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

CAPÍTULO I

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1. Datos generales del proyecto 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Duración del proyecto 2
I.2. Datos generales del promovente 3
I.2.1. Nombre o razón social 3
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 3
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 3
I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones 3
I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio 3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clave y denominación del Estado y Municipio donde se ubica el proyecto. 1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 2

Consulta al Público

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto sobre el que se desarrolla la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional se denomina "**Central Eólica Dzidzantún**" mismo que durante el avance del presente estudio se le denominará indistintamente "el proyecto", "proyecto" o "central eólica". Además, se entenderá por parque al conjunto de aerogeneradores e instalaciones adicionales y Línea de Alta tensión o LAT a la Línea que permitirá la evacuación de la energía producida,

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se ubica en su totalidad dentro del estado de Yucatán, de manera específica en los municipios de Dzidzantún (Línea de Alta Tensión –LAT - y parque eólico) y Temax (LAT).

Los datos de identificación de los municipios se mencionan en la siguiente tabla.

ENCABEZADO 1	ENCABEZADO 1		
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
31	Yucatán	027	Dzidzantún
		084	Temax

Tabla 1. Clave y denominación del Estado y Municipio donde se ubica el proyecto.
Fuente: INEGI.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación geopolítica del proyecto.

Consulta al Público

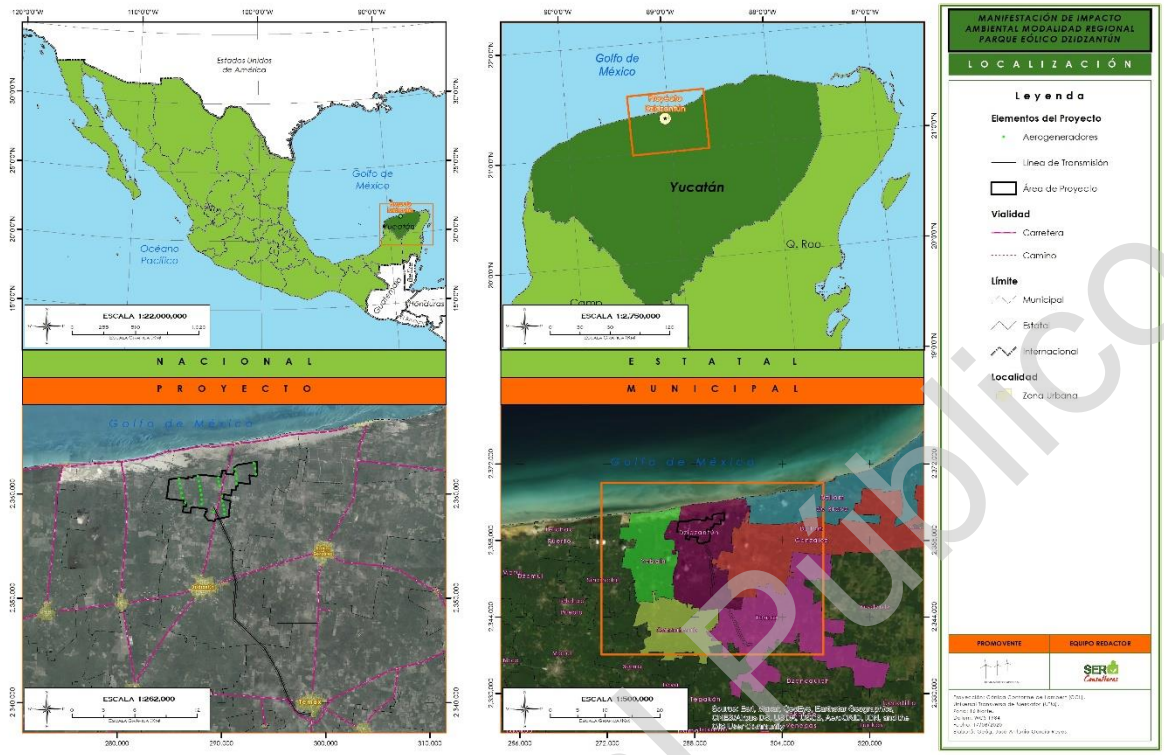


Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente.

Como anexo digital se presentan el polígono y los elementos que conforman el proyecto (kmz y shp), así como las coordenadas UTM de los vértices (Excel) del mismo.

Anexo I.1 Polígono y elementos del proyecto.

Anexo I.2 Coordenadas del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto

Se estima que el proyecto tenga una duración, en operación, de 40 años de vida útil. Previamente a la etapa de operación se requiere de un periodo de 5 años, 2 de ellos para la etapa de planeación del proyecto y 3 para la etapa de preparación del sitio y construcción. Tras el periodo de operación se consideran 2 años para proceder al desmantelamiento y restauración del sitio (para más detalle ver Capítulo II).

Consulta al Público

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

La sociedad promovente del proyecto es GESAN MÉXICO 1 S.A.P.I. de C.V.

Anexo I.3 Acta constitutiva GESAN MÉXICO 1.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El R.F.C del Promovente es RESERVADO

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

La sociedad Promovente del proyecto, se encuentra representada legalmente por RESERVADO, cuyas facultades se encuentran señaladas dentro del Acta constitutiva de la sociedad denominada GESAN MÉXICO 1, S.A.P.I. de C.V.

Anexo I.4 Poder legal.

Anexo I.5 Identificación Oficial del Representante legal.

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones

La dirección postal del Promovente para oír y recibir notificaciones es:

RESERVADO

Correo electrónico de contacto:

RESERVADO

I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio

El consultor ambiental que elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional se identifica bajo la razón social de RESERVADO, cuya denominación comercial es SER Consultores.

El equipo técnico responsable de la elaboración de los diferentes apartados del presente estudio se presenta a continuación:

Consulta al Público

El estudio ha sido dirigido por:

- RESERVADO

Adicionalmente se presenta el listado de especialistas que han participado en el estudio:

- RESERVADO

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO II

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 1

II.1. Información general del proyecto 1

II.1.1. Naturaleza del proyecto 1

II.1.2. Justificación 1

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto 2

II.1.3.1. Dimensiones del proyecto 4

II.2. Características particulares del proyecto 8

II.2.1. Elementos que integran el proyecto 8

II.2.1.1. Aerogeneradores y torres 8

II.2.1.1.1. Góndola 8

II.2.1.1.2. Rotor 11

II.2.1.1.3. Palas 11

II.2.1.1.4. Torre y cimentación 12

II.2.1.2. Plataformas 12

II.2.1.3. Caminos interiores 12

II.2.1.4. Subestación Eléctrica 12

II.2.1.5. Línea de Alta Tensión (LAT) 13

II.2.1.6. Ubicación de los componentes del proyecto 16

II.2.2. Programa de trabajo 16

II.2.3. Representación gráfica regional 20

II.2.4. Representación gráfica local 20

II.2.5. Terrenos sobre los que se ubica el proyecto 21

II.3. Descripción de las obras y actividades del proyecto 22

II.3.1. Planeación 22

II.3.2. Preparación del sitio 22

Consulta al Público

II.3.3. Construcción 23
II.3.3.1. Central Eólica 23
II.3.3.1.1. Caminos 23
II.3.3.1.2. Plataformas 25
II.3.3.1.3. Cimentaciones 25
II.3.3.1.4. Montaje de torres y aerogeneradores 27
II.3.3.2. Subestación 29
II.3.3.3. Red de media tensión 29
II.3.3.4. Línea de Alta Tensión (LAT) 30
II.3.4. Operación y mantenimiento. 33
II.3.4.1. Central Eólica 33
II.3.4.2. Línea de Alta Tensión 37
II.3.5. Desmantelamiento y abandono del sitio 41
II.3.5.1. Central Eólica. 41
II.3.5.2. Línea de Alta Tensión 43
II.4. Maquinaria utilizada 43
II.5. Fuentes de energía y combustible 44
II.5.1. Energía eléctrica para la Central Eólica y LAT 44
II.5.2. Combustibles para la Central Eólica y LAT 45
II.6. Mano de obra requerida 45
II.7. Consumo de agua 46
II.8. Insumos y materiales 46
II.8.1. Requerimiento de material pétreo. 46
II.9. Generación de residuos 47
II.9.1. Residuos generados 47
II.9.1.1. Residuos no peligrosos 47
II.9.1.2. Residuos peligrosos 48

Consulta al Público

II.9.1.3. Aguas residuales 49
II.9.1.4. Ruido 49
II.9.1.5. Generación de gases de efecto invernadero, como es el caso del H2O, CO2, CH4, N2O, CFC, entre otros (por etapa del proyecto) 50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficies de afectación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 5
Tabla 2. Superficies de afectación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", por uso de suelo y vegetación. 7
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la Línea de Alta Tensión. 13
Tabla 4. Cronograma de actividades del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 19
Tabla 5. Actividades de mantenimiento preventivo y su periodicidad. 36
Tabla 6. Actividades de mantenimiento para la LAT y su periodicidad. 39
Tabla 7. Maquinaria utilizada para la preparación del sitio y construcción del Parque. 44
Tabla 8. Maquinaria utilizada para la preparación del sitio y construcción de la LAT. 44
Tabla 9. Relación de empleos generados para la etapa de preparación del sitio y construcción. 46
Tabla 10. Generación de residuos peligrosos estimados durante la etapa preparación del sitio y construcción 48
Tabla 11. Niveles sonoros de un parque eólico 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del polígono del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 2
Figura 2. Vista lateral y frontal de los aerogeneradores 8
Figura 3. Góndola 10
Figura 4. Principales componentes de la góndola 11
Figura 5. Componentes del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 16
Figura 6. Ubicación regional de la "Central Eólica Dzidzantún". 20
Figura 7. Ubicación local de la "Central Eólica Dzidzantún". 21
Figura 8. Régimen de propiedad de la tierra para los terrenos donde se ubica la "Central Eólica Dzidzantún". 22

Consulta al Público

Figura 9. Sección tipo de los caminos. 24
Figura 10. Esquema de montaje de la torre. 27
Figura 11. Esquema de montaje de la *nacelle* (góndola). 28
Figura 12. Esquema de montaje del rotor. 29

Consulta al Público

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

II.1. Información general del proyecto

En el presente Capítulo, se detallan las características específicas que definen el proyecto "Central Eólica Dzidzantún", tales como los componentes que lo integran y la superficie requerida para su instalación, además también se señalan las actividades a desarrollar dentro de cada una de las etapas de ejecución del mismo y finalmente la inversión requerida para la puesta en marcha del proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto "Central Eólica Dzidzantún" consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un parque eólico en donde se producirá energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la fuerza del viento, con una potencia instalada de 130.2 MW.

