Ictinia plumbea	Milano Plomizo	Pr	LC	ne	10	MV	No
Busarellus nigricollis	Aguililla Canela	Pr	LC	ne	12	R	No
Geranospiza caerulescens	Gavilán Zancón	A	LC	ne	11	R	Si
Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	Pr	LC	ne	9	R	No
Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Pr	LC	ne	11	R,MV	No
Buteogallus urubitinga	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC	ne	11	R	No
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	sc	LC	ne	6	R	Si
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla Cola Blanca	Pr	LC	ne	10	R	No
Buteo plagiatus	Aguililla Gris	sc	LC	ne	8	R	No
Buteo brachyurus	Aguililla Cola Corta	sc	LC	ne	9	R	No
Buteo albonotatus	Aguililla Aura	Pr	LC	ne	10	MI,MV,R	No
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	sc	LC	ne	6	R,MI	No
Tyto furcata	Lechuza Americana	sc	LC	ne	9	R	No
Bubo virginianus	Búho Cornudo	sc	LC	ne	8	R	No
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	sc	LC	ne	8	R	Si
Strix virgata	Búho Café	sc	LC	ne	11	R	No
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	sc	LC	ne	12	R	Si
Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña	sc	LC	ne	10	R	No
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra	sc	LC	ne	11	R	Si
Megaceryle torquata	Martín Pescador de Collar	sc	LC	ne	8	R	No
Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño	sc	LC	ne	10	MI	No
Chloroceryle amazona	Martín Pescador Amazónico	sc	LC	ne	11	R	No
Chloroceryle aenea	Martín Pescador Enano	sc	LC	ne	11	R	No
Chloroceryle americana	Martín Pescador Verde	sc	LC	ne	9	R	No
Pteroglossus torquatus	Tucancillo Collarejo	Pr	LC	ne	13	R	No
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	sc	LC	ne	8	R	Si
Sphyrapicus varius	Carpintero Moteado	sc	LC	ne	6	MI	No
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	sc	LC	ne	9	R	No
Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo	sc	LC	ne	11	R	No
Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	sc	LC	ne	9	R	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Herpetotheres cachinnans	Halcón Guaco	sc	LC	ne	10	R	No
Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC	ne	11	R	No
Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos	sc	LC	ne	8	R	Si
Falco sparverius	Cernícalo Americano	sc	LC	ne	10	R,MI	No
Falco columbarius	Halcón Esmerejón	sc	LC	ne	7	MI	No
Falco femoralis	Halcón Fajado	A	LC	ne	13	R	No
Falco rufigularis	Halcón Murcielaguero	sc	LC	ne	11	R	No
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Pr	LC	ne	9	R,MI	No
Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Pr	LC	ne	12	R	Si
Pyrilia haematotis	Loro Cabeza Oscura	P	LC	ne	15	R	No
Pionus senilis	Loro Corona Blanca	A	LC	ne	14	R	No
Amazona albifrons	Loro Frente Blanca	Pr	LC	ne	13	R	No
Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	A	LC	ne	14	R	No
Amazona oratrix	Loro Cabeza Amarilla	P	EN	CE	20	R	No
Tityra semifasciata	Titira Puerquito	sc	LC	ne	9	R	No
Tityra inquisitor	Titira Pico Negro	sc	LC	ne	11	R	No
Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón Canelo	sc	LC	ne	14	R	No
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	sc	LC	ne	11	R	No
Platyrinchus cancrominus	Mosquerito Pico Chato	Pr	LC	ne	15	R	No
Oncostoma cinereigulare	Mosquerito Pico Curvo	sc	LC	ne	13	R	No
Todirostrum cinereum	Mosquerito Espatulilla Común	sc	LC	ne	7	R	No
Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito Ojos Blancos	sc	LC	ne	9	R	No
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón	sc	LC	ne	10	R	No
Myiopagis viridicata	Mosquerito Chichihi	sc	LC	ne	11	R	No
Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia Copetón	sc	LC	ne	7	R	No
Attila spadiceus	Mosquero Atila	sc	LC	ne	11	R	No
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	sc	LC	ne	9	R	Si
Myiarchus crinitus	Papamoscas Viajero	sc	LC	ne	8	MI,T	Si
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	sc	LC	ne	9	R,MV	No
Larus smithsonianus	Gaviota Plateada Americana	sc	LC	ne	11	MI	No
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	sc	LC	ne	5	R	Si
Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	sc	LC	ne	7	R	Si
Myiozetetes similis	Luisito Común	sc	LC	ne	5	R	Si
Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	sc	LC	ne	11	MV	No
Tyrannus couchii	Tirano Cuir	sc	LC	ne	10	R	Si
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	sc	LC	ne	4	R	Si
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	sc	LC	SE	9	R,MI	No
Tyrannus verticalis	Tirano Pálido	sc	LC	ne	9	MI,T,MV	No
Tyrannus tyrannus	Tirano Dorso Negro	sc	LC	ne	11	T	No
Tyrannus forficatus	Tirano Tijereta Rosado	sc	LC	ne	11	MI,T,MV	No
Tyrannus savana	Tirano Tijereta Gris	sc	LC	ne	7	R	No
Contopus cooperi	Papamoscas Boreal	sc	NT	ne	13	T,MI,MV	No
Contopus virens	Papamoscas del Este	sc	LC	ne	10	T	Si
Contopus cinereus	Papamoscas Tropical	sc	LC	ne	7	R	Si

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Empidonax flaviventris	Papamoscas Vientre Amarillo	sc	LC	ne	9	MI,T	No
Empidonax virescens	Papamoscas Verdoso	sc	LC	ne	11	T	No
Empidonax alnorum	Papamoscas Ailero	sc	LC	ne	9	T	No
Empidonax albigularis	Papamoscas Garganta Blanca	sc	LC	ne	13	MI,MV,R	No
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	sc	LC	ne	11	MI,T	Si
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	sc	LC	ne	5	R,MI	No
Thamnophilus doliatus	Batará Barrado	sc	LC	ne	6	R	Si
Sittasomus griseicapillus	Trepatroncos Cabeza Gris	sc	LC	ne	9	R	No
Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Bigotudo	sc	LC	ne	13	R	No
Lepidocolaptes souleyetii	Trepatroncos Corona Rayada	sc	LC	ne	12	R	No
Synallaxis erythrothorax	Hormiguero Pepito	sc	LC	ne	13	R	No
Vireolanius pulchellus	Vireón Esmeralda	A	LC	ne	15	R	No
Tunchiornis ochraceiceps	Vireocillo Corona Canela	Pr	LC	ne	12	R	No
Pachysylvia decurtata	Vireocillo Cabeza Gris	Pr	LC	ne	13	R	No
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	LC	ne	14	R	No
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla	sc	LC	ne	9	MI,T	No
Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos	sc	LC	ne	6	T	No
Vireo flavoviridis	Vireo Verdeamarillo	sc	LC	ne	11	MV	No
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	sc	LC	ne	8	R	Si
Cyanocorax morio	Chara Pea	sc	LC	ne	10	R	Si
Cyanocorax yncas	Chara Verde	sc	LC	ne	11	R	No
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	sc	LC	CE	12	R	No
Tachycineta bicolor	Golondrina Bicolor	sc	LC	ne	10	MI,T	No
Tachycineta albilinea	Golondrina Manglera	sc	LC	ne	11	R	No
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	sc	LC	ne	10	R,MI	No
Progne subis	Golondrina Azulnegra	sc	LC	ne	10	T,MV	No
Progne chalybea	Golondrina Pecho Gris	sc	LC	ne	7	R,MV	No
Hirundo rustica	Golondrina Tijereta	sc	LC	ne	8	MV,MI,R,T	No
Bombycilla cedrorum	Chinito	sc	LC	ne	6	MI	No
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	sc	LC	ne	7	MI,R	No
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado	sc	LC	ne	13	R	Si
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	sc	LC	CE	14	R	No
Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical	sc	LC	ne	11	R	Si
Troglodytes musculus	Saltapared Común Sureño	sc	NR	ne	0	R	Si
Cistothorus platensis	Saltapared Sabanero	sc	LC	ne	7	R,MI	No
Dumetella carolinensis	Maullador Gris	sc	LC	ne	8	MI	No
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	sc	LC	ne	8	R	No
Catharus fuscescens	Zorzal Canelo	sc	LC	ne	12	T	No
Catharus ustulatus	Zorzal de Anteojos	sc	LC	ne	10	T,MI	No
Turdus grayi	Mirlo Café	sc	LC	ne	8	R	Si
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	sc	LC	Exo	9	R	No
Euphonia affinis	Eufonia Garganta Negra Mesoamericana	sc	LC	ne	11	R	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Euphonia hirundinacea	Eufonia Garganta Amarilla	sc	LC	ne	12	R	Si
Zonotrichia capensis	Gorrión Chingolo	sc	LC	ne	5	R	No
Passerculus sandwichensis	Gorrión Sabanero	sc	LC	ne	8	MI,R	No
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	sc	LC	ne	7	MI	No
Icteria virens	Chipe Grande	sc	LC	ne	11	MI,MV	No
Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	sc	NT	ne	11	R	No
Amblycercus holosericeus	Cacique Pico Claro	sc	LC	ne	12	R	No
Icterus prosthemelas	Calandria Caperuza Negra	sc	LC	ne	13	R	No
Icterus spurius	Calandria Castaña	sc	LC	ne	10	MI,MV	No
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	sc	LC	SE	9	MI,MV,R	No
Icterus mesomelas	Calandria Cola Amarilla	sc	LC	ne	13	R	No
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	sc	LC	ne	11	R	Si
Icterus galbula	Calandria de Baltimore	sc	LC	ne	10	MI	No
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	sc	LC	ne	8	R,MI	No
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	sc	LC	ne	6	R,MV	No
Dives dives	Tordo Cantor	sc	LC	ne	7	R	Si
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	sc	LC	ne	5	R	Si
Seiurus aurocapilla	Chipe Suelero	sc	LC	ne	9	MI,T	No
Helmitheros vermivorum	Chipe Gusanero	sc	LC	ne	12	MI	No
Parkesia motacilla	Chipe Arroyero	sc	LC	ne	12	MI	No
Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero	sc	LC	ne	8	MI,T	No
Vermivora cyanoptera	Chipe Alas Azules	sc	LC	ne	13	MI	No
Mniotilta varia	Chipe Trepador	sc	LC	ne	11	MI,T	No
Protonotaria citrea	Chipe Dorado	sc	LC	ne	14	MI	No
Leiothlypis peregrina	Chipe Peregrino	sc	LC	ne	10	MI,T	No
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	sc	LC	ne	9	MI,T	No
Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso	sc	LC	ne	11	R	No
Geothlypis formosa	Chipe Patilludo	sc	LC	ne	14	MI,T	No
Geothlypis trichas	Mascarita Común	sc	LC	ne	9	MI,R	No
Geothlypis nelsoni	Mascarita Matorralera	sc	LC	EN	15	R	No
Setophaga citrina	Chipe Encapuchado	sc	LC	ne	9	MI,T	No
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	sc	LC	ne	10	MI,T	No
Setophaga cerulea	Chipe Celeste	sc	NT	ne	15	T	No
Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado	sc	LC	ne	8	MI,T	No
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias	sc	LC	ne	8	MI	No
Setophaga petechia	Chipe Amarillo	sc	LC	ne	8	MI,MV,T,R	No
Setophaga pensylvanica	Chipe Flancos Castaños	sc	LC	ne	12	T,MI	No
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	sc	LC	ne	6	MI,R	No
Setophaga virens	Chipe Dorso Verde	sc	LC	ne	9	MI	No
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	sc	LC	ne	10	MI,T	No
Piranga rubra	Piranga Roja	sc	LC	ne	9	MI,MV	No
Piranga olivacea	Piranga Escarlata	sc	LC	ne	12	T	No
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	sc	LC	ne	11	MI,T	No
Cyanoloxia cyanoides	Picogordo Azulnegro	sc	LC	ne	11	R	No

Nombre Científico	Nombre Común	NOM	UICN	En	Vul	Res	SP
Cyanocompsa parellina	Colorín Azulnegro	sc	LC	ne	14	R	No
Passerina caerulea	Picogordo Azul	sc	LC	ne	8	MI,R,MV	No
Passerina cyanea	Colorín Azul	sc	LC	ne	9	MI	No
Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Pr	LC	ne	10	MI,MV	No
Spiza americana	Arrocero Americano	sc	LC	ne	11	T,MI	No
Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	sc	LC	ne	5	R	Si
Thraupis abbas	Tangara Alas Amarillas	sc	LC	ne	9	R	Si
Sicalis luteola	Gorrión Canario Sabanero	sc	LC	ne	11	R	No
Volatinia jacarina	Semillero Brincador	sc	LC	ne	4	R	Si
Ramphocelus sanguinolentus	Tangara Rojinegra	sc	LC	ne	15	R	No
Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela	sc	LC	EN	7	R	Si
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	sc	LC	ne	11	R	Si
Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	sc	LC	ne	7	R	SI

Se encontraron 8 especies de reptiles: *Anolis lemurinus, Anolis sagrei, Basiliscus vittatus, Ctenosaura similis, Drymobius margariiferus, Iguana iguana, Sceloporus chrysostictus* y *Sceloporus variabilis*.