En este sentido, al tratarse de un proyecto cuya actividad principal es la generación de energía eléctrica mediante el uso de una fuente renovable, la Estrategia Nacional de Energía 2014- 2028 lo considera como un proyecto del Sector Energético específicamente del Subsector Eléctrico.

II.1.2. Justificación

El proyecto "Central Eólica Dzidzantún" tiene como principal objetivo contribuir con la producción energética del país mediante el aprovechamiento del recurso eólico del que dispone dentro de su territorio, generando con ello energía eléctrica libre de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La importancia de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables radica principalmente en el desprendimiento gradual del uso de fuentes fósiles para su producción, con lo cual además de disminuir los GEI, también se conseguirá frenar el cambio climático y sus efectos.

Con lo anterior se conseguirá sumar esfuerzos para que México alcance las metas planteadas en materia de reducción de GEI a nivel nacional e internacional.

Consulta al Público

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se localiza en su totalidad dentro de los límites del estado de Yucatán, específicamente en los municipios de Dzidzantún y Temax.

En el siguiente mapa se muestran gráficamente los vértices que conforman el área del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".

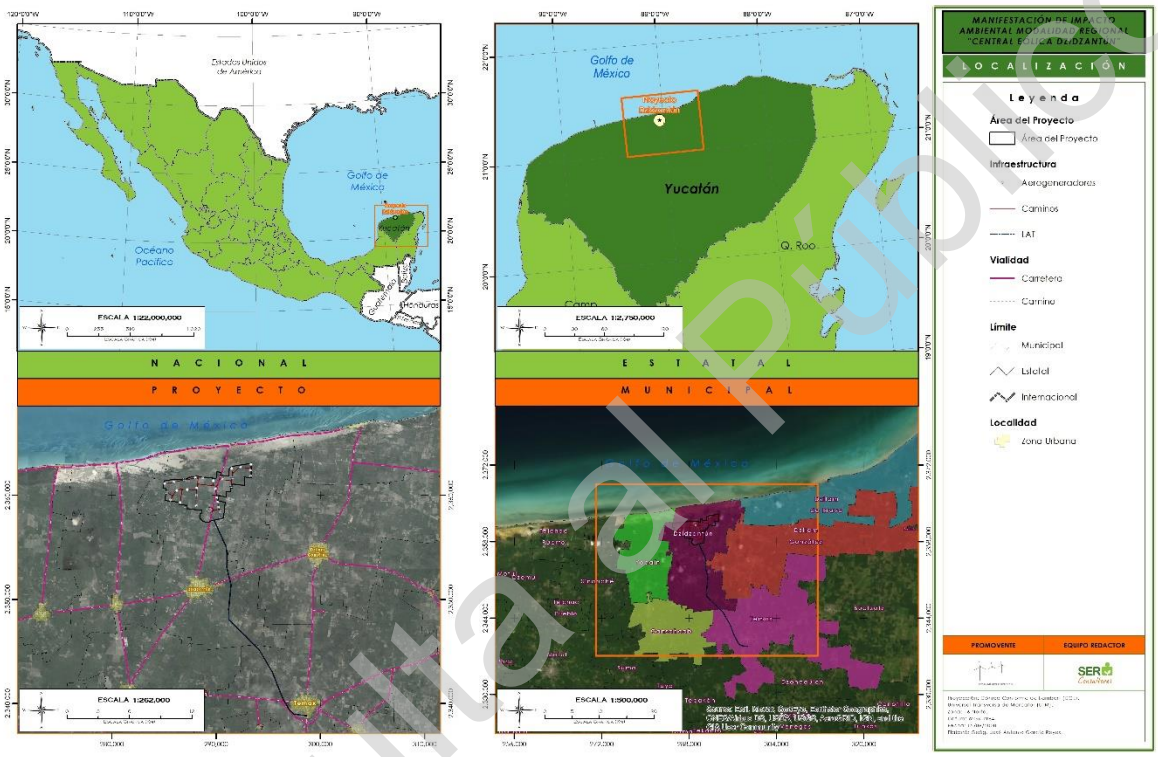


Figura 1. Ubicación del polígono del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente. Elaboración propia.

Así mismo, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de cada uno de los vértices del área del proyecto según proyección UTM, Datum WGS84 y zona 16Q.

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
1	293402.5353	2362420.082
2	293378.7565	2361661.102
3	292957.2035	2361720.146
4	292689.6729	2361757.617
5	292745.008	2360945.076
6	292748.4809	2360925.38
7	291580.2919	2361075.005

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
8	291558.4178	2360867.357
9	291540.608	2360698.29
10	291414.63	2360715.38
11	291409.7	2360710.45
12	291369.304	2360334.605
13	290984.5312	2360375.677
14	290983.814	2360367.673

Consulta al Público

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
15	290963.58	2360141.892
16	290927.5389	2359830.027
17	290760.243	2359865.074
18	290281.955	2359966.334
19	290258.1578	2359971.251
20	290255.961	2359961.963
21	290141.9696	2359480.03
22	290869.63	2359325.607
23	290801.8865	2358727.635
24	290696.694	2357799.107
25	289789.1585	2357608.136
26	290966.0278	2355032.82
27	290966.7534	2355030.81
28	290967.1397	2355028.708
29	291036.8828	2354329.651
30	291036.9465	2354328.286
31	291023.0541	2353109.402
32	291434.9163	2351378.289
33	291435.2403	2351376.149
34	291435.2046	2351373.985
35	291205.885	2349083.863
36	291225.9914	2348030.868
37	292771.8883	2346554.889
38	292772.1809	2346554.6
39	294152.2055	2345150.977
40	294152.8941	2345150.219
41	294154.1661	2345148.41
42	295405.8356	2343001.565
43	295406.6891	2342999.799
44	296295.5099	2340739.807
45	296464.7332	2340336.529
46	297074.112	2339341.342
47	297415.0718	2339009.482
48	298600.291	2338851.578
49	298603.474	2338891.865
50	298693.4301	2338889.057
51	298688.1952	2338798.367
52	298596.6582	2338805.599
53	298598.2402	2338825.622
54	297407.3719	2338984.278
55	297405.3427	2338984.715
56	297403.4089	2338985.47
57	297401.6199	2338986.524

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
58	297400.0215	2338987.848
59	297054.8093	2339323.847
60	297053.9179	2339324.806
61	297052.7899	2339326.374
62	296442.0426	2340323.796
63	296441.8709	2340324.085
64	296441.1418	2340325.555
65	296271.4783	2340729.882
66	296271.3676	2340730.154
67	295382.8582	2342989.355
68	294132.5246	2345133.909
69	292753.785	2346536.225
70	291204.1199	2348015.803
71	291202.7532	2348017.331
72	291201.6438	2348019.056
73	291200.8193	2348020.933
74	291200.3003	2348022.917
75	291200.0996	2348024.957
76	291179.8738	2349084.264
77	291179.9372	2349085.683
78	291409.1161	2351374.399
79	290997.3897	2353104.941
80	290997.2341	2353105.692
81	290997.037	2353108.024
82	291010.9396	2354327.787
83	290941.4826	2355023.978
84	289763.08	2357602.649
85	289403.913	2357527.07
86	289386.7649	2357523.461
87	289356.182	2357375.674
88	288730.912	2357463.615
89	288395.9293	2357861.267
90	288417.9499	2358068.135
91	288440.439	2358273.162
92	288578.37	2358258.475
93	288611.3608	2358549.984
94	288105.8004	2358606.747
95	287145.43	2358721.573
96	287183.304	2359016.42
97	286664.5399	2359072.09
98	286396.151	2359131.49
99	286418.501	2359340.083
100	286418.5542	2359340.58

Consulta al Público

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
101	286417.4956	2359340.7
102	286331.5741	2359350.448
103	286243.015	2359361.007
104	285077.9512	2359492.905
105	285233.9322	2360624.364
106	284899.9808	2360670.402
107	284902.5922	2360690.035
108	284998.1388	2361383.113
109	285187.8968	2361409.192
110	285274.652	2361399.931
111	285278.2048	2361421.604
112	286028.9034	2361524.776
113	286805.09	2361462.75
114	286820.3621	2361601.624
115	287262.5148	2361553.686
116	287279.6975	2361696.678
117	288132.452	2361813.876
118	288308.7705	2361794.296
119	288539.4588	2361768.678
120	288769.199	2361743.166
121	289056.662	2361711.243
122	289392.8706	2361675.452
123	290001.68	2361610.64
124	290042.825	2361986.995

Vértice	Coordenadas UTM Zona 16Q	
	X	Y
125	290070.41	2362243.057
126	290456.4339	2362198.28
127	290421.33	2361949.31
128	290409.2259	2361914.237
129	290431.967	2361911.72
130	290787.304	2361872.394
131	290792.186	2361871.937
132	291176.6759	2361831.101
133	291176.93	2361833.432
134	291176.927	2361833.432
135	291199.0939	2362039.214
136	291216.4589	2362192.372
137	291229.6444	2362310.68
138	291257.937	2362564.537
139	291313.824	2362597.06
140	291567.7378	2362768.112
141	293400.1875	2363059.25
142	293431.9674	2363064.299
143	293412.4198	2362884.431
144	293409.4788	2362703.805
145	293406.2778	2362593.665
146	293402.7598	2362427.639
147	293402.5353	2362420.082

En los anexos del Capítulo I se puede consultar en formato cartográfico el área del polígono del proyecto, así como el archivo Excel con las coordenadas de sus vértices (Anexo I.1 Polígono y elementos del proyecto y Anexo I.2 Coordenadas del proyecto).