Se encontraron 3 especies de mamíferos: *Sciurus aureogaster, Nasua narica* y *Felis catus*.

A continuación, se presentan algunas fotografías del muestreo realizado.

Registro fotográfico.



Búsqueda de reptiles



Observación de aves con binoculares.



Instalación de cámaras trampa



Ubicación geográfica de las cámaras trampa



Toma de coordenadas



Ubicación geográfica de los inicios de transecto



Instalación de estacas para marcar transectos



Toma de fotografías para identificación del ejemplar.

Tabla III.10 Índices de diversidad biológica.

Componente	Nombre índice	Parámetro	Valor del Índice			Análisis y conclusiones
			AP	AI	RE	
Flora	Shannon Wiener	Biodiversidad de las especies	1.54	2.42	3.62	La diversidad de especies fue más alta en la región ecológica colindante y externa al área del proyecto, a pesar que fueron muchos menos los sitios de muestreo en dicha región ecológica. Esto demuestra que si se realizara el parque fotovoltaico en el área del proyecto seguiría existiendo suficiente germoplasma en la región externa.
	Equidad de Pielou	Distribución de los individuos entre las especies	45.88	71.96	98.22	La distribución de los ejemplares al interior de las poblaciones de cada especie es mayor en la región ecológica que en el área del proyecto. Por lo tanto, se demuestra que el área donde se desarrollará el parque fotovoltaico está más impactada que la región externa.

Componente	Nombre índice	Parámetro	Valor del Índice			Análisis y conclusiones
			AP	AI	RE	
Fauna	Shannon Wiener	Biodiversidad de las especíes	3.70	3.70	4.12	La diversidad de especies fue más alta en la región ecológica colindante y externa al área del proyecto, a pesar que fueron muchos menos los sitios de muestreo en dicha región ecológica. Esto demuestra que si se realizara el parque fotovoltaico en el área del proyecto seguiría existiendo suficiente germoplasma en la región externa.
	Equidad de Pielou	Distribución de los individuos entre las especies	86.35	86.35	96.19	La distribución de los ejemplares al interior de las poblaciones de cada especie es mayor en la región ecológica que en el área del proyecto. Por lo tanto, se demuestra que el área donde se desarrollará el parque fotovoltaico está más impactada que la región externa.

Tabla III.11 análisis de los componentes ambientales de la RE con los que interactúa el proyecto.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
BIÓTICO	Flora, vegetación, fauna. La vegetación encontrada en el terreno no coincide con la establecida por la Cartografía del INEGI; esto puede deberse a la escala tan general que usa el INEGI. La flora importante, sobre todo la incluida en la NOM-059.SEMARNAT-2010 deberá ser rescatada antes de iniciar la obra y mantenerla en viveros para reforestar áreas desprovistas de vegetación, con lo cual se compensarán los daños generados. Deberán instalarse nidos artificiales para aves y pequeños mamíferos., con lo cual se compensarán los impactos de eliminar la fauna de la zona.
ABIÓTICO	Clima, Rocas, Suelo, Aguas superficiales, Aguas subterráneas. El microclima será afectado y podrá atenuarse con la implementación de áreas verdes y cortinas rompe vientos colindantes. Los daños a suelo podrán atenuarse previniendo derrames de residuos peligrosos y realizando separación de RSU. La contaminación a las aguas puede reducirse al construir fosas sépticas para los

	sanitarios de las instalaciones y utilizando sanitarios móviles con mantenimiento constante.
SOCIOECONÓMICO	La educación ambiental ayudará a elevar la cultura ambiental en los pobladores. La generación de empleos permanentes para los trabajos de planeación, construcción y operación del parque fotovoltaico será un impacto positivo que tenderá a elevar el ivel de vida de la gente.

Tabla III.12 Diagnóstico Ambiental.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL			
La región ecológica se encuentra muy impactada negativamente, debido al agotamiento del suelo con actividades agrícolas y pecuarias, lo cual ha hecho que el suelo pierda mucha fertilidad. A la vegetación no se le permite regenerarse completamente y en cuanto alcanza cierta altura es desmontada para volver a usar el terreno con fines agropecuarios, por eso es que están tendiendo a dominar en la vegetación secundaria las especies resilientes, arbustivas, espinosas y, sobretodo, leguminosas. El microclima ha sido modificado permitiéndose que los cambios extremos del tiempo existan más comúnmente a nivel del sotobosque. Las aguas subterráneas están contaminadas con químicos residuales de los fertilizantes y de los plaguicidas. Las escorrentías superficiales han sido modificadas con la construcción de una red de canales para riego.			
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LA REGIÓN ECOLÓGICA			
La agricultura de monocultivo que agota y esteriliza más rápidamente el suelo. La ganadería de bovinos con bajo coeficiente de agostadero que compacta el suelo reduciendo la cantidad de oxígeno para la microbiota edáfica. Los canales artificiales para riego que modifican el paisaje y el microrelieve.			
REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI			
INCIDENCIA	ELEMENTOS DEL PROYECTO	SUPF. DE INCIDENCIA	% DE INCIDENCIA
Uso del suelo y vegetación	Las celdas solares que ocuparán su espacio natural.	100 hectáreas.	80
Áreas de importancia ambiental	Los caminos que romperán las rutas naturales de migración local de fauna.	40 hectáreas.	15
Corrientes y cuerpos de agua	Los caminos que interrumpirán los flujos superficiales de agua.	40 hectáreas.	15
Ecosistemas relevantes	Ninguno.	No aplica	No aplica
Otros			

III.3. Medio Socioeconómico.

El municipio de Cárdenas se encuentra en la región de Chontalpa en el estado de Tabasco y se localiza entre las coordenadas geográficas 17° 59' latitud norte y entre 91° 32' longitud oeste. Limita al norte con el Golfo de México, así como con los municipios de Paraíso y Comalcalco, al sur con el estado de Chiapas y el municipio de Huimanguillo, al este con Comalcalco, Cunduacán y nuevamente con el estado de Chiapas, y finalmente al oeste con Huimanguillo y el estado de Veracruz.

La extensión territorial que presenta el municipio de Cárdenas es de aproximadamente. 2,049 km^2 y presenta elevaciones de diferentes metros de altura, pero su altitud promedio es de 10 metros sobre el nivel del mar.

III.3.1. Aspectos Demográficos.

De acuerdo a los últimos datos oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Cárdenas posee una superficie de 2,049.24 km^2, con una densidad poblacional de 201 habitantes por km^2. La población total del municipio es de aproximadamente 243,229 habitantes (SEGOB, 2021) de los cuales 118,795 son hombres y 124,434 son mujeres.

De la Tabla IV.42 a la Tabla IV.45 se presentan algunos datos generales respecto a la población de la zona. Además de los datos locales se incluyen datos de la República Mexicana y del estado de Tabasco, con fines comparativos.

Tabla III.13. Población y densidad poblacional respecto a la estatal y la nacional.

Entidad	No. de municipios	Población total	Superficie (km^2)	Densidad (h/km^2)
México	2,457	126,014,024	1,964,375 *	64.14
Tabasco	17	2,402,598	25,267	95.08
Cárdenas	1	243,229	2,049.24	118.69
[1] Incluye 5,127 km^2 de islas. Fuente: INEGI, 2020; SEGOB, 2026.				

Tabla III.14. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.

Entidad	Población Total	Hombres		Mujeres	
		Población	%	Población	%
México	126,014,024	61,494,843	48.8	64,519,181	51.2
Tabasco	2,402,598	1,170,241	48.7	1,232,357	51.3
Cárdenas	243,229	118,795	48.8	124,434	51.2
Fuente: INEGI, 2020; SEGOB, 2021.					

El principal problema que provocan los asentamientos humanos en la zona del proyecto, desde el punto de vista ambiental, es el aporte de materia orgánica al suelo y cuerpos de agua, así como el cambio de usos del suelo para actividades como la agricultura y la industria.

- **Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 20 años antes de la fecha en que se realiza la manifestación de impacto ambiental.** Según el censo de población y vivienda realizado en el año de 1990, la población del municipio de Cárdenas era de 172,635 habitantes. El proyecto no influye en la tasa de crecimiento del municipio.

  La tasa anual de crecimiento de la población entre 1990 a 1995 fue del 3.477% con una disminución notable hasta 1.188% de 1995 al 2000. Entre el 2000 y el 2005 la tasa anual disminuyo aun más hasta 0.211% anual y mostró un aumento a 2.505% y 1.548% entre el 2005 y el 2010. Comparando los datos de población de la encuesta intercensal del 2015 con los datos de 2020, habría una tasa negativa de -1.2156%, que sería la menor reportada (Tabla III.15). Esto parece indicar que la etapa de crecimiento de la población término, lo cual aliviaría algunas de las presiones en el entorno pero al mismo tiempo refleja un alta migración, la cual generalmente se relaciona con falta de oportunidades.

Tabla III.15. Tasa de crecimiento de población en el municipio de Cárdenas, Tabasco.

Año	Población	Tasa de Crecimiento	
		Periodo	%
1990	172,635	1990-1995	3.477
1995	204,810	1995-2000	1.188
2000	217,261	2000-2005	0.211
2005	219,563	2005-2010	2.505
2010	248,481	2010-2015	0.798
2015 *	258,554	2015-2020	-1.215
2020	243,229		
* Con datos de encuesta intercensal Fuente: INEGI, 2020; SEGOB, 2026.			

III.3.2. Aspectos Económicos.

La extensión territorial del municipio es de 2,049.24 km^2, los cuales corresponden al 8.63% respecto al total del estado y ocupa el 5° lugar en la escala de extensión municipal. Su economía se basa principalmente en la agricultura (destacando como el principal productor

de caña de azúcar y cacao del estado), la ganadería bovina, el comercio local y la industria petrolera, azucarera y arrocera.

- **Sector Primario**

El municipio fue sede del proyecto de desarrollo agrícola denominado Plan Chontalpa, el cual incorporó 352 mil hectáreas de cultivo en la región Chontalpa, teniendo el municipio 52 517 ha cubiertas. Dicho proyecto durante sus primeros años aumentó la producción y mejoró la vida de muchas familias rurales. Enfrentó fuertes críticas por daños a la selva tropical, control centralizado de decisiones y conflictos sociales o políticos. Con los años, muchas de las zonas productivas perdieron fuerza y sufrieron abandono o cambios en el uso del suelo.

El municipio destaca como principal productor estatal de caña de azúcar (15 557 ha), cacao (13 229ha), coco (9 054ha) y arroz (6 000ha). Otros cultivos producidos en el municipio, incluyen el maíz, frijol, sorgo, chile (ají) y cultivos frutales, de los cuales los más importantes son el plátano y los cítricos.

El cultivo de caña de azúcar es un pilar estratégico para el desarrollo agroindustrial de Tabasco. Con más de 40 mil hectáreas establecidas en la entidad, este sistema productivo tiene una fuerte presencia en los municipios de Cárdenas y Huimanguillo, donde operan dos ingenios que impulsan la economía regional, generan empleo y aseguran bienestar para miles de familias.

En cuanto a ganadería, en Cárdenas esta se practica de manera extensiva, contando el municipio con 117 772 cabezas de ganado bovino, 34 872 de porcino, 690 de ovino y 3 342 de ganado equino, así como 345 331 aves de corral, según datos del INEGI correspondientes al Censo Económico 2000.

La actividad pesquera no es otro sector importante de la producción municipal, puesto que Cárdenas cuenta con un litoral de 66 km, así como gran extensión de aguas interiores. Destaca la producción de ostión, róbalo, sábalo, cazón, cintilla, morena, camarón y jaiba. Recientemente se ha instituido la pesca de medusa o aguamala para su exportación a Japón. El principal centro de producción pesquera es la villa y puerto de Sánchez Magallanes.

- **Sector secundario**

El municipio de Cárdenas es de los principales productores de ostión a nivel nacional.

En cuanto a la industria, el municipio presenta un importante desarrollo en el sector de industrialización de productos agrícolas; destacando los ingenios azucareros Benito Juárez y Santa Rosalía, la Planta Industrializadora de Cacao y la Beneficiadora de Arroz de la Chontalpa.

Otra industria relevante es la industria petrolera, que cuenta en el municipio con 37,879 km de corredores y ductos petrolíferos, siendo Cárdenas el municipio con mayor número de vías o ductos de este tipo en el estado.

- **Sector terciario**

No existe actividad turística en la Región Ecológica. La actividad turística se desarrolla principalmente en las zonas costeras, en la villa y puerto Sánchez Magallanes, cerca de la cual se ubican las lagunas Del Carmen, La Machona y El Pajaral, con gran potencial para el desarrollo ecoturístico. En la ciudad de Cárdenas puede encontrarse alojamiento con mayor facilidad.

El comercio es el motor principal de la economía cardenense, ya que la cabecera municipal es sitio de conexión entre la capital estatal, Villahermosa, y el Norte del país por la carretera federal 180. Gracias a esto, Cárdenas cuenta con numerosos establecimientos comerciales de toda índole, así como con gran cantidad de servicios, como tiendas de autoservicio de cadenas nacionales, agencias automovilísticas, bancos, restaurantes, farmacias, etcétera.

III.3.3. Educación.

En materia de educación, el municipio cuenta con instituciones de todos los niveles, entre ellas la Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH), que ha sido un pilar en la formación de profesionales en energía y medio ambiente.

III.3.4. Salud.

El acceso a la salud es moderado: existen hospitales generales y clínicas rurales, aunque la cobertura en zonas periféricas sigue siendo limitada.

Tabla III.16 Población según condición de derechohabiencia a servicios de salud y tipo de institución, 2020.

Población total[1]	Condición de afiliación a servicios de salud										
	Afiliada[2]									No afiliada	No especificado
	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de Salud para el Bienestar[3]	IMSS BIENESTAR	Institución privada	Otra institución[4]		
243,229	162,232	63,782	8,849	3,507	7,378	74,617	1,170	674	3,905	80,932	65

Hombres 118,795	76,808	31,730	3,957	1,590	3,613	33,996	535	343	1 816	41,952	35
Mujeres 124,434	85,424	32,052	4,892	1,917	3,765	40,621	635	331	2,089	38,980	30

III.3.5. Vivienda.

En cuanto a vivienda, la mayoría son de construcción mixta, con mate- riales locales; sin embargo, persisten rezagos en infraestructura de drenaje y manejo de residuos.

III.3.6. Religión.

La religión predominante es la católica, y en el aspecto cultural, Cárdenas conserva tradiciones chontales, festividades religiosas y ferias agrícolas que fortalecen la identidad regional (inegi, 2020).

Tabla III.17 Población por cultos en el municipio de Cardenas, 2020.

MUNICIPIO	Católicos			Protestantes			Total General		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Cárdenas	5,831	6,017	11,848	4	7	11	5,835	6,024	11,859

III.3.7. Marginación y desarrollo social

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Por lo tanto hay una exclusión de diversos grupos sociales del proceso productivo, así como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2022). Las mayores carencias de la población del municipio se encuentran en el acceso a la seguridad social, servicios de salud y servicios básicos en la vivienda.

Las desventajas ocasionadas por la marginación son acumulables, configurando escenarios cada vez más desfavorables. El objetivo de los proyectos productivos es fomentar las actividades económicas, para elevar el bienestar de la población y de las localidades, así como incorporar al desarrollo a los sectores de población o regiones que por sus condiciones y carencias no participan de los beneficios de la dinámica económica ni de su bienestar.

Para identificar los sectores que carecen de oportunidades de desarrollo y posteriormente priorizar acciones, la CONAPO (1990) diseñó el Índice de Marginación, con el fin de analizar las desventajas sociales o las carencias de la población e identificar los espacios de marginación, diferenciándolos según nivel o intensidad.

Para este índice se emplean nueve formas de exclusión expresadas en un indicador que mide su intensidad en porcentaje, donde el mayor porcentaje indica menos oportunidades para acceder a los beneficios del desarrollo. Están divididas en cuatro rubros: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.

Los indicadores de las formas de exclusión son: los porcentajes de la población analfabeta, sin primaria completada, sin agua entubada, sin drenaje, sin energía eléctrica, con piso de tierra, nivel de hacinamiento, porcentaje de la población que vive en localidades con menos de 5,000 habitantes y el porcentaje de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos (CONAPO 2011).

Los indicadores de vulnerabilidad social reflejan desafíos estructurales: 44% de la población se encuentra en condiciones de pobreza y 9 % en pobreza extrema (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [coneval], 2022). La marginación está asociada a la falta de empleo formal, el bajo ingreso per cápita y la exposición a riesgos naturales. De acuerdo con los principios del desarrollo sustentable, estas condiciones requieren políticas energéticas inclusivas que promuevan la equidad social y la mejora del bienestar; en este sentido, la planeación energética local se convierte en un instrumento clave para reducir la pobreza energética, mejorar el acceso a servicios básicos en comunidades rurales y fortalecer la resiliencia social frente a los efectos del cambio climático.

De acuerdo con las estimaciones de grado de marginación de la CONAPO, Cárdenas presenta un grado de marginación bajo, con un índice de marginación superior a 55.93. Las localidades con mayor marginación pertenecen a las rurales El Chocho (Boca del Río), Poblado C-28 Coronel Gregorio Méndez Magaña Uno, y Poblado C-15 Adolfo López Mateos Uno.

Población total	243 229
% Población de 15 años o más analfabeta	5.92
% Población de 15 años o más sin educación básica	35.92
% Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado	2.56
% Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica	0.50
% Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada	5.10
% Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra	4.71
% Viviendas particulares con hacinamiento	25.73
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	59.86
% Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos	72.93
Índice de marginación, 2020	55.974
Grado de marginación, 2020	Bajo
Índice de marginación normalizado, 2020	0.88
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1 651

Fuente: Estimaciones de CONAPO, Índices de marginación 2022

III.3.8. Migración

La migración es uno de los tres fenómenos demográficos determinantes del volumen, composición y evolución de la población. Sus efectos se expresan en el crecimiento de la población para el total del país, para cada entidad, municipio y localidad; por lo que incide directamente en la forma en que la población se distribuye en el territorio nacional. La conducta migratoria de hombres y mujeres es sustancialmente distinta, reflejo de ello es el predominio masculino en la migración reciente, tanto a nivel nacional como en la entidad.

En el tema migratorio, el auge petrolero en el Estado de Tabasco desde los años setenta fue un factor importante de inmigración, mientras esta actividad fue perdiendo relevancia también dejó tener atracción. En el 2020 la proporción de personas originarias de otro estado se redujo al 8.8% y de extranjeros son el 0.3%, siendo de casi 2.18 millones de personas en la entidad 90.8%.

Otro aspecto del origen migratorio de la población en la entidad a nivel regional al suroriente el estado colinda con Guatemala por donde accede población de Centroamérica y otros países, que van de tránsito a Estados Unidos, y que algunos casos se quedan a vivir en Tabasco. De 6,159 personas llegaron de otros países a la entidad, el 0.3% del total. De estos 2,961 (40%) se ubican en Centro y 1,389 (22%) en Tenosique.

Tabla III.18. Población de 5 años y más por lugar de residencia en junio 2020.

Lugar de nacimiento	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	190,837	92,930	97,907
En otra entidad federativa	2,395	1,242	1,153
En los Estados Unidos de América	76	40	36
En otro país	23	9	14
No especificado	472	218	254
Total	**193,803**	**94,439**	**99,364**

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.19 Población de 5 años y más por municipio de residencia actual, sexo y grupos quinquenales de edad.

Municipio de residencia actual	Grupos quinquenales de edad	Población de 5 años y más	Lugar de residencia en octubre de 2000				
			En la entidad	En otra entidad	En Estados Unidos de	En otro país	No especificado

					América		
002 Cárdenas	**Total**	**193,803**	**190,837**	**2,395**	**76**	**23**	**472**
002 Cárdenas	5 - 9 años	25,900	25,367	298	4	4	227
002 Cárdenas	10 - 14 años	27,380	27,050	242	7	1	80
002 Cárdenas	15 - 19 años	24,452	24,172	229	5	1	45
002 Cárdenas	20 - 24 años	19,558	19,185	330	3	1	39
002 Cárdenas	25 - 29 años	17,008	16,605	378	12	3	10
002 Cárdenas	30 - 34 años	15,958	15,610	322	13	1	12
002 Cárdenas	35 - 39 años	14,524	14,308	192	15	1	8
002 Cárdenas	40 - 44 años	12,336	12,175	130	5	9	17
002 Cárdenas	45 - 49 años	9,868	9,762	95	4	0	7
002 Cárdenas	50 - 54 años	7,746	7,685	54	3	0	4
002 Cárdenas	55 - 59 años	5,582	5,525	53	0	1	3
002 Cárdenas	60 - 64 años	4,427	4,398	19	3	0	7
002 Cárdenas	65 años y más	9,064	8,995	53	2	1	13

III.3.9. Conclusiones.

El análisis integral de los indicadores sociodemográficos, económicos, educativos y de vivienda del municipio de Cárdenas, Tabasco, permite contextualizar de manera precisa las condiciones territoriales que inciden en la planeación energética sustentable. Los datos obtenidos del INEGI (2020) evidencian un municipio con alta densidad poblacional 243,229 habitantes y una estructura demográfica joven, con una edad mediana de 27 años y una razón de dependencia de 57.8 %. Este perfil poblacional representa una ventaja demográfica para el impulso de proyectos de transición energética, al contar con una fuerza laboral activa y en crecimiento, dispuesta a incorporarse en sectores emergentes como el de las energías renovables. En el ámbito económico, la diversificación de actividades de comercio, servicios y agricultura ofrece oportunidades para incorporar la eficiencia energética y la generación renovable en procesos productivos, especialmente en el sector agroindustrial, donde la bioenergía y la valorización de residuos pueden fortalecer la economía circular.

En términos educativos, los elevados niveles de alfabetización (más de 92 % en adultos) y el incremento de la población con nivel medio superior y superior (37.5 %) constituyen un capital humano estratégico para el desarrollo de capacidades técnicas y científicas en materia energética. No obstante, 33.3 % de la población no afiliada a servicios de salud y la persistencia de rezagos educativos en zonas rurales indican la necesidad de vincular la planeación energética con políticas sociales que impulsen equidad, bienestar y desarrollo comunitario.

III.4. Paisaje.

Toda la zona de estudio tiene evidencia de actividades antrópicas, siendo una zona primordialmente de uso agrícola, donde existe infraestructura (carreteras, caminos asfaltados, terracerías, casas, líneas de transmisión y poblaciones rurales y urbanas alrededor). El paisaje natural se encuentra totalmente modificado.

III.4.1. Elementos visuales básicos.

Para la determinación de los elementos visuales del paisaje, se toman en cuenta varios aspectos como la forma, líneas, textura, escala y espacio, con los cuales se podrá determinar con mayor facilidad la calidad actual de la cuenca visual.

Las aspectos visuales fueron tomados en distintos puntos de la RE, AIP y del predio, durante los recorridos en campo por toda el área de estudio se pudo comprobar que no existe comunidades vegetales naturales. El paisaje se encuentra modificado debido a las actividades agrícolas de la zona, a la presencia de caminos y carreteras e infraestructura.

Sin embargo, dado que el terreno es una llanura con vegetación y construcciones diversas, no hay puntos elevados que permitan apreciar el paisaje. Tampoco hay elementos notables o únicos.

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales, es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

La calidad visual de un paisaje es el grado de excelencia de éste, de otra manera, su mérito para que su esencia, su estructura actual, se conserve (Ramos, 1987).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

El U.S. Forest Service, establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.

- Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

Las cuenca visual inmediata estudiada tiene una pendiente menor al 10%, sin modelado ni rasgos dominantes, no existen rocas con rasgos apreciables ni destacables. La cubierta vegetal es casi ausente, con poca variedad en la distribución y una diversidad de especies baja. Las actividades agrícolas predominan. No se observaron cuerpos de agua naturales intermitentes o permanentes.

Por todas estas características se puede concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual media-baja, de clase predominantemente C.

El paisaje de la zona de estudio corresponde a áreas agrícolas, donde no existen valores estéticos relevantes y el paisaje es común a toda la región. Se trata de un sistema degradado donde se han perdido las características de estructura y composición florística y faunística original.

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

Con base en la información descrita en el Capítulo I de este documento referente al diseño y las actividades a realizar para la construcción de la planta fotovoltaica, así como la información del Capítulo III relativa a los rasgos distintivos de la zona y los componentes ambientales que pueden ser afectados, se realizará en el presente apartado un análisis de las posibles interacciones y de la magnitud de los impactos potenciales.

Con este análisis se tendrá una visión de la relación Proyecto–Entorno en la que se ha incluido una lista de actividades a realizar de acuerdo con las características del proyecto y los factores ambientales que en general pueden ser afectados en un entorno transformado y que incluye la presencia de cultivos e infraestructura, incluyendo carreteras.

Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección
Los métodos empleados fueron los siguientes: 1. Matriz de Interacciones. Esta técnica, basada en una modificación de la Matriz de Leopold, nos brinda una primera aproximación al estudio de causas y efectos en la que se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto para así vislumbrar aquellos elementos que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones. Para la identificación de los impactos generados por el proyecto propuesto, este se dividió en 5 etapas con 19 obras o actividades, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones. Este proyecto no tiene procesos de transformación ni actividades con atención al público en su etapa de operación y mantenimiento. Esta fase del proceso comienza con la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones del proyecto y dispuestas en filas los componentes medioambientales presentes en la Región Ecológica (RE) y el sitio para el proyecto. Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando de la matriz aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que potencialmente puede ser modificado como consecuencia de la realización del proyecto. Sin embargo, en este caso se ha mantenido en la matriz algunos elementos ausentes en el sitio con el fin de hacer explicita la ausencia de interacciones. Para las interacciones se establecen diferentes niveles que se definen de acuerdo a la magnitud de la modificación y se definen como: • **Sin Interacciones Esperadas.** Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula. Esta situación se presenta con la flora y fauna original, prácticamente ausentes del sitio del proyecto. • **Efectos Desconocidos o Indefinidos.** En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos. • **Interacción Adversa Relevante.** Se considera cuando un elemento de la RE, resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo. • **Interacción Adversa Media.** Se presenta cuando un elemento de la RE es parcialmente perturbado por la construcción del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o

estado prístino, puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.

- **Interacción Adversa No Relevante.** Este nivel de impacto previsible se da cuando la modificación de un elemento es casi nula. También se pueden incluir aquellos procesos o aspectos que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. A diferencia del impacto previsible medio, estos no se deben generar por lo que requieren medidas de prevención en lugar de mitigación.

- **Interacción Administrativa.** Se considera esta categoría de impactos en aquellos casos en que dos elementos no interactúan físicamente o no hay un impacto como resultado de las obras o actividades realizadas, pero existen normas, reglamentos u otros instrumentos jurídicos que prescriben la realización de medidas de mitigación o compensación en alguna circunstancia dada..

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más.

Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto			
Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos[3])
Agricultura y Ganadería	Cobertura Vegetal	Perdida de cobertura vegetal natural	En la región Ecológica el cambio de uso de suelo a actividades agrícolas y ganaderas ocurrió décadas atrás, eliminado la vegetación natural y posibles corredores biológicos. La vegetación actual corresponde a vegetación inducida y acahuales con aprovechamiento. El acahual (sinónimo de barbecho) es la vegetación secundaria que crece en parcelas agrícolas temporalmente abandonadas o en reposo. Este proceso natural de descanso restaura la fertilidad y la materia orgánica de la tierra, previniendo la erosión y mejorando la estructura del suelo previo a nuevos cultivos. Cabe señalar que el manejo de los terrenos de cultivo inicio previo a las modificaciones a la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, con miras a favorecer la fertilidad del suelo antes de continuar con la agricultura sin que haya habido la intención de abandonar el uso productivo del terreno. La región ecológica se encuentra muy impactada negativamente, debido al agotamiento del suelo con actividades agrícolas y pecuarias, lo cual ha hecho que el suelo pierda mucha fertilidad. A la vegetación no se le permite regenerarse completamente y en cuanto alcanza cierta altura es desmontada para volver a usar el terreno con fines agropecuarios, por eso es que están tendiendo a dominar en la vegetación secundaria las especies resilientes, arbustivas, espinosas y, sobretodo, leguminosas. El microclima ha sido modificado permitiéndose que los cambios extremos del tiempo existan más comúnmente a nivel del sotobosque. Las aguas subterráneas están contaminadas con químicos residuales de los fertilizantes y de los plaguicidas. Las escorrentías superficiales han sido modificadas con la construcción de una red de canales para riego.

	Desarrollo económico	Aumento del ingreso en unidades agropecuarias	La población de la región depende principalmente de las actividades primarias y de la productividad de sus terrenos. La reducción de áreas productivas representa una pérdida de ingreso y reducción del nivel de vida de la población.
Desarrollo urbano	Uso de suelo	Perdida de áreas agrícolas y ganaderas	A medida que la población aumenta las áreas urbanas tienden a crecer. En este caso la población del municipio se ha reducido pero existe un programa de desarrollo urbano municipal que establece áreas para el desarrollo futuro del centro urbano de Cárdenas.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN	
Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades	Medidas[4] a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
PyC	Desmonte y despalme, Nivelación	Aire: Concentración de partículas	Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción, en época de secas..	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Daños a la salud, reducción de la calidad del área de trabajo. Riesgos como tos crónica o irritación en los ojos. En la vegetación de áreas aledañas puede reducir la fotosíntesis y el desarrollo d la masa vegetal.	P	Cubiertas a los vehículos de transporte de materiales	Registro de vehículos que cumplen con las medidas preventivas / aplicación de medidas correctivas
						P	Riego de áreas de trabajo	
PyC	Uso de maquinaria pesada	Aire: Concentración de contaminantes derivados de combustibles fósiles	Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción para la excavación de las zanjas para el cableado y cimentación de los fustes. Estos equipos utilizan combustible Diesel.	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Contribución a los daños a la salud y deterioro ambiental en general por la presencia de partículas como PM10, MP2.5 y MPS, así como compuestos como CO, NOx, HC y SOx. Elmaterial particulado fino ha sido asociado con diversos problemas respiratorios y cardiovasculares. El control de emisiones en cualquier construcción es fundamental para mitigar los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas de un proyecto: constructiva, operativa y de desmantelamiento Estas provienen principalmente del uso de maquinaria pesada, transporte de materiales debido a que no hay normas aplicables a la maquinaria de construcción. La duración en el aire de los compuestos generados por los gases de combustión varía de acuerdo a las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio, de tal forma que pueden permanecer desde unas horas hasta varias semanas. En particular, en el sitio del proyecto en un área abierta.	P	Aplicar un control de estas emisiones implementando prácticas como el mantenimiento de equipos, uso de combustibles limpios, riego de vías para controlar el polvo y planificación eficiente del transporte, minimizando así la huella ambiental del proyecto.	Bitácora de mantenimiento de la maquinaria

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
PyC	Uso de maquinaria pesada	Entorno acústico. Nivel de confort	Durante la etapa de construcción de la infraestructura para la planta fotovoltaica habrá actividades que generarán ruido. De acuerdo con el Artículo de la LGEEPA ya mencionado, en la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, 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.	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Reducción de la calidad de vida de población en áreas inmediatas al desarrollo de las obras. Alteración en el comportamiento y distribución de la fauna.	P	Dar mantenimiento adecuado al equipo utilizado para evitar rebasar los niveles de ruido permitidos en la normatividad aplicable El hecho de que el proyecto se ubique en una zona abierta representa por sí mismo un factor que favorece la mitigación del ruido, por lo que el efecto del impacto sigue siendo temporal y reversible, lo que permite mantener su magnitud como local y no significativo.	Bitácora de mantenimiento de la maquinaria
PyC	Generación de energía eléctrica	Entorno acústico. Nivel de confort	En la etapa de operación no habrá fuentes fijas ni actividades que generen niveles elevados de ruido en la planta fotovoltaica. En esta etapa tampoco habrá ruido por el tráfico de vehículos pesados y dado el tipo de actividad que se realiza en la planta fotovoltaica.	Sin impacto	Sin efectos adversos	NA	No se requieren medidas de mitigación	No aplica
PyC	Nivelación	Topografía: Micro relieve	Alteración de la topografía del sitio. Las perturbaciones en el suelo serán uno de los principales impactos que se generarán durante la construcción de la planta fotovoltaica, debido a que se tendrá que perforar para la colocación de los fustes	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	El sitio del proyecto ha estado dedicado a la agricultura, por lo que es sensiblemente plano y la modificación del micro relieve es de poca magnitud.	P	Respetar los límites del diseño del proyecto. Mantener las pendientes existentes para no alterar el escurrimiento pluvial.	Verificar que los escurrimientos pluviales no afecten las áreas circundantes y aplicar medidas correctivas si es necesario.

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
PyC	Uso de maquinaria pesada	Suelo: Concentración de contaminantes	Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles.	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico No residual	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto existe el riesgo por derrame de aceites y combustibles que ocasionen contaminación del suelo, por lo que éstos deben ser manejados como residuos peligrosos.	P	Establecer un área para el mantenimiento de maquinaria pesada, con superficie impermeable y medidas de contención de derrames.	Bitácora de mantenimiento. Especificaciones del área de mantenimiento.
PyC	Cimentaciones, y utilización de maquinaria pesada, con compactación del suelo.	Suelo: Permeabilidad	Modificación a los patrones de infiltración y escurrimiento. La compactación del suelo.	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	Un cambio en los patrones de escurrimiento puede aumentar la erosión hídrica durante las etapas de preparación y construcción del proyecto y provocar anegaciones en otras áreas.	P	Respetar los límites del diseño del proyecto. Mantener las pendientes existentes para no alterar el escurrimiento pluvial	Registro del diseño del proyecto.
PyC	Presencia del personal	Agua: Calidad del agua	Reducción de la calidad de agua en corrientes colindantes (canal agrícolas El Veladero y canal al este) por mal manejo de residuos y fecalismo al aire libre	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	Generación de aguas residuales sanitarias. Estas aguas sanitarias, se entienden como las que se generarán por uso de los trabajadores en las áreas de proyecto para la satisfacción de sus necesidades biológicas, los cuales pueden derivar en afectaciones a la salud para los mismos.	P	Se colocarán letrinas portátiles y retirarán las aguas residuales a través de empresas autorizadas Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno	Registro de Número de letrinas portátiles/Número de trabajadores
PyC	Desmonte y despalme, Nivelación	Vegetación: Cobertura	Eliminación de la vegetación arbustiva de acahual	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	El área será ocupada físicamente en su totalidad, por lo que perderá la vegetación secundaria existente y que no podrá ser recolonizada. Se registraron 43 especies de árboles y arbustos, La preservación de vegetación existente en los bordes del sitio es fundamental para proteger a los roedores silvestres y la fauna benéfica.	P	Respetar los límites del diseño del proyecto para no dañar más vegetación de la necesaria	Registro del diseño del proyecto y delimitación previa de áreas a intervenir.
						C	Llevar a cabo la reforestación de un área en la Región Ecológica o el municipio de Cárdenas, en donde se favorezca la continuidad de hábitats y los corredores biológicos.	Programa de reforestación
PyC	Desmonte y despalme, Nivelación	Vegetación: Cobertura de vegetación inducida	Eliminación de cultivos ya que aunque el terreno presenta acahuales, estos son sólo una etapa de manejo del cultivo para permitir la recuperación de la fertilidad del suelo en zonas productivas.	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	Alteración y ocupación del suelo agrícola. Su magnitud es local y aunque la perturbación será temporal, la ocupación del área de desplante será permanente.	P	Respetar los límites del diseño del proyecto.	Registro del diseño del proyecto y delimitación previa de áreas a intervenir.

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
PyC	Desmonte y despalme, Nivelación	Vegetación: Cobertura	Daño a vegetación aledaña	Sin impacto	Perdida de cobertura vegetal en un área mayor a la necesaria.	P	Respetar los límites del diseño del Proyecto. Delimitación previa del área a intervenir	Cobertura vegeta en áreas aledañas antes y después de la construcción
PyC	Construcción de la cerca perimetral	Fauna: Movilidad	Creación de barreras por cercado del sitio	Adverso, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Contención de la fauna en áreas que serán transformadas con pérdida potencial de organismos.	M	Ahuyentamiento, rescate y reubicación previo de la fauna para prevenir que quede confinada en el predio	Registro de presencia/ausencia de fauna en el sitio del proyecto
PyC	Presencia de trabajadores y del campamento provisional	Fauna: Proliferación de fauna nociva	Atracción y proliferación de fauna nociva u oportunista por mal manejo de residuos orgánicos..	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico No residual	La atracción de fauna nociva u oportunista, podría ser el resultado de un mal manejo de los residuos sólidos urbanos (municipales), que generen los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, esto será por el efecto atrayente que pueden tener los desechos especialmente los orgánicos como son los restos de comida o envolturas de los mismos alimentos hacia la fauna silvestre (oportunista), o a la fauna nociva que habita en las áreas urbanas cercanas, como pueden ser perros, gatos domésticos o roedores.	P	Colocación de contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos) y retiro oportuno de los residuos.	Bitácora del manejo de residuos y evidencia del uso correcto de los contenedores.
PyC	Desmonte y despalme	Fauna: aumento de mortalidad	Afectación a especímenes de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico No residual	El cambio de uso del predio puede derivar en una afectación a la fauna existente en la zona propuesta pero esto no incluye especies en alguna categoría de protección.	M	Rescate y reubicación de fauna	Registro del especímenes
O	Transmisión de energía eléctrica	Fauna: aumento de mortalidad de aves	Aumento de la mortalidad de grandes aves por electrocución.	Adverso, Zonal, Permanente, No acumulativo, No sinérgico No residual	Las aves grandes o rapaces pueden tocar dos fases distintas o hacer contacto con la estructura metálica de la torre, lo que cierra el circuito y causa una descarga mortal. Este impacto es atenuado por la predominancia de especies menores en la zona y la presencia de árboles que ofrecen mejores sitios de percha.	P	Instalación de fundas y protectores aislantes en los cables y crucetas de las torres para evitar el contacto directo	Registro de aves muertas en la base de las torres