II.1.3.1. Dimensiones del proyecto

La superficie que integra el polígono del proyecto donde se realizarán todas las actividades concernientes a la construcción y operación de la "Central Eólica Dzidzantún" corresponde a 2,319.3226 hectáreas de las cuales sólo 104.9437 ha serán ocupadas por infraestructuras que el proyecto requiere para su construcción y operación, mientras que el resto, 2,214.3791 ha, será área libre de infraestructuras.

De las 104.9437 ha en las que habrá presencia de infraestructuras, 3.4867 ha ya se encuentran ocupadas por instalaciones preexistentes. Se trata de la carretera Dzidzantún-

Consulta al Público

Santa Clara que atraviesa el área de proyecto y por la subestación Temax II, propiedad de CFE, que se encuentra en funcionamiento.

En dicha carretera únicamente se realizarán unas pequeñas adecuaciones para la instalación de los carriles de aceleración/deceleración que permitan un acceso seguro a los viales internos del proyecto, cuyas superficies ya están consideradas en el rubro de viales.

El por ello que, con motivo del proyecto, únicamente se ocuparán con nuevas infraestructuras **101.4568 ha**. Esta superficie en su mayoría representa una ocupación permanente (para la ubicación de plataformas, subestación elevadora, caminos y línea de alta tensión) y sólo una pequeña parte (la campa de acopio) está pensada para ocupación temporal.

En la siguiente tabla se presenta la superficie de ocupación de cada una de las infraestructuras consideradas al interior del área del proyecto.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	SUPERFICIE (HA)	%
Nueva	Campa de Acopio	3.7518	0.16 %
	Plataformas	13.9967	0.60 %
	Subestación elevadora	0.9939	0.04 %
	Viales	21.5151	0.93 %
	LAT	61.1993	2.64 %
	SUBTOTAL Infraestructura Nueva	**101.4568**	**4.37 %**
Existente	SE Temax II	0.8059	0.03 %
	Carretera existente	2.6808	0.12 %
	SUBTOTAL Infraestructura Existente	**3.4867**	**0.15 %**
Sin infraestructura		**2,214.3791**	**95.48 %**
Superficie TOTAL del área de proyecto		**2,319.3226**	**100 %**

Tabla 1. Superficies de afectación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente; elaboración propia.

Así mismo, dentro de la siguiente tabla se presenta el análisis correspondiente a la superficie que ocupará cada una de las infraestructuras asociadas al proyecto respecto al uso de suelo y vegetación reportada por el INEGI en su Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI.

Consulta al Público

INFRAESTRUCTURA	SUPERFICIE (ha)	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	
		TIPO	SUPERFICIE (ha)
Campa de Acopio (en ella se ubicarán las oficinas temporales durante la etapa de construcción)	3.7518	Agricultura de Temporal Permanente	3.7100
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.0418
Plataformas (considera el espacio en el que se ubicarán los aerogeneradores, así como el área en el que se realizará el acopio de componentes y se ubicará la maquinaria para el montaje de los aerogeneradores)	13.9967	Pastizal Cultivado	7.9679
		Agricultura de Temporal Permanente	0.8601
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	5.1687
Subestación elevadora (junto a ella se ubicará la oficina de control permanente durante la etapa de operación)	0.9939	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.9939
Viales (incluyen caminos de acceso desde la carretera y caminos interiores, por su margen discurrirá la línea de media tensión que conecta cada aerogenerador con la subestación elevadora)	21.5151	Pastizal Cultivado	11.4241
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	7.3819
		Agricultura de Temporal Permanente	2.7091
LAT (contempla el espacio para los apoyos de la línea y el derecho de vía)	61.1993	Pastizal Cultivado	21.6559
		Agricultura de Riego Permanente	1.8919
		Agricultura de Temporal Permanente	8.4146
		Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	2.5442
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia	6.6817
		Vegetación Secundaria herbácea de Selva Mediana Caducifolia	18.1957
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	1.8153

Consulta al Público

INFRAESTRUCTURA	SUPERFICIE (ha)	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	
		TIPO	SUPERFICIE (ha)
SE Temax II (infraestructura ya existente)	0.8059	Agricultura de Temporal Permanente	0.8059
Carretera existente	2.6808	Pastizal Cultivado	2.1747
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	0.5061
Sin infraestructura	2214.3791	Pastizal Cultivado	1066.1621
		Agricultura de Temporal Permanente	204.6662
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	943.5508
TOTAL	**2,319.3226**		

Tabla 2. Superficies de afectación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", por uso de suelo y vegetación.
Fuente: Promovente; INEGI; elaboración propia.

En los anexos del Capítulo I se puede consultar en formato cartográfico la ubicación de las diferentes infraestructuras que integran el proyecto. (Anexo I.1 Polígono y elementos del proyecto).

A continuación, se detalla, por tipo de vegetación, la superficie que se pretender ocupar por las nuevas infraestructuras del proyecto:

- Agricultura de temporal permante: 15.6938 ha.
- Agricultura de riego permanente: 1.8919 ha.
- Pastizal cultivado: 41.0479 ha.
- Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia: 15.4016 ha.
- Vegetacion secundaria arbórea de selva mediana caducifolia: 6.6817 ha.
- Vegetacion secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia: 2.5442.
- Vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia: 18.1957 ha.

Con más detalle, los usos de suelo y vegetación presentes dentro del área del proyecto serán descritos dentro del Capítulo IV del presente estudio.

Consulta al Público

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Elementos que integran el proyecto

II.2.1.1. Aerogeneradores y torres

La "Central Eólica Dzidzantún" estará conformada por un total de 28 aerogeneradores marca Siemens Gamesa modelo SG 4.65_145, con una potencia de 4.65 MW cada uno, los cuales sumarán una capacidad instalada de 130.2 MW.

Las torres de los aerogeneradores tendrán una altura de 132 m y estarán conformadas por 5 secciones, tal como se observa en la siguiente figura.

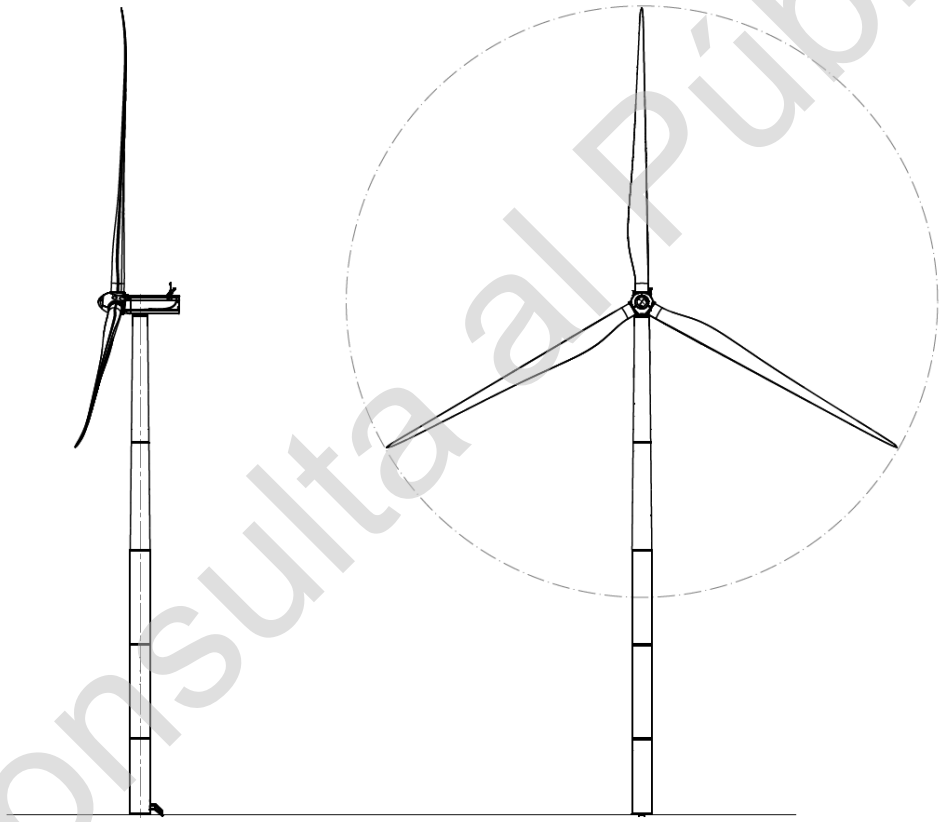


Figura 2. Vista lateral y frontal de los aerogeneradores
Fuente: Promovente.

II.2.1.1.1. Góndola

La góndola tiene un diseño modular pensado para facilitar el transporte, ensamblaje y el posterior mantenimiento. Los componentes principales de la góndola son:

- Carcasa

Consulta al Público

La carcasa es la cubierta que protege los componentes del aerogenerador que se encuentran en el interior de la góndola, frente a los agentes meteorológicos y condiciones ambientales externas. Es de material compuesto de resina con refuerzo de fibra de vidrio y se fija a la estructura del sistema de elevación de cargas mediante soportes metálicos.

- Bastidor

El bastidor se divide en 2 partes:

- Bastidor delantero: Bancada de fundición donde se fijan los soportes del eje principal, reaccionan los brazos de par de la multiplicadora y la corona de orientación.
- Bastidor trasero: Estructura mecano-soldada formada por 2 vigas unidas por su parte delantera y trasera. El bastidor trasero sirve de soporte al generador, al transformador, a los armarios del convertidor y al puente grúa junto con su estructura portante.

- Eje principal

La transmisión del par motor que provoca el viento sobre el rotor hasta la multiplicadora se realiza a través del eje principal. El eje se une al buje mediante una brida atornillada y está apoyado sobre 2 rodamientos alojados en soportes fundidos. La unión con la entrada de baja velocidad de la multiplicadora se consigue con un collarín cónico de apriete que transmite el par por fricción. El eje está fabricado en acero forjado y tiene un orificio central longitudinal para alojar las mangueras hidráulicas y los cables de control del sistema de cambio de paso.