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
PyC	Desmonte y despalme	Fauna: reducción de poblaciones	Reducción de las poblaciones por la pérdida de hábitat de las especies de fauna.	Adverso, Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico No residual	La fauna asociada a los cultivos y acahuales en Tabasco es un componente esencial de la agrobiodiversidad, donde destaca la interacción entre las especies de los cultivos y de la vegetación secundaria, incluyendo mamíferos, aves e insectos benéficos Así como especies de reptiles: Anolis lemurinus, Anolis sagrei, Basiliscus vittatus, Ctenosaura similis, Drymobius margariiferus, Iguana iguana, Sceloporus chrysostictus y Sceloporus variabilis. Ademas se encontraron 3 especies de mamíferos: Sciurus aureogaster, Nasua narica y Felis catus.. Aunque los agroecosistemas tradicionales mantienen biodiversidad, la agricultura intensiva y el uso de pesticidas han afectado a la fauna nativa.	M	Rescate y reubicación de fauna	Reporte de resultados, evidencia fotográfica
PyC	Desmonte y despalme	Fauna: interacciones negativas	Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal.	Adverso Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	La presencia de trabajadores en el área del proyecto implica el riesgo de algún incidente por contacto negativo con las especies de fauna silvestre que pueda encontrarse en la vegetación entre parcelas. No obstante, por las condiciones actuales del sitio estos encuentros son poco probables.	P	Rescate y reubicación de fauna por personal capacitado. Uso de equipos de seguridad por parte de los trabajadores (viboreras, guantes, etc.)	Bitácoras de trabajo
PyC	Operación	Paisaje: Calidad visual	Pérdida del paisaje por mal manejo de residuos	Adverso Local, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	La generación de residuos en el área del proyecto implica el riesgo de su dispersión o acumulación en lugares no autorizados por un mal manejo, lo cual da mal aspecto al sitio	P	Control de los residuos, aplicando el programa de manejo correspondiente.	Bitácoras de manejo, registro fotográfica de las condiciones del sitio a lo largo de la obra.
O	Operación	Paisaje: Calidad visual	Alteración del paisaje por los paneles solares.	Neutro, Zonal, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Como en cualquier actividad, si no se da un adecuado manejo a los residuos, se puede originar la dispersión y acumulamiento de basura en el área, afectando la armonía visual y escénica del lugar.	NA	NA	NA

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
					Este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, de duración temporal y magnitud local.			
O	Operación	Paisaje: Calidad visual	Reducción de la calidad visual del paisaje por una nueva línea eléctrica.	Neutro, Local, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	La línea eléctrica de 1.1 km de largo va paralela a la calle de acceso, donde no existen áreas residenciales ni tránsito de personas en una cuenca visual restringida por un relieve plano con vegetación	NA	NA	NA
PyC	Operación de la central eléctrica	Medio social: Economía	Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten obras y actividades.	Benéfico, Zonal, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	La central fotovoltaica se construirá en un área donde los ordenamientos aplicables establece una política de aprovechamiento. El terreno es de uso agricola y eventualmnete requeriria la remocion de la vegetación. Dado que las modificaciones a la LDFS reuieren el cambio de usos de suelo para los achaules, los campensino que no pueden realizar los pagos correspondientes pierden su fuente de ingresses (agricultura). .	NA	NA	NA
PyC	Operación de la central eléctrica	Medio social: Economía	Aumento de la oferta de empleo en la construcción.	Benéfico, Zonal, Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Para la etapa de construcción de la planta fotovoltaica será necesaria la contratación de personal que realice los trabajos desde la preparación del terreno hasta el montaje de los módulos fotovoltaicos. Se calcula una media de 300 trabajadores, durante los 14 meses previstos. Dadas las condiciones económicas que actualmente presenta la economía nacional, los proyectos que incentivan el fortalecimiento de la economía regional y nacional, así como la creación de empleos directos a todos los niveles, representa un gran estímulo a nivel socioeconómico,	NA	NA	NA

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
					además la política de construcción y operación del proyecto prevé operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que también el proyecto sea ambientalmente viable. Debido a que la obra es relativamente pequeña y de duración corta, este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.			
OyM	Operación de la central eléctrica	Medio social: Economía	Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento.	Benéfico, Zonal, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	El planta fotovoltaica ofrecerá trabajos en el sector terciario para la población local. Para los trabajos de mantenimiento será necesaria la contratación de personal capacitado que ejecute esta tarea. Sin embargo, debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de cinco personas por turno (15 personas) durante la operación y mantenimiento. Es por ello que este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.	NA	NA	NA
O	Operación de la central eléctrica	Medio social: Economía	Aumento de ingresos para la población por el arrendamiento de terrenos.	Benéfico, Zonal, Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Para la población dependiente de la productividad del terreno, el arrendamiento les proveerá de una fuente de ingresos constante	NA	NA	NA
PyC	Construcción de la central eléctrica	Medio social: Servicios públicos	Demanda de servicios para el manejo de residuos sólidos de tipo urbano.	Adverso, Zonal Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Son residuos sólidos urbanos los restos orgánicos de alimentos, los envases y envoltorios, las botellas o recipientes de vidrio. De manera general, los residuos municipales no	P	Manejar los residuos de acuerdo a lo establecido por la autoridad municipal,	Bitácoras del Plan Integral de Manejo de Residuos
						M	Aplicar medidas para reducir el volumen	

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]
					se consideran peligrosos ni tóxicos. Debido a la presencia de trabajadores es factible que se generen este tipo de residuos durante la construcción de la CEF.		generado	
						M	Separar os materiales que pueden ser reciclados	
PyC	Construcción de la central eléctrica	Medio social: Servicios públicos	Aumento en la demanda de servicios para el manejo de residuos de manejo especial.	Adverso, Zonal Temporal, No acumulativo, No sinérgico, No residual	Generación de residuos de manejo especial. Este tipo de residuos se generarán durante todas las fase de construcción del proyecto. Habrá costales que contuvieron cemento, cal y demás insumos de construcción, escombro, o latas de pintura vacías (que no sean a base de plomo o cromo), entre otros. El mal manejo de estos podría ocasionar contaminación de suelo.	P	Manejar los residuos de acuerdo a lo establecido por la autoridad municipal,	Bitácoras del Plan Integral de Manejo de Residuos
PyC	Construcción de la central eléctrica	Medio social: Economía	Incremento en la derrama económica para el municipio	Benéfico, Regional, No acumulativo, No sinérgico, No residual	El personal implicado para la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo del proyecto generará un incremento en la derrama económica para el municipio de Cárdenas, al consumir productos y servicios locales para cubrir sus necesidades básicas (ej. alimentación, vivienda, hospedaje, etc.).	NA	NA	NA
O	Operación de paneles solares, sistema de almacenamiento y línea de transmisión.	Medio social: Disponibilidad de energías limpias	Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos con reducción en la dependencia de otros tipos de energía..	Benéfico, Regional Permanente, No acumulativo, No sinérgico, No residual	El proyecto generará energía eléctrica generada a través de medios renovables (energía solar) para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional. La producción de energía eléctrica a través del uso de energías renovables como la radiación solar, representa para el Estado Mexicano una vía para promover la eficiencia y sustentabilidad energética. En ese sentido, el proyecto contribuirá con el abastecimiento al mercado eléctrico nacional a precios competitivos.	NA	NA	NA

Etapa del Proyecto[1]	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental[2] en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos[3]	Tipo de Medida[5]	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia[6]

[1]Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.

[2]Nivel más detallado y específico derivado de un componente ambiental. Ejemplo: Componente: Agua, Subcomponente: Medio Costero.

[3]Modificación negativa en la calidad y estabilidad de los componentes o factores bióticos y abióticos de un ecosistema o ecosistemas y sus interrelaciones existentes, que se ubican dentro de una misma región ecológica y que son consecuencia de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y/o residuales, derivados de las obras y actividades pretendidas de un proyecto, al interactuar con la dinámica propia del sistema, manifestándose como la respuesta del factor ambiental afectado de manera directa o indirecta, con magnitud e intensidad medibles, observables y ponderados en términos de indicadores de la calidad ambiental, basado en estudios técnicos aplicados para su determinación.

Dichos efectos pueden clasificarse en:

- Efectos directos: Ocurren en el mismo sitio y tiempo (de forma inmediata) donde se genera el impacto.
- Efectos indirectos: Ocurren de manera posterior en el tiempo o alejados en distancia, de donde se genera el impacto.

[4]Conjunto de acciones específicas, planificadas y ejecutables que el promovente debe implementar para evitar la generación de impactos ambientales adversos; reducir, controlar o minimizar su magnitud, extensión o duración; restaurar las condiciones ambientales afectadas; o, cuando ello no sea técnica o ambientalmente viable, compensar los impactos negativos residuales mediante la generación de beneficios ambientales equivalentes o superiores.

[5]Indicar si la medida es de prevención, mitigación, compensación o restauración. Identificar cada medida mediante la letra inicial correspondiente y un número consecutivo conforme a su orden de aparición, tal como se muestra a continuación:

[6]Indicadores cuantitativos y/o cualitativos que permiten evaluar, verificar y documentar el grado de cumplimiento y la eficacia de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración implementadas, mediante criterios objetivos, verificables, medibles y reproducibles de carácter ambiental normativo, los cuales posibiliten la evaluación del desempeño de dichas medidas en función de su efectividad y, en caso de no alcanzarse los resultados esperados, permitan valorar la necesidad de implementar medidas correctivas, adicionales o complementarias, a fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas inicialmente planteados. Anexar en su caso los métodos de cálculo de los indicadores.

-Anexar el soporte técnico y documental de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales.

-Anexar valoración económica del costo de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

-Es importante realizar el análisis sobre la implementación de estrategias donde se integren las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración, respecto a la integración de los componentes ambientales que resultarán afectados.

Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas.
Una vez expuestos los argumentos antes descritos, se considera que el proyecto está apegado a la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a través de uso de energías renovables, por lo que contribuye a la meta nacional establecida en los diversos preceptos examinados; la construcción y puesta en operación del proyecto afectara mínimamente las condiciones ambientales prevalecientes en la RE, lo que si bien ha sido pronosticado en el presente apartado. El análisis de los componentes ambientales relevantes y críticos de la Región Ecológica donde se desarrollará el proyecto permitió determinar que ninguna acción podría ser considerada como critica por su efecto sobre el medio ambiente natural o social. Incluso, al considerar las características de la zona y los asentamientos humanos de Cárdenas, los elementos naturales más importante que la definen no están representados en el sitio. El proyecto ocupa un espacio con aptitud para el aprovechamiento, tanto por los desarrollos circundantes como por lo establecido en distintos ordenamientos. El escenario actual del sitio donde se pretende realizar el proyecto consiste en un área de cultivos que desplazo la flora y fauna original. La zona que integra la RE está considerada en los planes de crecimiento del poblado de Cárdenas como una zona de aprovechamiento, que contempla el desarrollo actividades agrícolas que están ejerciendo presión por la tierra, que muchas no consideran acciones de protección y restitución de las características originales de la zona. Las experiencias existentes en materia de coordinación permiten ver la importancia de cumplir con todas y cada una de las recomendaciones de los resolutivos en materia de impacto ambiental, para garantizar la recuperación y el buen estado de los ecosistemas. Al término de la construcción el paisaje prácticamente no sufrirá un cambio en virtud de que visto aunque desde diferentes ángulos la infraestructura creada ocupará el primer plano visual, los terrenos son planos y no dominan el entorno. Al mismo tiempo no saturará dicho paisaje ya que las estructuras son de bajo perfil. La infraestructura se aprovechará solo para los fines que ha sido diseñada, que incluye la generación de energía eléctrica. La zona en general recibirá una mejor atención, principalmente en el aspecto de la limpieza, mediante un programa permanente que se extenderá hacía zonas de influencia de la planta fotovoltaica logrando un escenario con mejor imagen. Considerando el tamaño y tipo de obra, el escenario ambiental que se pronostica en caso de construir la planta fotovoltaica, aun sin la implementación de medidas de prevención y mitigación, es de impactos de nula o baja magnitud; sin que se pueda llegar a ocasionar daños irreversibles que pongan en riesgo el equilibrio ecológico del ecosistema. Sin embargo, el promovente se realizará todas las medidas de mitigación y compensación necesarias para no impactar en modo alguno el ambiente. En síntesis, se puede señalar que el proyecto no genera impactos ambientales significativos e incluso sus interacciones con el medio natural son prácticamente nulas. El hecho de que la etapa de operación no involucra actividades o procesos que generen residuos que contaminen determina que tampoco en esa etapa se presenten efectos adversos sobre el ambiente. • **Impactos acumulativos y sinérgicos.** En la RE donde se ubica el proyecto propuesto existen principalmente zonas agrícolas y asentamientos humanos. Al sur y al oeste existen pequeñas áreas con vegetación secundaria, pero todas con algún grado de perturbación y sin conectividad con áreas naturales. El REMIA en su Artículo 11, Fracción IV establece que los 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, se presentan en la modalidad regional, a cuyo contenido se apega el presente documento. Así, se identificaron los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto de la central fotovoltaica. • **Impactos acumulativos** El REIA en su fracción VI del Artículo 3°, describe a un impacto acumulativo como el impacto donde su efecto en el ambiente resulte del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Por ello el análisis de los impactos ambientales acumulativos se basó en la determinación de la distribución espacial del efecto de la infraestructura. No existen otras instalaciones similares en la RE ni se están llevando a cabo otros proyectos de desarrollo con los que pueda interactuar. Así, podemos estimar que el proyecto El Veladero, no tendrá un impacto negativo en la Región Ecológica, ya que como pudimos observar, los efectos provocados son de tipo local, en una dinámica de tipo estable. • **Impactos sinérgicos.** Por otra parte, el impacto ambiental sinérgico sería aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Dado que en este caso no se pudo determinar ninguna interacción con otras instalaciones similares ni hay otros desarrollos que alteren el entorno de forma significativa, no se presentan este tipo de impactos.