- Sistema de freno

El sistema de freno del aerogenerador está formado por la actuación en conjunto de 2 sistemas de freno:

- El freno principal del aerogenerador: es de tipo aerodinámico por puesta en bandera de las palas. Al ser el sistema de cambio de paso independiente para cada una de las palas, se cuenta con una seguridad en caso de fallo de alguna de ellas.
- El freno mecánico: está compuesto por un freno de disco, hidráulicamente activado que se monta a la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora.

Consulta al Público

Este freno mecánico se utiliza únicamente como freno de aparcamiento o en caso de aplicación de un pulsador de emergencia.

- Generador

El generador es del tipo asíncrono doblemente alimentado, rotor bobinado y anillos rozantes. Es altamente eficiente y está refrigerado por un intercambiador aire-agua. El sistema de control permite trabajar con velocidad variable mediante el control de la frecuencia de las intensidades del rotor.

- Transformador

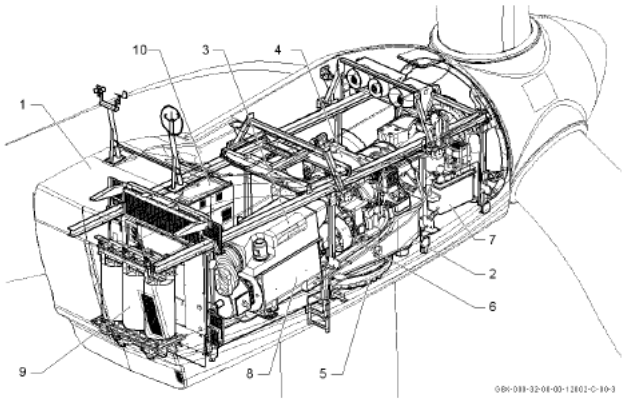
El transformador es de tipo trifásico encapsulado seco, con tensión de salida de 20 kV, diferentes rangos de potencia aparente y está especialmente diseñado para aplicaciones eólicas. Está situado en la parte trasera de la góndola, rígidamente anclado al bastidor trasero, en un compartimento separado por una pared metálica que lo aísla térmica y eléctricamente del resto de componentes de la góndola.

En las siguientes figuras se muestran la góndola y sus principales componentes.



Figura 3. Góndola
Fuente: Promovente.

Consulta al Público



Posición	Denominación
1	Carcasa
2	Bastidor
3	Eje principal
4	Multiplicadora
5	Sistema de orientación
6	Freno mecánico
7	Grupo hidráulico
8	Generador
9	Transformador
10	Armarios eléctricos

Figura 4. Principales componentes de la góndola
Fuente: Promovente.

II.2.1.1.2. Rotor

El rotor se encarga de convertir la fuerza de sustentación generada por el aire sobre la superficie de la pala en par de giro sobre el eje. El rotor de los aerogeneradores SG 4.65_145 está compuesto por 3 palas unidas a un buje mediante los rodamientos de pala. La unión y los sistemas alojados en el buje están cubiertos por el cono. El buje está dotado, en las bridas de unión a palas, de un ángulo de conicidad de 4 grados que aleja la punta de las mismas de la torre. El diámetro de rotor de estos aerogeneradores es de 145 m.

II.2.1.1.3. Palas

Las palas trasmiten la fuerza de sustentación generada por el viento al eje principal a través del rodamiento de pala y el buje. Las palas de los aerogeneradores SG 4.65_145 tienen una longitud de 72 m. La estructura de cada pala consiste en 2 conchas pegadas entre sí que integran largueros internos estructurales. La pala está diseñada para el cumplimiento de 2 funciones básicas, la estructural y la aerodinámica.

Consulta al Público

II.2.1.1.4. Torre y cimentación

La altura de la torre corresponde en este caso a 132 metros. El diseño de la cimentación se compone de una base circular de 22 m de diámetro por 50 cm de ancho. Para el refuerzo de esta base se consideran 8 muros triangulares de 2.5 metros de altura terminando en un cilindro central de 5.5 metros en el exterior y 3.75 m en el interior.

II.2.1.2. Plataformas

Se requiere un área de montaje horizontal, nivelada, para la elevación y montaje de cada aerogenerador, así como para el posterior mantenimiento de estos.

Dichas plataformas de montaje facilitarán el acceso a la excavación de la cimentación, y asegurarán la estabilidad para el almacenamiento de los materiales y equipamientos necesarios para el montaje y elevación de los aerogeneradores. Además, las plataformas tendrán como función dar soporte y actuar como pavimento para las grúas de montaje.

Habrá dos tipos de plataformas dependiendo la ubicación del aerogenerador en la línea. Estas podrán ser plataformas finales o de camino (intermedias).

II.2.1.3. Caminos interiores

Con la finalidad de lograr el acceso desde la carretera existente al interior del proyecto y con el fin de que los aerogeneradores se encuentren comunicados entre sí para llevar a cabo la construcción, operación y mantenimiento de las diferentes infraestructuras de la central eólica, se adecuarán caminos existentes dentro del área del proyecto, aprovechando su disponibilidad y se abrirán otros nuevos.

La mayor parte de los caminos serán nuevos, sin embargo, se utilizará en la medida de lo posible los caminos ya existentes haciendo las modificaciones y adaptaciones necesarias.

Los caminos deberán ser abiertos a 8 m de ancho con el fin de facilitar el libre tránsito de maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, sin embargo, el ancho final de rodamiento será de 7 m.

Los caminos estarán conformados por una capa base de 20 cm de espesor y capa subbase de 50 cm de espesor.

II.2.1.4. Subestación Eléctrica Elevadora

La energía producida por los aerogeneradores de la "Central Eólica Dzidzantún" deberá ser transformada, elevando su tensión, para ser transportada hasta la subestación de Temax II, para ello se contempla la construcción de una subestación elevadora de 34.5/235 kV.

Consulta al Público

II.2.1.5. Línea de Alta Tensión (LAT)

Se realizará el diseño, preparación del sitio operación y mantenimiento de la Línea de Alta Tensión (LAT) con un voltaje de 115 kV que conectará la subestación elevadora de la "Central Eólica Dzidzantún" con la subestación TEMAX II (operada por CFE) para el desalojo de la energía.

La Línea de Alta tensión tiene una longitud de 23.56 km y un derecho de vía de 26 m.

La LAT cumplirá con las especificaciones de la siguiente tabla y contará con 21 puntos de inflexión, más los puntos iniciales en cada una de las SET.

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
Voltaje de operación	115 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Tipo y calibre del cable conductor	Cable ACSR 1113 y cable Cu (1000) XLP-115-100-B
Tipo y calibre del cable de guarda	A AS 7 No. 8.
Tipo de aislamiento	Sintético
Estructuras	Torres auto soportadas de 1 circuito
No. de circuitos	Uno

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la Línea de Alta Tensión.
Fuente: Promovente.

La LAT estará integrada por los siguientes elementos:

- Torres
- Cimentaciones
- Instalaciones provisionales (preparación del sitio y construcción)

A continuación, se enlistan los elementos principales que conforman la LAT, así como la descripción de cada uno de ellos.

- Torres

Las torres a utilizar en la construcción de la LAT serán de acero auto-soportadas de uno y dos circuitos, con un arreglo de 3 conductores en disposición horizontal. Las torres a utilizar de enlistan a continuación:

- E71A11
- E71W11

Consulta al Público

- Cimentaciones

Se emplearán pilotes de cimentación perforados. Los pilotes son elementos constructivos de tipo puntual usados para cimentación profunda en obras de construcción, los cuales permiten transmitir las cargas de la estructura hasta capas de suelo más profundas que tengan la capacidad de carga suficiente para soportarlas. Los pilotes trasmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura por medio de una combinación de rozamiento lateral o resistencia por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta.

En este sistema se remueve el suelo del espacio que va ocupar el pilote, mediante técnicas de excavación o perforación, formando así una cavidad en cuyo interior se colocará una armadura de acero y posteriormente se rellenará con hormigón. Los pilotes perforados resultan más favorables en suelos que poseen cohesión suficiente para permanecer abierto durante la perforación, inspección y el colado del concreto. Con este método se evitan inconvenientes como el ruido y las vibraciones que generan los equipos utilizados en los pilotes de desplazamiento.

Para la construcción se emplearán los elementos descritos a continuación.

- Acero de refuerzo para concreto.

Está constituido por las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en el concreto después del colado y que ayudarán a éste a soportar las cimentaciones. Para el suministro, manejo y aplicación del acero de refuerzo en la construcción de las cimentaciones se deberá cumplir con la Especificación CFE C0000-15 "Concreto para la construcción de estructuras y cimentaciones de subestaciones eléctricas de potencia y líneas de transmisión" y el Reglamento de la Construcción del Concreto Estructural y Comentarios (ACI 318).

- Concreto en cimentaciones.

Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos que se especifiquen en las proporciones adecuadas que al endurecerse adquieren la resistencia mecánica, durabilidad y características requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras. Los concretos para las cimentaciones deben fabricarse y colocarse cumpliendo estrictamente con lo indicado en la Especificación CFE C0000-15 "Concreto para la construcción de estructuras y cimentaciones de subestaciones eléctricas de

Consulta al Público

potencia y líneas de transmisión" y el Reglamento de la Construcción del Concreto Estructural y Comentarios (ACI 318).

- Relleno y compactado.

Corresponde al material que se coloca en las cepas excavadas para alojar a los cimientos de las estructuras, después de que se haya revisado y aceptado la nivelación del cerramiento (*Bottom*-Panel). Se procederá a efectuar los rellenos utilizando de preferencia el producto extraído de las excavaciones, siempre y cuando el material sea apropiado para este objetivo; en caso contrario será necesario utilizar material producto de bancos de préstamos. Ya sea que se utilice material producto de la excavación o de banco, éste deberá estar exento de partículas mayores de 75 mm, así como de materia orgánica (raíces y material vegetal). El material se colocará en capas de 15 cm de espesor para el caso de suelos cohesivos (arcillosos), cada capa se humedecerá hasta su contenido de humedad óptimo, se compactará con pizón mecánico (bailarina) o neumático; si los suelos son granulares (arenosos), se empleará en su compactación placa vibratoria. La compactación deberá llevarse al 95 % del peso volumétrico seco máximo del material de que se trate. Para los suelos cohesivos, el peso volumétrico seco máximo quedará referido a la prueba proctor CFE (energía de compactación = 7 kg-cm/cm³); para los suelos granulares, al peso volumétrico seco máximo obtenido de pruebas de compacidad relativa efectuados por vía húmeda de acuerdo a la norma ASTM D-2049. Método Normal de Pruebas de la Densidad Relativa de los Suelos Cohesivos.

- Obras provisionales

Para desarrollar las obras definitivas del montaje, pruebas y puesta en marcha de la LAT, se debe contar con una infraestructura necesaria para dar apoyo a la construcción de las obras. Es por eso que a lo largo del DDV se instalarán los elementos enlistados a continuación:

- Áreas de almacenamiento
- Oficinas de obra
- Sanitarios tipo portátil
- Almacén de combustibles
- Almacén de residuos peligrosos
- Patio de mantenimiento de maquinaria

Consulta al Público

Dichas áreas serán instaladas únicamente dentro del DDV de la LAT, sin afectar zonas aledañas a la misma y serán de carácter temporal.

II.2.1.6. Ubicación de los componentes del proyecto

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los principales componentes del proyecto descritos anteriormente.

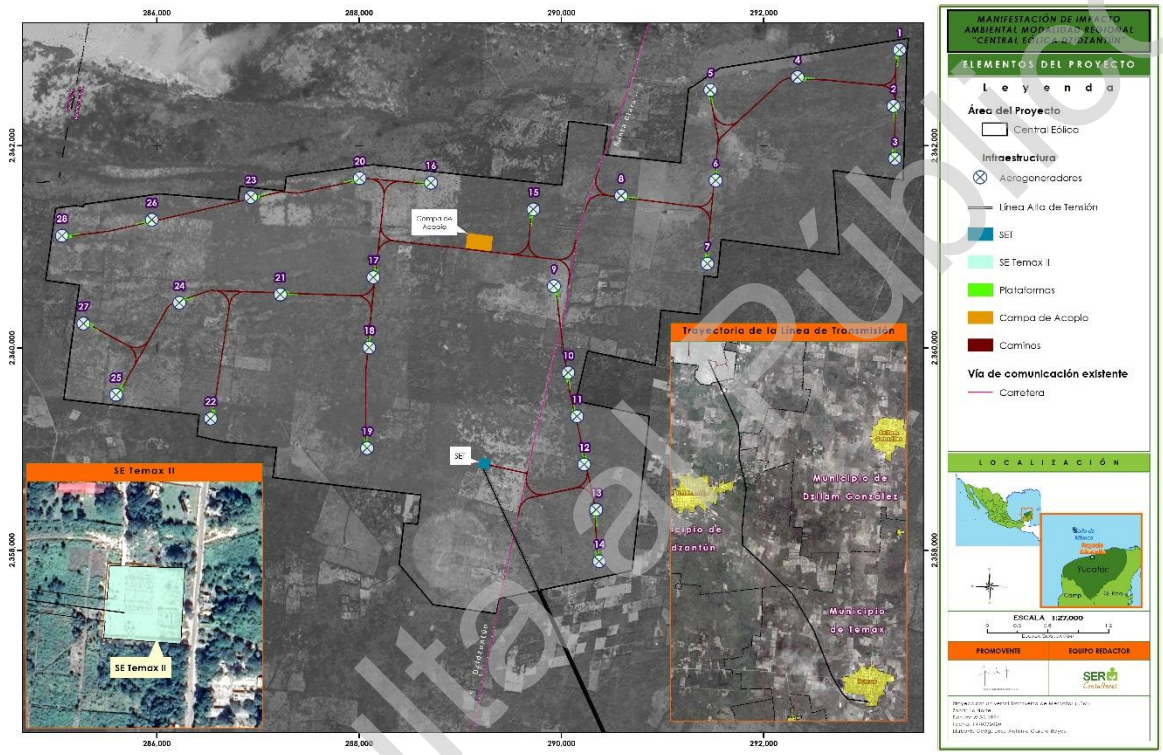


Figura 5. Componentes del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente.

II.2.2. Programa de trabajo

El tiempo de vida útil del proyecto se estima en 40 años, definidos para la etapa de operación y mantenimiento, del mismo modo, se considera un periodo de 24 meses para el periodo de planeación (gestión y obtención de permisos y autorizaciones previas a la construcción), mientras que para la preparación del sitio y construcción se estiman 36 meses.

A continuación, se presenta el programa general de trabajo aplicable al desarrollo del proyecto, desglosado por etapas de ejecución.

Consulta al Público

Etapa	Actividad	Año		Mes																																		Años	
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1 A 40	1	2
Planeación	Gestión de trámites y permisos																																								
Preparación del sitio	Desmonte																																								
	Despalme																																								
Construcción	Nivelación del terreno																																								
	Adecuación de caminos existentes																																								
	Excavación de cepas (LAT)																																								
	Cimentación de estructuras (LAT)																																								
	Relleno, compactación y nivelación (LAT)																																								
	Apertura de caminos nuevos																																								
	Apertura de zanjas																																								
	Armado, nivelado y montaje de estructura (LAT)																																								

Consulta al Público

Etapa	Actividad	Año		Mes																																				Años		
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1 A 40	1	2
	Plataformas																																									
	Cimentaciones																																									
	Vestido de estructuras (LAT)																																									
	Obra civil subestación																																									
	Tendido y tensionado de cable conductor y guarda (LAT)																																									
	Montaje de aerogeneradores																																									
	Pruebas operativas (LAT)																																									
	Retiro de maquinaria y materiales																																									
Operación y mantenimiento	Generación de energía																																									
	Conducción eléctrica (subterránea)																																									
	Transformación																																									

Consulta al Público

Etapa	Actividad	Año		Mes																																		Años	
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1 A 40	1	2
	Mantenimiento al derecho de vía(LAT)																																									
	Mantenimiento a la infraestructura electromecánica (LAT)																																									
	Mantenimiento a la infraestructura civil (LAT)																																									
	Mantenimiento de aerogeneradores																																									
Desmantelamiento y abandono	Desconexión de aerogeneradores																																									
	Desmontaje de aerogeneradores																																									
	Desmantelamiento instalaciones eléctricas																																									
	Desmontaje de torres																																									
	Retiro de cimentaciones																																									

Tabla 4. Cronograma de actividades del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente

Consulta al Público

II.2.3. Representación gráfica regional

La "Central Eólica Dzidzantún" se ubica al sur de la República Mexicana, en la región de la Península de Yucatán, específicamente en el estado de Yucatán, en la siguiente imagen se muestra la ubicación regional del proyecto.

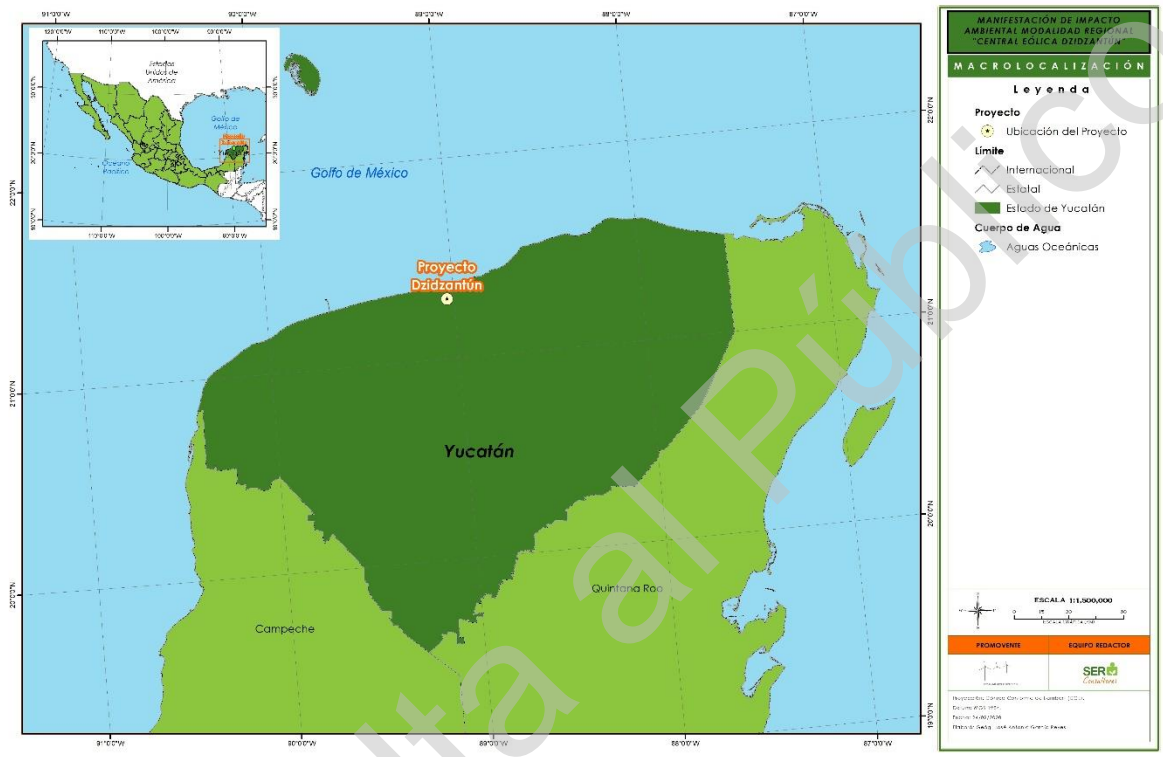


Figura 6. Ubicación regional de la "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: INEGI; elaboración propia.