Componente	Escenario actual	Escenario modificado
Vegetación	Cultivos con rendimientos variables con áreas barbechadas y con la posibilidad de que terrenos queden en abandono por la relación costo-beneficio de la producción agrícola y el valor de la cosecha.	No hay pérdida de áreas de vegetación original ni forestal. Aprovechamiento de los terrenos agrícolas para la generación de energía eléctrica, beneficiando a los productore con recursos económicos constantes.
Fauna	Escasa, con mamíferos pequeños.	Las especies menores pueden recolonizar algunas áreas en el área del Proyecto, entre los modulos.
Paisaje	Con falta de naturalidad por las grandes extensiones para usos agropecuarios, conurbanización a lo largo de la carretera, alteración de la vegetación natural y presencia de algunos desechos sólidos.	La infraestructura no reducirá la naturalidad del área ni crea perdida de un paisaje atractivo, al integrarse plenamente con el paisaje transformado,
Residuos sólidos	Presencia de algunos desechos sólidos.	Un área más limpia como resultado de la aplicación de un programa permanente de limpieza.
Economía	Falta de empleo y bajos niveles de ingreso	El proyecto brindará trabajo en sus distintas etapas. Al término de la construcción habrá personal para atender los aspectos de limpieza y mantenimiento.

Como impactos residuales para el proyecto El Veladero, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que este tipo de proyectos son amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

Para estimar el efecto residual se consideraron los impactos generados durante todas las actividades del proyecto, desde su preparación hasta la operación, así como los impactos previos a la realización del mismo que si bien son ajenos al presente, son considerados como acumulativos al mismo. Los impactos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación son:

- Afectación a las especies de flora de lento crecimiento y difícil reproducción
- Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna
- Compactación del terreno
- Contaminación visual
- Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento

Las actividades del proyecto durante la etapa de preparación requieren la remoción de vegetación, afectando especies de flora de lento crecimiento y difícil reproducción, así como la pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna. Sin embargo, se llevará a cabo previo al inicio de actividades el programa de rescate y reubicación de flora, y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que, de acuerdo al análisis de impactos residuales, éstos se minimizan, pero no se mitigan por completo. Por lo que se compensarán de forma completa al llevar a cabo el programa de reforestación.

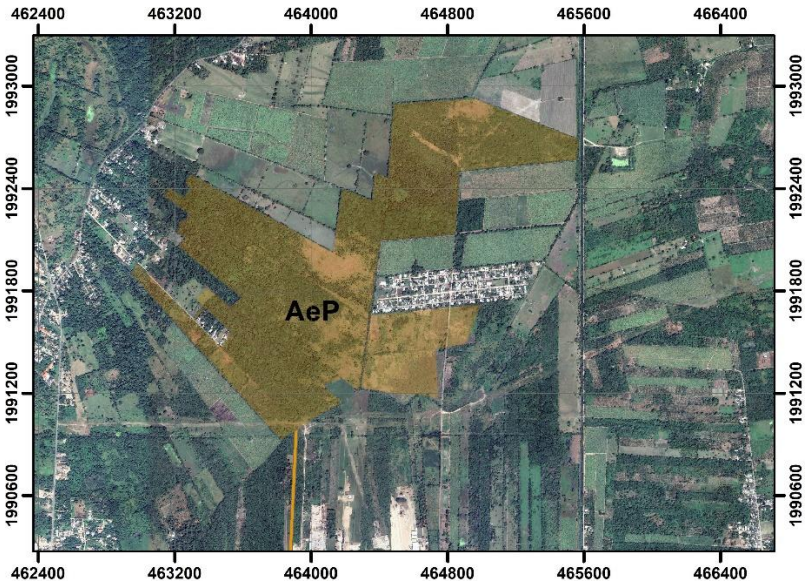
Por otro lado, la modificación a la capacidad de infiltración y el escurrimiento permanecerá aún después de la aplicación del programa de conservación de suelo y agua (canales de

desvío, alcantarillas y puentes), sin embargo, estos impactos serán compensados mediante la reforestación.

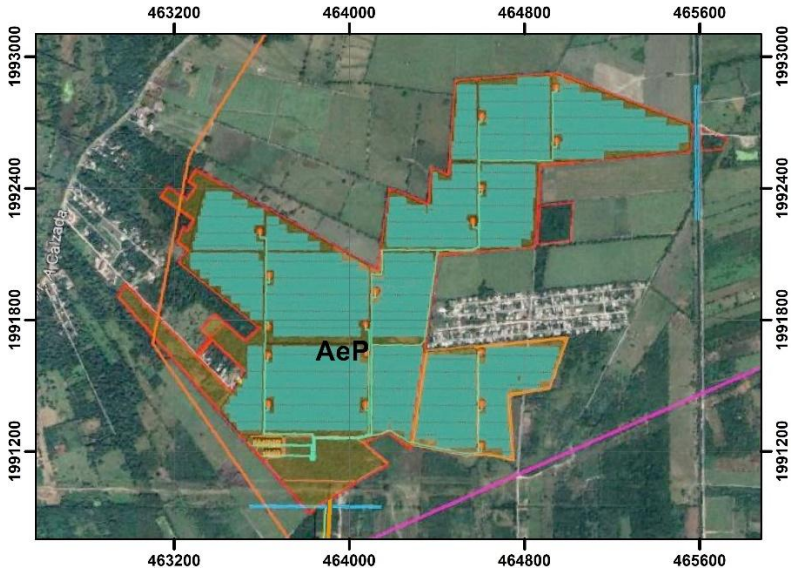
Finalmente, la compactación del terreno a consecuencia del movimiento de vehículos y maquinaria, es un impacto que permanecerá en el área después de la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes. Este impacto es de significancia baja, y debido a las actividades antropogénicas que se ejercen sobre el terreno, este ya ha sido compactado con anterioridad por causas ajenas al presente proyecto.

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

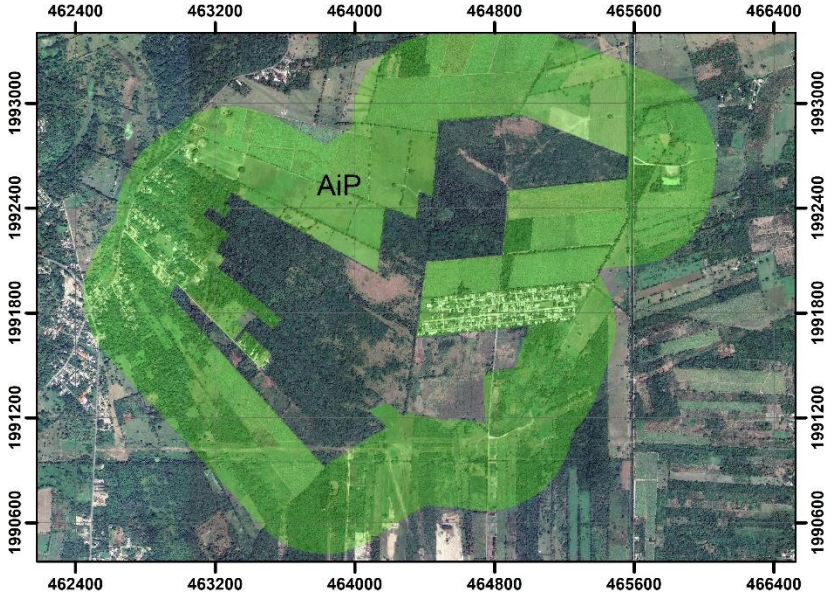
Area de influencia directa



Area de desplante.



Área de influencia indirecta.



Indicar los enlaces a los archivos anexos del plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84, del polígono del área de influencia y de la justificación de su delimitación, incluyendo los criterios utilizados para la misma, considerando la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos, acorde con los criterios utilizados para la delimitación de la RE y la magnitud del Proyecto.

Medidas de compensación y/o restauración ambiental[7]		
Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución.	Ubicación[8]	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
Programa de reforestación de aproximadamente 546 ha en una zona contigua a áreas naturales y con conectividad. Compensar la ocupación de una zona de acahual en terrenos agrícolas en reposo. El área se puede dividir en polígonos separados a fin de buscar la mayor interconectividad de zonas de vegetación natural o en recuperación. Las actividades se pueden realizar en un plazo de 18 meses o programarse para realizar las actividades en las mejores épocas para la siembra y trasplante d ejemplares de flora nativa.	Por determinar, preferentemente en el municipio de Cárdenas o donde la autoridad estatal proponga.	Supervivencia de especies vegetales utilizadas, Cobertura alcanzada.

[7]Anexar planos georreferenciados en UTM, Datum WGS84, así como archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV, de cada uno de los polígonos de las superficies de compensación y restauración propuestas, asimismo en formato PDF y DWG del Proyecto.

[8]Restauración: Acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban.

IV.1. Conclusiones.

Con base en el análisis del clima, fenómenos meteorológicos, geomorfología, geología, suelos, hidrología y calidad del aire, se concluye que el territorio de Cárdenas es un ambiente dominado por el agua, con alta productividad natural pero con una vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos. Específicamente, el proyecto se ubica en un territorio dedicado a la agricultura, de alta energía hídrica regulada con canales artificiales, que reduce su vulnerabilidad estructural ante inundaciones. La hidrología superficial en general, aunque abundante, está fuertemente degradada por fuentes contaminantes difusas y puntuales. Para garantizar la viabilidad ambiental y la seguridad del proyecto la capacidad para adaptarse a este entorno dinámico es clave.

En este caso la conservación del medio ambiente no se contrapone con el desarrollo de un proyecto con un impacto puntual como el que se propone. Esto es particularmente importante porque en todo momento se ha considerado la interacción de la central eléctrica fotovoltaica propuesta con la normatividad aplicable al sitio. Si el proyecto no se desarrolla, la población que depende de la agricultura que ahí se realiza no podrá afrontar el impacto del cambio de uso de suelo en terrenos donde se permitió el desarrollo de acahual para recuperar la fertilidad del suelo, por lo que perderán su fuente de ingresos. Por el contrario, con el proyecto recibirán un ingreso de manera regular. Adicionalmente, la reforestación de áreas de mayor valor ambiental en el municipio o la Región Ecológica representa un beneficio al medio ambiente mayor que el generado por el predio actualmente.

De acuerdo con los resultados discutidos en apartados anteriores, se considera que la construcción de la central fotovoltaica es viable en materia ambiental, lo cual se puede sustentar en los siguientes argumentos:

IV.1.1. Compatibilidad con el uso y vocación del suelo:

- El proyecto está en terrenos de uso agrícola frente a la zona urbana de Cardenas, rodeada de zonas agrícolas. En esta zona las áreas colindantes están ocupadas por terrenos agrícolas, infraestructura de comunicaciones (caminos y carreteras), así como áreas residenciales y comerciales.
- Aunque en la actualidad se presenta vegetación secundaria en el predio (acahual), esta se deriva del manejo agrícola del terreno donde por un periodo de algunos años se permite su desarrollo para la recuperación del suelo. Aun si el proyecto no se llevará a cabo, eventualmente esta vegetación se retirará para que la comunidad pueda continuar con las actividades de cultivo.
- La compatibilidad es aceptable con el desarrollo de la zona ya que no afecta ningún elemento natural ni tampoco provoca cambios irreversibles en la zona. La zona no

presenta interconectividad con áreas naturales (aunque existen otros predios agrícolas en reposo) ni constituye un corredor para especies migratorias.