II.2.4. Representación gráfica local

De manera específica, el proyecto se ubica en el estado de Yucatán, entre los municipios de Dzidzantún (parque y LAT) y Temax (LAT), tal como se muestra en la siguiente imagen.

Consulta al Público



Figura 7. Ubicación local de la "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente.

II.2.5. Terrenos sobre los que se ubica el proyecto

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI del INEGI, los terrenos sobre los que se ubica el proyecto tienen distintos usos, tales como agricultura de riego permanente, agricultura de temporal permanente, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia, mismos que serán descritos de manera particular en el apartado correspondiente del Capítulo IV del presente estudio.

En lo que se refiere a la propiedad de la tierra, derivado de un análisis de sobreposición del área del proyecto y la información cartográfica del Registro Nacional Agrario (RAN) se identificó que el proyecto, específicamente la LAT incide en algunos tramos dentro de los ejidos San Francisco, Dzidzantún y Temax, en tierras de uso común y parceladas, tal como se muestra en el siguiente mapa.

Consulta al Público

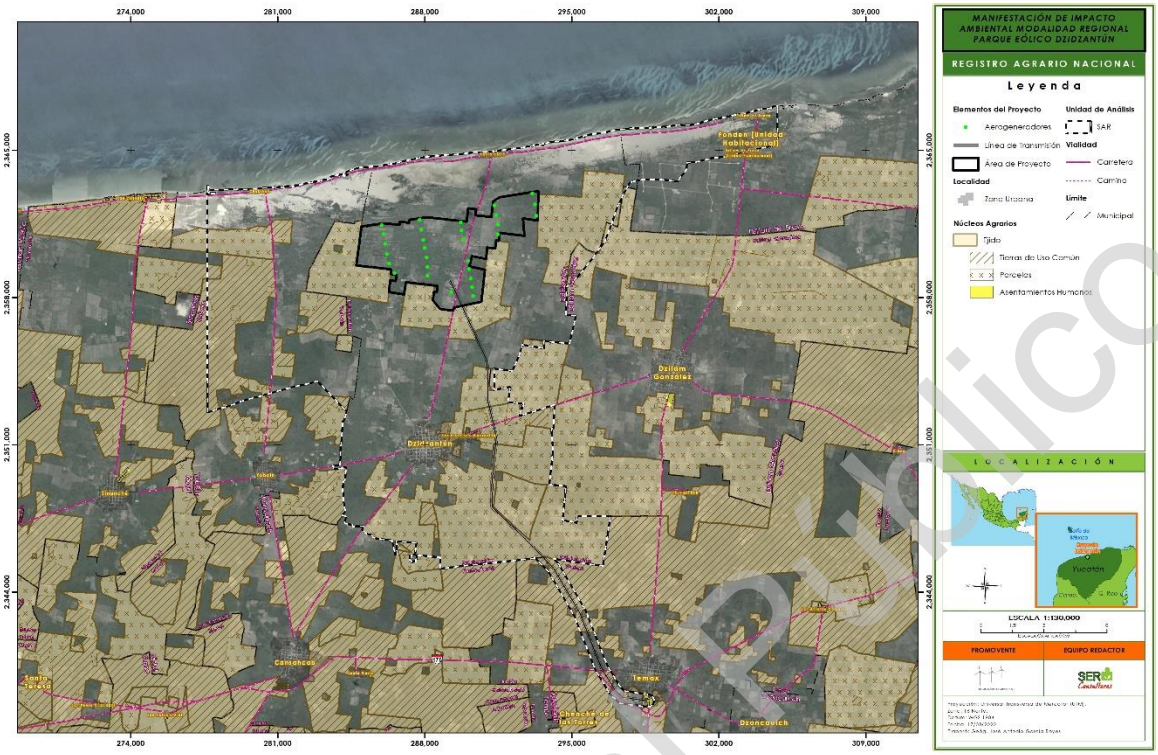


Figura 8. Régimen de propiedad de la tierra para los terrenos donde se ubica la "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: RAN; elaboración propia.

En términos de superficie se tiene que de las 101.4568 ha que serán ocupadas por las nuevas infraestructuras del proyecto 56.8690 ha pertenecen a propiedad privada y 44.5878 ha corresponden a terrenos de tipo ejidal.

II.3. Descripción de las obras y actividades del proyecto

II.3.1. Planeación

En esta etapa del proyecto, se incluye la realización de todos los estudios previos a la instalación del proyecto, además de todas las gestiones que permitirán la obtención de todas las autorizaciones necesarias para poder construir y poner en marcha la central eólica. El objetivo primordial de la realización de los estudios es evaluar la viabilidad previa del proyecto tomando como base criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos.

II.3.2. Preparación del sitio

Esta etapa consiste en la realización de acciones de acondicionamiento del área de proyecto, de manera previa a la construcción de la central eólica.

Consulta al público

De manera concreta, la preparación del sitio consiste en la ejecución de las actividades de desmonte de la vegetación estrictamente necesaria y despalme en las zonas donde serán realizadas las obras.

II.3.3. Construcción

II.3.3.1. Central Eólica

Durante esta etapa se realizará toda la obra civil necesaria para el acondicionamiento de los terrenos sobre los que será instalada la central eólica, lo cual incluye la apertura y adecuación de caminos, la construcción de zanjas, plataformas y cimentaciones; a continuación, se describen las acciones más relevantes a realizar durante esta etapa.

II.3.3.1.1. Caminos

Una vez concluidos los trabajos de desmonte y despalme, se procederá a nivelar las áreas del terreno que lo requieran. Se deberán mejorar los caminos ya existentes que comuniquen los aerogeneradores, así mismo se abrirán nuevos viales en aquellos lugares en donde no haya caminos o veredas previamente trazadas. Los viales serán abiertos a 8 m de ancho por necesidades de construcción para la circulación de las grúas de montaje. Todos los viales deberán tener estas dimensiones para lograr que puedan circular sin problema las grúas y equipos principales que serán transportados a la central eólica.

Al finalizar las obras, los caminos quedarán de 7 m de ancho de corona y 1 metro será ocupado por los taludes del vial y por la red de media tensión, quedando 0.5 m de talud y 0.5 m para las zanjas de cada lado, conformando un camino de 8 m de ancho.

Los viales se conformarán de la siguiente forma:

- Base: se conformará por una capa de grava artificial de 20 cm de espesor que deberá cumplir con la siguiente normativa:
  - Calidad del material y requisitos de granulometría NCMT 4 02 002/4.
  - Grado de compactación M MMP 04 01 011 no siendo inferior al 98% del OPM.
  - Ejecución N CTR CAR 1 04 002 y N LEG 3.
  - Control y aseguramiento de la calidad M CAL 1 02.
  - Métodos de muestreo y prueba de Materiales M MMP 4 01 001.
- Subbase: Estará compuesta por una capa de material seleccionado de 50 cm de espesor y deberá cumplir con la siguiente normativa:
  - Calidad de material y requisitos de granulometría N CMT 01 03/02.

Consulta al Público

- Grado de compactación M MMP 1 10 no siendo inferior al 95% del OPM.
- Ejecución N CTR CAR 1 01 009/11 y N LEG 3.
- Control y aseguramiento de la calidad M CAL 1 01 y N CAL 2 05 001.
- Métodos de muestreo y prueba de materiales M MMP 1 01/03.

- Geomalla: Se conforma por dos capas de geotextil de tipo HP 570 con anclaje de los extremos laterales de la geomembrana inferior en la primera tongada del material. La bicapa de geotextil deberá ser de acuerdo a alguna de las siguientes dos opciones:

  - Opción 1: zonas inferior y superior geotextil tipo HP 570.
  - Opción 2: zona inferior geotextil tipo HP 570 y zona superior geomalla biaxial BXG11.

- Espaldones de arcilla: Estos tendrán el mismo talud que la capa de subbase (3:2).
- Cal viva: Será utilizada para estabilizar el terreno. La dosificación será entre 3 y 5%, previo a un desbroce en el terreno a tratar.
  Por su parte la estabilización con cal viva anteriormente mencionada deberá cumplir con la siguiente normativa:

  - N CMT 4 03 001/02.
  - Procedimiento de ejecución de las muestras M MMP 4 02 012.
  - Método de muestreo M MMP 4 02 001.

A continuación, se presenta la sección tipo de la conformación de los caminos:

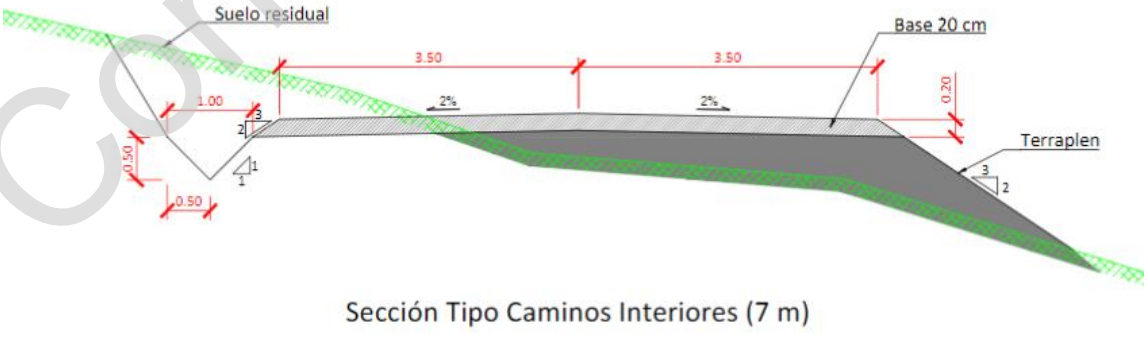


Figura 9. Sección tipo de los caminos.
Fuente: Promovente.

Consulta al Público

II.3.3.1.2. Plataformas

De acuerdo a las especificaciones de SIEMENS GAMESA respecto a montaje de aerogeneradores, las plataformas serán diseñadas para soportar las cargas derivadas del tránsito de vehículos y de las actividades generadas por los trabajos de montaje, elevación y mantenimiento (adicionalmente a las cargas ligadas a los trabajos de Obra Civil y Eléctrica). Asimismo, las características geométricas de las plataformas se diseñarán de acuerdo a estas especificaciones.

La compactación en la plataforma es tan importante como en los viales, dado que la grúa no se posiciona correctamente en el primer intento, y por lo tanto la plataforma puede hundirse en el caso de que no estuviese bien compactada.

II.3.3.1.3. Cimentaciones

El proceso de construcción de las cimentaciones propuestas es el siguiente:

- Trazo. Se realizará el trazo sobre terreno natural o despalmado marcando el centro de la cimentación del aerogenerador, el trazo llevará un sobreancho de 50 cm por lado, distancia necesaria para la ejecución de los trabajos de plantilla y cimbra.
- Excavación. La excavación se realizará por medios mecánicos, considerando el trazo previamente marcado y a la profundidad indicada en los planos aprobados para construcción. 10 o 15 cm antes de llegar a la cota de desplante, el afine de la excavación se realizará por medios manuales, para evitar una sobre excavación.
- Plantilla de Limpieza. Una vez finalizada la excavación, se nivelará la misma hasta 10 cm abajo del nivel de desplante de cimentación, y se procederá al colado de la plantilla de limpieza con un espesor promedio de 10 cm, para desde este nivel desplantar la zapata de cimentación.
- Armado de acero de refuerzo. El acero de refuerzo llegará a sitio ya habilitado en paquetes por cimentación, a su llegada se recibirá la documentación que certifique la calidad del mismo, la cual será revisada por el personal de control de calidad asignado al sitio del proyecto. El armado del acero se realizará de acuerdo con los planos aprobados para construcción, considerando la introducción de "los pernos" (pernos que irán atornillados a la torre metálica que quedará embebido en la cimentación) y brida de amarre, nivelación de los mismos con una tolerancia de +- 1 mm.
- Cimbra. Una vez que se finalice el armado y nivelación de los pernos, se procederá a la colocación de la cimbra perimetral de la cimentación, esta cimbra podrá ser

Consulta al Público

de madera o metálica, se podrá iniciar con la colocación de la cimbra antes de finalizar el armado, en aquellas zonas que así lo permita el mismo armado, con esto se podrá adelantar este proceso. Para asegurar el recubrimiento o espesor del concreto, se colocarán separadores entre la cimbra y el acero de refuerzo.

- Colado. La ejecución del colado de la cimentación se realizará cuando se haya verificado el armado del acero de refuerzo, que la cimbra perimetral este en posición y se tiene la separación necesaria para asegurar el recubrimiento o espesor de concreto. Además, se tienen nivelados los pernos y que se cuenta con el equipo de bombeo y suministro de concreto necesario para asegurar la continuidad del colado, para evitar una junta fría. Durante todo el proceso de colado se verificará que la posición y nivelación de los pernos están dentro de la tolerancia indicada por el fabricante de los aerogeneradores y si es necesario se procederá a su corrección, previo a la finalización del colado. El Colado del pedestal de la cimentación se realizará en una segunda etapa.
- Curado. Ya finalizado el colado de la cimentación se iniciará el proceso de curado mediante el uso de membrana de curado base agua y/o manteniendo la superficie de concreto permanentemente húmeda por siete días, para evitar la aparición de fisuras o grietas que pongan en peligro la integridad de la cimentación.
- Encofrado de Ductos. El encofrado de ductos eléctricos, se lleva a cabo una vez que se finalizó el proceso de curado de la cimentación, colocando cimbra entre los ductos, guiando los mismos conforme a planos aprobados para construcción y colocando concreto de la resistencia requerida en el proyecto, en la superficie del colado se colocará pintura de color rojo la cual indica que debajo del encofrado se encuentran los ductos que llevarán los cables de MT y de FO. Se tendrá especial cuidado en cubrir las puntas de los ductos en ambos extremos para evitar que estos se llenen con materiales de construcción, basura o roedores.
- Sistema de Tierra Perimetral y Relleno. Una vez finalizado el colado de la cimentación se procederá a la instalación del sistema de tierras perimetral de la cimentación para iniciar el relleno de la misma, utilizando material producto de la excavación, este relleno se realizará en capas de 20 cm promedio utilizando equipo manual de compactación (conocido como bailarinas). El relleno final de la cimentación se realizará con material producto de la excavación o con material de préstamo si este no cumple con las características necesarias, de acuerdo con especificaciones del proyecto, se realizará en capas de 20 cm promedio y utilizando equipo manual de

Consulta al Público

compactación o vibro compactadores si es que estos pueden tener acceso para este trabajo. El grado de compactación necesario será el especificado en los documentos de diseño del proyecto.

- Sellado de Pernos-Pedestal. Una vez finalizado el colado del pedestal de la cimentación y relleno de la misma, se procederá al sellado del espacio que existe entre los pernos y el Pedestal.

II.3.3.1.4. Montaje de torres y aerogeneradores

- Montaje de la torre

Los tramos de torre se colocan uno encima de otro mediante grúas de celosía. Éstas pueden ser de oruga o de gatos hidráulicos. Una vez colocados los tramos, el personal de campo une y ensambla las piezas. La unión de las piezas se realiza mediante el uso de tornillos.

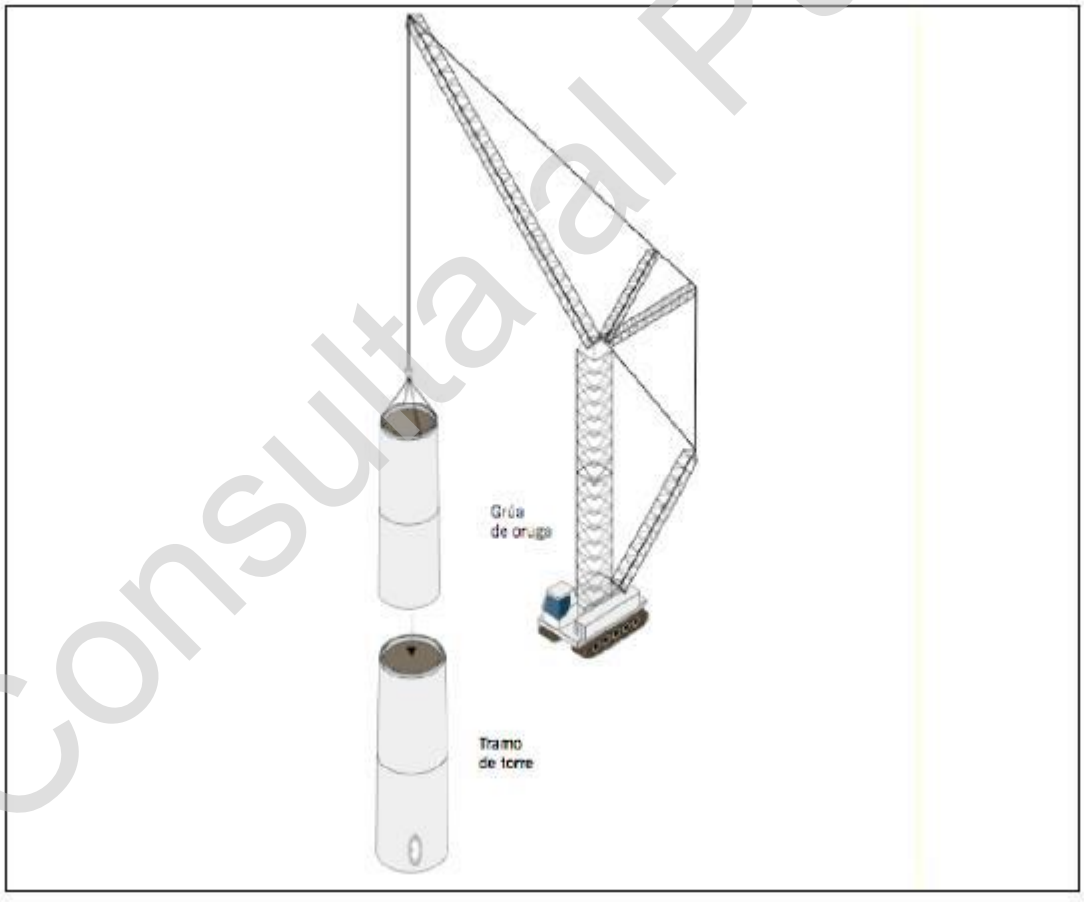


Figura 10. Esquema de montaje de la torre.
Fuente: Promovente.

Consulta al Público

- Montaje de la *nacelle* (o góndola)

Una vez montada la torre se procede a la instalación de la *nacelle*, la cual se acopla al último tramo de la torre. En paralelo al montaje del aerogenerador se procederá a la conexión eléctrica de todos los componentes.



Figura 11. Esquema de montaje de la *nacelle* (góndola).
Fuente: Promovente.

- Montaje del rotor

El montaje puede realizarse en tierra, acoplando las tres palas al buje, o bien pala a pala. Una vez que la *nacelle* está instalada, se sube el buje y el cono y después se elevan las palas, horizontalmente, una a una.

Consulta al Público

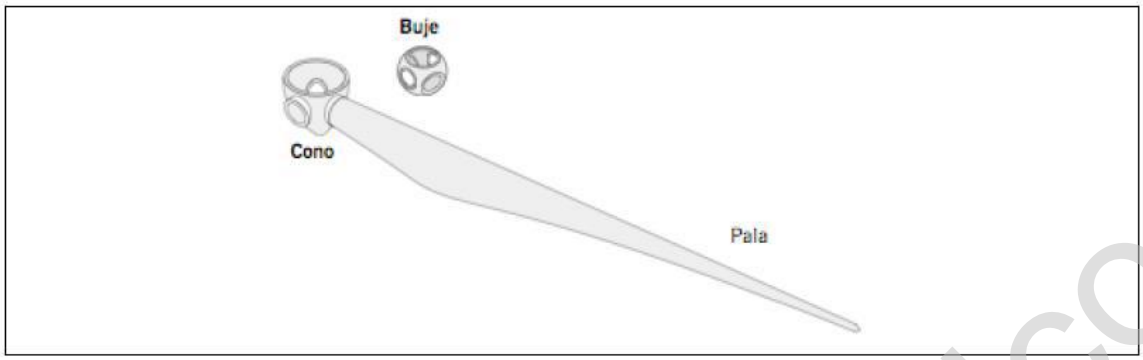


Figura 12. Esquema de montaje del rotor.
Fuente: Promovente.