IV.1.2. Aspectos socioeconómicos:

- Este proyecto beneficiará a la población local en primer lugar debido a que conlleva al empleo de personal durante las obras de construcción de la infraestructura.
- El ingreso para la población local por el arrendamiento de terrenos proporciona seguridad económica independiente de los factores que afectan la actividad agrícola en la llanura costera.
- En la etapa de operación es necesario contratar personal para las actividades de mantenimiento y limpieza, lo que incide en la economía local de manera permanente. No obstante, el beneficio es limitado por el hecho de que se trata de una instalación automatizada sin personal de planta ni otras actividades asociadas.

IV.1.3. Impactos identificados

- Los impactos identificados y evaluados como adversos, son todos temporales (en la etapa de construcción) y prácticamente puntuales (no hay afectación más allá del área de desplante). No hay un impacto adverso en el ambiente que conlleve la pérdida de recursos o biodiversidad, pero aun así se ha condicionado a una serie de medidas que fueron establecidas en el capítulo correspondiente de esta MIA-R.
- Por otro lado, en tanto que se encuentra una zona fuera de asentamientos humanos el proyecto no tiene una magnitud ni un efecto suficiente para modificar los elementos socio-ambientales ni las tendencias del desarrollo urbano.
- El proyecto representa una inversión económica que incide en pequeña escala en las actividades del sector eléctrico del municipio de Cárdenas y en el consecuente desarrollo que estas propician.

IV.1.4. Interconexión.

- El punto de entrega de la totalidad de energía se llevará a cabo en la línea de transmisión de CFE que cruza por los predios donde se proyecta la CEF y que es parte del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

A - Hoja de Datos Equipos

INGECON SUN 3Power C Series 1,500 Vdc

TRANSFORMERLESS PV INVERTER WITH AN EXTRA THERMAL STABILITY AND A GREATER POWER DENSITY

Up to 3.8 MVA at 1,500 V

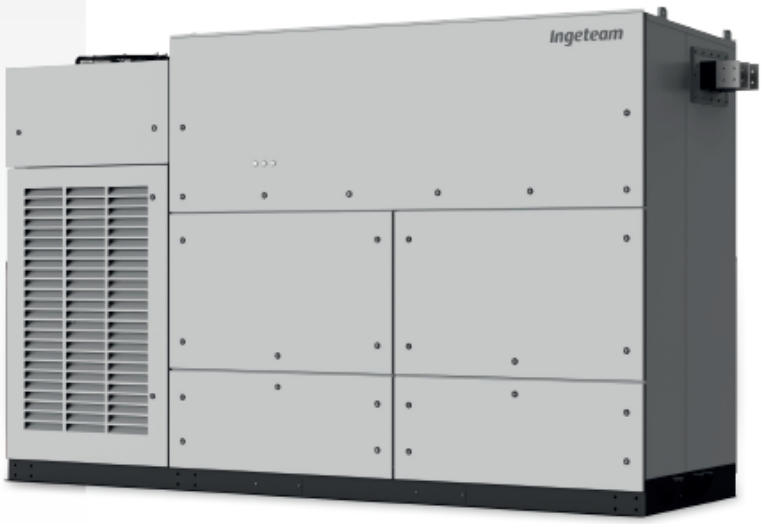
Greater power density
This solar PV inverter achieves a market-leading power density of 492 kVA/m³, as it provides up to 3,825 kVA kVA in just one power stack.

Latest generation electronics
The INGECON® SUN 3Power C Series PV inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

Liquid Cooling System (LCS)
Ingeteam has already supplied +52 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

IP65 protection
A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

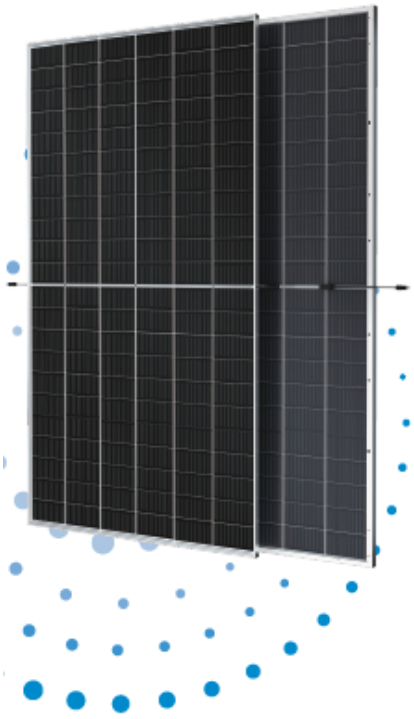
Vertex

BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG21C.20

POWER RANGE: 645-665W

665W	0~+5W	21.4%
MAXIMUM POWER OUTPUT	POSITIVE POWER TOLERANCE	MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components

High power up to 665W

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

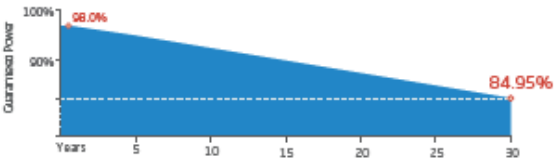
High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

Trinasolar

B - Planes de desarrollo a futuro.

En este momento no existen planes para la ampliación inmediata de la planta fotovoltaica ni para la construcción de nueva infraestructura.

C - Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

D- Matriz de Interacciones.

Esta técnica, basada en una modificación de la Matriz de Leopold, nos brinda una primera aproximación al estudio de causas y efectos en la que se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto para así vislumbrar aquellos elementos que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones.

Para la identificación de los impactos generados por el proyecto propuesto, este se dividió en 5 etapas con 19 obras o actividades, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones. Este proyecto no tiene procesos de transformación ni actividades con atención al público en su etapa de operación y mantenimiento.

ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

1. Selección del Sitio.
   Análisis de alternativas.
2. Preparación del Sitio.
   Levantamientos topográficos
   Instalaciones de apoyo.

Desmonte y despalme.
Acopio de materiales.
Patio de maquinaria pesada

3. Construcción.
   - Nivelaciones.
   - Cimentación de estructuras.
   - Ensamblado de los módulos fotovoltaicos
   - Red de cableado subterráneo.
   - Construcción de edificios generales
   - Generación de residuos sólidos
   - Retiro de materiales y equipos.
4. Operación y mantenimiento.
   - Generación de energía eléctrica
   - Transmisión de energía eléctrica
   - Aseo general
   - Mantenimiento de los módulos solares
5. Abandono del sitio.
   - Retiro de las estructuras.

Esta fase del proceso comienza con la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones del proyecto y dispuestas en filas los componentes medioambientales presentes en la Región Ecológica (RE) y el sitio para el proyecto.

Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando de la matriz aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que potencialmente puede ser modificado como consecuencia de la realización del proyecto. Sin embargo, en este caso se ha mantenido en la matriz algunos elementos ausentes en el sitio con el fin de hacer explicita la ausencia de interacciones. Para las interacciones se establecen diferentes niveles que se definen de acuerdo a la magnitud de la modificación y se definen como:

- **Sin Interacciones Esperadas.** Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula. Esta situación se presenta con la flora y fauna original, prácticamente ausentes del sitio del proyecto.

- **Efectos Desconocidos o Indefinidos.** En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos.

- **Interacción Adversa Relevante.** Se considera cuando un elemento de la RE, resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo.

- **Interacción Adversa Media.** Se presenta cuando un elemento de la RE es parcialmente perturbado por la construcción del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o estado prístino, puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.

- **Interacción Adversa No Relevante.** Este nivel de impacto previsible se da cuando la modificación de un elemento es casi nula. También se pueden incluir aquellos procesos o aspectos que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. A diferencia del impacto previsible medio, estos no se deben generar por lo que requieren medidas de prevención en lugar de mitigación.

- **Interacción Administrativa.** Se considera esta categoría de impactos en aquellos casos en que dos elementos no interactúan físicamente o no hay un impacto como resultado de las obras o actividades realizadas, pero existen normas, reglamentos u otros instrumentos jurídicos que prescriben la realización de medidas de mitigación o compensación en alguna circunstancia dada..

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más, de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla 1, en donde se incluyen los símbolos que se emplearán en la matriz de interacción.

- **Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.**

Tabla 1. Tipos de interacciones consideradas para la matriz del proyecto de la planta fotovoltaica.

Tipo de Impacto	Símbolo		Tipo de Impacto	Símbolo
Sin Interacciones Esperadas	·		Interacción Adversa No Relevante	□
Efectos subjetivos o indefinidos	?		Interacción Benéfica	●
Interacción Adversa Significativa	*		Interacción Benéfica No Relevante	○
Interacción Adversa Media	■		Interacción administrativa	

Tabla 2. Matriz de Leopold modificada para el proyecto El Veladero.

	SS	PREPARACIÓN DEL SITIO						CONSTRUCCIÓN							Operación y Mantenimiento				AS
	Análisis de alternativas	Levantamientos topográficos	Instalaciones de apoyo	Desmonte y despalme	Demoliciones	Acopio de materiales	Patio de maquinaria pesada	Nivelaciones	Cimentación de estructuras	Ensamblado de módulos fotovoltaicos	Red de cableado subterráneo.	Construcción de edificios generales	Generación de residuos sólidos	Retiro de materiales y equipos	Generación de energía eléctrica	Transmisión de energía eléctrica	Aseo general	Mantenimiento de módulos solares	Retiro de las estructuras
Atmósfera																			
a. Calidad del aire	·	·	·	□	·	□	·	□	·	□	·	·	·	·	●	·	·	·	·
b. Entorno acústico	·	·	·	□	□	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Geología y Edafología																			
a. Topografía	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Permeabilidad	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	□	·	·	·	·	·	·	·	○
c. Contenido de contaminantes	·	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Hidrología																			
a. Calidad de agua	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Escurrimientos Superficiales	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
c. Flujos subterráneos	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Biodiversidad																			
a. Vegetación de cultivos	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Vegetación secundaria																			
c. Fauna asociada a cultivos	·	·	·	□	·	·	·	□	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
d. Fauna silvestre	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·
e. Fauna nociva	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Paisaje																			
a. Entorno visual	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◈	·	·	·	·	·	·	·	·	·
a. Paisaje transformado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·
Entorno Socioeconómico																			
a. Comunidad local (economía)	·	·	·	○	○	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·
b. Manejo de la zona	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	○	·	·	·
Nota: SS = Selección del Sitio.																			

Una vez identificadas las interacciones que constituyen propiamente los impactos ambientales se procederá a evaluar las características de los mismos para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos.

El modelo matricial que se ha empleado contiene las actividades básicas que constituyen el proyecto y los elementos del medio que se consideró que pueden interactuar. Bajo este contexto, las perturbaciones generadas en el sistema pueden tener varios criterios de acuerdo a la naturaleza del impacto y a las características del ambiente, es así que, la evaluación de los impactos debe considerar el disturbio con los efectos colaterales a través del tiempo y espacio. En el presente trabajo se consideraron seis parámetros:

- **Carácter.** Hace referencia a los efectos hacia el interior del sistema, reflejando la respuesta de los componentes ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso (-) o benéfico (+).

- **Magnitud.** Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de la fuente de impacto relacionada con el proyecto, las cuales comprenden tres niveles:
    - Local, menos de un kilómetro alrededor de la obra que produce el impacto;
    - Zonal mayor que un kilómetro y menor de cinco y;
    - Regional, más de cinco kilómetros.

- **Duración.** Denota la permanencia del impacto en el ambiente, considerando tres atributos:
    - Temporal, el impacto y sus consecuencias duran el mismo tiempo que la actividad que lo produce; y
    - Permanente, los disturbios se mantienen en el ambiente por tiempo indefinido mayor de 5 años.

- **Significancia.** Se refiere a la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, indicándose si es considerado significativo (SI) o no significativo (NO).

- **Acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el

pasado o en el presente, indicándose si es considerado acumulativo (SI) o no acumulativo (NO).

- **Residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual (SI) o no residual (NO).

Tabla 03. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
. Emisiones a la atmósfera.	Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
	Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	-	L	T	No	No	No
	Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales.	-	L	T	No	No	No
. Entorno Acústico	Generación de ruido durante los trabajos de construcción.	-	L	T	No	No	No
	Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	/	/	/	/	/	/
Geología y Edafología.	Alteración de la topografía del sitio	-	L	P	No	No	No
	Compactación del suelo	-	L	T	No	No	No
Hidrología	Reducción de la calidad de agua en corrientes colindantes	/	/	/	/	/	/
	Alteración del patrón de escurrimientos	/	/	/	/	/	/
	Riesgo de derrames durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
Flora.	Eliminación de la vegetación arbustiva y arbórea	-	L	P	No	No	No
	Eliminación de la productividad de cultivos	-	L	P	No	No	No
	Daño a vegetación aledaña	/	/	/	/	/	/
Fauna.	Creación de barreras por cercado del sitio	-	L	P	No	No	No
	Alteración de organismos por ruido	-	L	T	No	No	No
	Desplazamiento de fauna por desmonte del terreno	-	L	P	No	No	No
	Mortalidad de aves por líneas eléctricas	-	L	P	No	No	No
	Desplazamiento de fauna asociada a cultivos	-	L	T	No	No	No
Hábitats de la RE	Reducción de hábitats de selva media	-	L	P	No	No	No
	Fragmentación del hábitat por barreras físicas	/	/	/	/	/	/
Paisaje.	Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria.	-	L	T	No	No	No

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
	Alteración del paisaje por los paneles solares.	-	Z	P	No	No	No
	Reducción de la calidad visual del paisaje por una nueva línea eléctrica.	-	L	P	No	No	No
	Degradación del paisaje	/	/	/	/	/	/
Medio Socioeconómico.	Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten obras y actividades.	+	Z	P	No	No	No
	Aumento de la oferta de empleo en la construcción.	+	Z	T	No	No	No
	Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento.	+	Z	P	No	No	No
	Aumento de ingresos para la población por el arrendamiento de terrenos.	+	Z	P	No	No	No
	Demanda de servicios para el manejo de residuos sólidos de tipo urbano.	-	Z	P	No	No	No
	Demanda de servicios para el manejo de residuos de manejo especial.	-	Z	T	No	No	No

C = Carácter: Adverso (+), Benéfico (-), Elementos subjetivos (+/-).
M = Magnitud: L (Local, en área < 1 km), **Z** (Zonal, en área < 5 km), **R** (Regional, en área > 5 km).
D = Duración: T (Temporal, dura lo que la actividad impactante), **P** (Permanente, dura más de 5 años).
S = Significancia: Si (es significativo), **No** (no es significativo).
A = Acumulativo: Si (es acumulativo), **No** (no es acumulativo).
R = Residual: Si (es residual), **No** (no es residual).
/ = Sin Efecto identificado
* Aunque la posibilidad es permanente la ocurrencia es nula u ocasional.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987) [2].

La selección adecuada de los indicadores de impacto busca, mediante la primera fase de identificación de impactos, establecer los elementos del ambiente afectados por un agente o generador de cambio; esto permite, en una segunda fase, evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del proyecto El Veladero.

Con base a la delimitación de la RE, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

E - Manejo de Residuos

Los residuos de construcción y limpieza del terreno se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

Todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

- **Tipos de Residuos**

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

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

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

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

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

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación afectadas, es decir las áreas con vegetación densa, matorrales y/o arbustos, principalmente las más cercanas a arroyos y/o las zonas no agrícolas. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, aun así, se realizarán Movimientos de tierra para cumplir con los criterios de pendientes máximas recogidas en la Memoria de Movimientos de Tierra de este proyecto.

Las zanjas por realizar para los cables de la Planta y sus LSMT tendrán unas dimensiones de profundidad y de ancho en función del tipo de cableado que discurra por cada zanja, diferenciando así entre canalizaciones de red eléctrica y de tierras y canalizaciones de seguridad. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

A parte de lo anterior, tanto para las Estaciones de Potencia como para el Centro de Control y Mantenimiento y el Almacén de Repuestos, se realizarán movimientos de tierra para la adecuación del terreno del área en la que se vayan a instalar.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de las diferentes excavaciones. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de estos, entre otros.

Las Estaciones de Potencia se cimentarán sobre losa de aproximadamente 2,5 m x 6 m en planta (15 m^2). En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de al menos 0,15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Adicionalmente a lo anterior, el Edifico de Control y el Almacén se cimentarán sobre losa de aproximadamente 10m x 16,5m en planta (165 m^2) y 10m x 11m en planta (110 m^2) respectivamente. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de al menos 0,15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

- **Disposición de Residuos**

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

Residuos de Tipo Municipal

Hay que destacar dos tipos:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como residuos domésticos
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de

los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

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

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

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

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

Residuos Industriales No Peligrosos

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

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

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

Residuos Industriales Peligrosos

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

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

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

Con el fin de asegurar un manejo adecuado de los residuos, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establecerá las directrices y procedimientos a seguir durante las etapas de preparación y construcción del proyecto en materia de manejo, segregación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos generados.

Dicho programa considerará el principio de corresponsabilidad del generador, garantizando que los residuos sean manejados adecuadamente hasta su destino final y que este cumpla con las disposiciones ambientales aplicables.

Tabla 0.4 Gestión de Residuos.

TIPO DE RESIDUO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FUENTE GENERADORA	MEDIDAS Y ALMACENAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
TIPO I – Residuos Vegetales (RME)	**Orgánico vegetal**	Vegetación herbácea, maleza y arbustos de bajo porte generados durante el desbroce del terreno.	Preparación y acondicionamiento del sitio.	Acopio temporal en áreas delimitadas y señalizadas. Prohibida la quema.	Reincorporación al suelo o traslado a sitio autorizado.
TIPO II – Tierras y Pétreos de Excavación (RME)	**Inerte mineral**	Tierras, arenas y gravas no contaminadas provenientes de excavaciones y zanjas.	Movimiento de tierras y excavaciones.	Montículos controlados con medidas contra erosión y polvo.	Reutilización en obra o envío a banco de tiro autorizado.
TIPO III – Residuos Pétreos de Obra (RME)	**Inerte pétreo**	Restos de concreto, bloques y ladrillos provenientes de obra civil.	Construcción de estaciones, edificios y losas.	Separación y acopio en áreas exclusivas señalizadas.	Reutilización o disposición mediante gestor autorizado.
TIPO IV – Residuos No Pétreos de Construcción (RME)	**No pétreo reciclable**	Madera, metales, plásticos industriales, papel y cartón de embalaje.	Montaje de estructuras e instalación de equipos.	Almacenamiento segregado por material en áreas delimitadas.	Reutilización, reciclaje o recolección autorizada.
TIPO V – Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	**Urbano**	Restos de alimentos, residuos orgánicos y envases de alimentos.	Personal administrativo y de obra.	Contenedores con tapa y recolección frecuente.	Recolección municipal o empresa autorizada.

TIPO DE RESIDUO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FUENTE GENERADORA	MEDIDAS Y ALMACENAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
TIPO V – Residuos Potencialmente Peligrosos (RP)	**Peligroso**	Aceites usados, envases contaminados y trapos impregnados.	Mantenimiento de maquinaria y equipos.	Contenedores herméticos en áreas impermeabilizadas.	Gestor autorizado conforme a normatividad vigente.

F - Control de Emisiones

El control de emisiones en una planta fotovoltaica es fundamental para mitigar los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proyecto: constructiva, operativa y de desmantelamiento. Estas provienen principalmente del uso de maquinaria pesada, transporte de materiales y generación de polvo, lo que se refleja en la presencia de partículas como PM10, MP2.5 y MPS, así como compuestos como CO, NOx, HC y SOx.
El adecuado control de estas emisiones implica implementar prácticas como el mantenimiento de equipos, uso de combustibles limpios, riego de vías para controlar el polvo y planificación eficiente del transporte, minimizando así la huella ambiental del proyecto.
A continuación de presentan los estimativos de las emisiones generadas en las diferentes etapas del proyecto:

Tabla 0.5 Emisiones por etapa de proyecto.

Etapa de proyecto	***Emisiones (ton/año)***	***Tipo de emisión***
Etapa Constructiva	9,3	PM10
	2,4	MP2.5
	2.5	MPS
	2,62	CO
	1,7	HC
	9,5	NOx
	0,03	SOx
Etapa Operativa	0,7	PM10
	0,093	MP2.5
	2,64	MPS
	0,02	CO
	0,02	HC
	0,05	NOx
	0,0000003	SOx
Etapa de Desmantelamiento	5,51	PM10
	2,2	MP2.5
	5,21	MPS
	4,81	CO
	2,66	HC
	1,17	NOx
	0,02	SOx

G - Fase Desmantelamiento

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

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

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

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

- **Desconexión del Sistema Eléctrico**

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

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

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

inicio a las actividades de desmantelamiento, cumpliendo con los criterios técnicos, de seguridad y regulatorios aplicables.

- **Desmantelamiento de Central Eléctrica (PV + SAE + LT + SET)**

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales de la Planta.

Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarían separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde los centros de transformación al punto de conexión, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.

El cable se organizará por tipo de cable y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

Desmantelamiento de la Obra Civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

- **Medidas Correctoras y Restauración Paisajística**

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.

- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.

- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Tabla 0.6: Medidas correctoras y restauración paisajística

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	- Reducir los niveles de polvo.
Contaminación Acústica	- Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	- Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	- Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	- Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

H - Programa de Vigilancia Ambiental

La implementación del Programa de Manejo Ambiental (PVA), tiene como función el ser la guía a seguir por el promovente para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del Proyecto, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El PVA se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

- **Objetivos:**

Para disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que genera el desarrollo que este tipo de proyectos, al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente, se busca alcanzar los siguientes objetivos.

- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales que permitan monitorear el éxito de las medidas, así como los programas generados para su cumplimiento.
- Observar el desarrollo ambiental del proyecto tomando como base la normatividad ambiental vigente y aplicable al mismo.
- Revisar el cumplimiento de las medidas de mitigación descritas en la MIA-R.
- Verificar y evaluar la efectividad de las medidas propuestas.

El responsable de la aplicación de este programa será el promovente, a través de un supervisor encargado de vigilar que se aplique correctamente este programa.

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la MIA-R, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

- **Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación**

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del proyecto El Veladero y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico.

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases del parque, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

I - Fotografías.

En el cuerpo del documento se incluye la memoria fotográfica del sitio del proyecto.

J - Videos.

En el presente documento no se incluyen videos.

Bibliografía.

Almaktara, M, H.A. Rahmana, M.Y. Hassana, y S. Rahmanb. 2013. *Climate based empirical model for PV Module Temperature estimation in tropical Environment*. Applied Solar Energy, 2013. Vol. 49. Nº 4, pp. 192-201.

Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros Rastros de Los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.

Arizmendi, Ma. del Coro (Ed.) y Laura Márquez-Valdemar (Ed.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

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 Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. *Regiones Hidrológicas Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa (escala 1:4,000,000)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Atlas Nacional de Riesgos. (s. f.). http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/cob-atlas-estatales.html

Brito Rueda De León, Alondra Daniela; María Lyssette Mazó Quevedo; Geovanni Hernández Galvez. 2024. “10. Situación actual del municipio de Cárdenas en Tabasco, México, en el marco de la transición energética sustentable.” https://comunicacion-cientifica.com/doi/cc428/428-10.pdf

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO Y FCE. México. 986 pp.

Cepeda, J, Carmona A., 2017. *Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones*. Universidad Santo Tomás Bogotá.

CONAPO. 2010. *Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos*.

Coria, Ignacio Daniel. 2008*. El estudio del impacto ambiental: Características y metodologías*. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. ISSN (Versión impresa) 0329-3475. Pp 125-135.

Cuce, E., T. Bali, S. A. Sekucoglu, 2011, *Effects of passive cooling on performance of silicon photovoltaic cells*. International Journal of Low-Carbon Technologies 2011, 0, 1–10.

Desarrollo. (s. f.). Normales Climatológicas por Estado. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=tab

FHWA. 2006. *Construction Noise Handbook*. Reporte Final. Department of Transportation, Federal Highways Administration. EUA.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

Howell, Steve N.G. y Sophie Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. Primera edición. Nueva York, EUA.

IDEAM, 2017. *La radiación solar y su paso por la atmósfera*.

INEGI, 2018. *Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México*. SCIAN 2018. INEGI, 1139.

INEGI, 2018. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*.

INEGI. 2024. *Anuario Estadístico del Estado de Tabasco*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. Conjunto Nacional de Información Edafológica. Serie II. México. 2007.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta Fisiográfica, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta de Climas, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. *Carta de Temperatura Media Mensual, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta de Precipitación Total Anual, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

Jordan, P.G. 2014. *Solar Energy Markets: An Analysis of the Global Solar Industry*. Ed. Elsevier

Kim, J.P., H. Lim, J. H. Song, Y. J. Chang, C. H. Jeon, 2010. *Numerical analysis on the thermal characteristics of photovoltaic module with ambient temperature variation*, Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 404–407.

McEvoy, T. Markvart, L. Castañer. 2013. *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*. Editorial Elsevier.

Nacional, S. S. (s. f.). SSN - Catálogo de sismos | UNAM, México. Servicio Sismológico Nacional. http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/

Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1999. *Diversidad biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 791 p.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.

SE, 2015. *Energías renovables*. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/76391/DS_Energias_Renovables_ES.pdf

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*.

SuperJS check. (s. f.). https://skybrary.aero/articles/tropical-monsoon-climate-am

Teo, H.G., P.S. Lee, M.N.A. Hawlader, 2011. *An active cooling system for photovoltaic modules*. Applied Energy 90 (2012) 309–315.

UICN (World Conservation Union). 2005. *IUCN Red list. Version 3.1*, IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.