II.3.3.2. Subestación

Para construir la subestación se deberá preparar el terreno y se colocará una plancha de concreto. Sobre esta plancha de concreto se instalarán los equipos y se construirá el cuarto de control y las oficinas. Posteriormente una vez que la obra civil haya culminado se revisarán las conexiones. Se construirá una barda perimetral para protección y se colocará iluminación para las instalaciones.

Es importante mencionar que sobre el terreno en el que se construya la subestación, también se localizarán los siguientes cuartos para cada fase: almacén de residuos, almacén general (o bodega) y cuarto de control/oficinas administrativas.

II.3.3.3. Red de media tensión

Para la instalación de la red de media tensión, se realizará la excavación de la zanja con equipo mecanizado a una profundidad mínima de 1.5 m y el ancho variará de acuerdo con el número de cables a instalar, con un ancho máximo de 1 m.

Cuando exista la posibilidad de derrumbes en las zanjas, debido a la profundidad o a las condiciones del terreno, será necesario troquelar con madera las zonas peligrosas para protección del personal. Cuando haya sido alcanzada la profundidad de la zanja indicada en el Proyecto, se limpiará bien el fondo de tal manera que quede libre de piedras, palos o cualquier objeto que pueda dañar el cable durante el relleno y compactación final, el lecho de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado y compactado, lo cual se puede obtener utilizando pisón o vibradores. Se colocará una capa de arena convencional o de baja resistividad térmica, la cual servirá como colchón al cable y además para mejorar la disposición térmica.

Consulta al Público

Una vez terminada la zanja se procederá a seleccionar la longitud de cables en los carretes, para determinar el lugar en el que quedará instalado. El tendido de cable se hará depositándolo directamente sobre la zanja desde el carrete, el cual será soportado y transportado desde la plataforma de un camión. El tendido se efectuará desenrollando el cable a mano, estando dos personas en el carrete controlando la velocidad y otros más guiando y depositando el cable en la zanja. Una vez instalado y acomodado el cable se colocará una segunda capa de arena fina de 10 cm de espesor sobre el cable compactándola lo mejor posible. Arriba de esta capa de arena se colocará señalización en forma de una placa de plástico libre de halógenos para la protección de cables enterrados en zanjas para redes subterráneas.

Las placas de protección y señalización están diseñadas y han de ser instaladas de tal manera que se consiga una protección del conjunto de cables en toda su extensión, tanto longitudinal como transversalmente. Dichas placas tienen la ventaja de que pueden ser ensambladas en sus extremos y con remaches en los laterales, son de color amarillo, lo que facilita su localización y se colocan directamente sobre el relleno de arena que cubre el cableado. El resto de la zanja se rellenará posteriormente con tierra hasta la superficie y se colocarán mojoneras, las cuales señalan en trazo del cableado.

II.3.3.4. Línea de Alta Tensión (LAT)

- Excavación de cepas

Las cepas que se efectúan para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras se ubicarán de acuerdo a las dimensiones del proyecto y a su ingeniería de detalle.

Para el trazo de las excavaciones y/o perforaciones, se considerará que el eje transversal de la estructura, sea normal al eje de la línea en tangente y en caso de deflexión, el eje transversal de la estructura coincidirá con la bisectriz de ángulo de deflexión. Las dimensiones en proyección horizontal de estas excavaciones y/o perforaciones serán iguales a la proyección horizontal de los cimientos y, por lo tanto, las paredes de los cortes serán verticales.

Cuando por condiciones del subsuelo se justifique un cambio en el diseño de los cimientos, se suspenderá la excavación hasta que esté elaborado el nuevo proyecto de cimentación.

Durante el proceso de excavación y/o perforación, el material producto de la misma se depositará dejando cuando menos 1 m libre entre los límites de la excavación y el pie del

Consulta al Público

talud del borde formado, con el fin de evitar derrumbes del material al interior de la excavación.

- Cimentación de estructuras

Los pilotes se hincarán con las medidas y profundidades solicitadas. La maquinaria y el equipo a emplear serán los adecuados para desarrollar estas actividades, la capacidad de estos dependerá de las dimensiones de los pilotes a hincar y al procedimiento constructivo indicado.

Posterior al hincado de los pilotes, se realizará la demolición de la parte superior de cada pilote y se harán las modificaciones del acero de refuerzo, quedando estos al nivel que indica el proyecto.

- Relleno y compactado de cimentaciones

El relleno y compactado consiste en colocar el material por capas y apisonarlo utilizando pisón manual o mecánico (bailarina). El material a utilizar es el mismo producto de las excavaciones realizadas. En caso de que los materiales no son compatibles para el relleno se usará material de préstamo.

- Obra electromecánica LAT

  - Armado, nivelado y montaje de estructuras

El armado, nivelado y montaje de estructuras consiste en la formación estructural de cada una de las piezas de tornillería y ángulos de acero galvanizado a partir del *bottom* panel para formar el cuerpo de la estructura.

El *bottom* panel es armado y nivelado en el lugar donde quedará localizado, con la ayuda de una grúa hidráulica se levanta el cuerpo de la torre o estructura para realizar el montaje, esta actividad se realiza paulatinamente por personal especializado y consiste en subir cada segmento y unirlo con tornillos y placas de acero.

  - Vestido de torres o estructuras

El vestido de torres o estructuras consiste en colocar los herrajes, aisladores y accesorios en general, incluyendo las placas de aviso de peligro y numeración de estructuras de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto, las actividades son:

a) instalación de herrajes y aisladores para cables conductores y de guarda;

Consulta al Público

b) instalación de los sistemas de señalización de peligro y numeración consecutiva de las estructuras.

- Tendido de cable conductor y guarda

El tendido de cable conductor y guarda se inicia cuando las estructuras están totalmente armadas y tienen todas las retenidas en caso de ser necesario según planos, se basa en el principio de tensionado del cable sobre un sistema de poleas, el cable no debe tocar el suelo ni sufrir daño mientras se tiende a lo largo del trayecto de la línea, en esta actividad se realiza la colocación definitiva de los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores; la instalación de separadores y amortiguadores cuando se necesiten, la ejecución de los empalmes de tramos de cable conductor, y la instalación de puentes y remates en las torres que se requieran. Esta actividad incluye la instalación del cable guarda.

El material sobrante o residual se recolectará y trasladará a lugares establecidos por la empresa, y finalmente por la autoridad. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar daños a personas, animales y vehículos, cercándolas con un alambre de púas y colocándoles señales durante la excavación y cimentación de las torres.

- Instalación de sistemas de tierras

La Instalación de sistemas de tierras consiste en proveer a cada una de las estructuras de soporte de un sistema de protección, en caso de voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos, se coloca en cada una de las patas de la torre un cable de cobre y éste se entierra a una profundidad de más de 40 cm.

- Revisión final para puesta en servicio

Son los trabajos de revisión final para puesta en servicio de la línea de transmisión para lograr que ésta entre en operación con oportunidad y óptima confiabilidad y que consisten en la verificación de los siguientes aspectos:

- Caminos de acceso.
- Apertura de brecha.
- Cimentaciones.
- Retiro de la zona de construcción, de materiales de desecho.

Consulta al Público

- Verticalidad de estructuras.
- Montaje correcto de las estructuras.
- Medición de resistencia de tierras.
- Reapriete de conexiones sistema de tierras.
- Reapriete en herrajes y conectores de conductor y cable de guarda.
- Distancias fase a estructura.
- Libramientos fases a tierra.
- Libramientos fases a vías de comunicación y a otras líneas eléctricas o de comunicaciones que se crucen.
- Flechado de conductores y cable de guarda.
- Verticalidad o plomeo de cadenas de aisladores.
- Instalación correcta de amortiguadores de vibración.
- Número y tipo de aisladores seleccionados en el diseño.
- Ubicación de empalmes.
- Identificación de las estructuras.

II.3.4. Operación y mantenimiento.

II.3.4.1. Central Eólica

Esta etapa contempla el transporte de la energía eléctrica, así como el desarrollo de actividades correctivas necesarias para garantizar el buen funcionamiento de la instalación durante toda esta etapa.

Los procesos que se llevarán a cabo durante la operación normal del proyecto, de forma general son:

- Generación de energía

Obtención de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía cinética del viento. El viento hace girar el rotor del aerogenerador entre 9 y 19 revoluciones por minuto (rpm). Las mismas revoluciones se transmiten mediante una flecha a una transmisión o sistema de engranes que multiplica el número de giros. Este trabajo mecánico es transmitido a un generador eléctrico que, mediante el giro de los imanes contenidos en el interior de una bobina, produce por inducción magnética la fuerza electromotriz o flujo de corriente eléctrica. Cada aerogenerador cuenta con un primer transformador que homogeneiza la corriente en media tensión para su transmisión en la red interior de la central eólica.

Consulta al Público

- Conducción Eléctrica

Los aerogeneradores se encontrarán conectados entre sí a manera de bloques de generación. La red eléctrica que conecta a todos los bloques de aerogeneradores se le denomina circuitos de recolección.

La energía generada será enviada, a través de los circuitos de recolección en media tensión, a la subestación principal donde será transformada a la tensión requerida para su porteo fuera de la central eólica.

- Transformación

Los aerogeneradores estarán conectados entre ellos por una red subterránea de 34,5 kV, red eléctrica interna, que evacuará en una subestación 34,5/230 kV, o el voltaje determinado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la subestación del parque eólico y finalmente será entregada a CFE mediante una línea de transmisión. Desde el pórtico de salida de la subestación, la energía será entregada a la red eléctrica pública por medio de una línea de evacuación con un tramo de un circuito y otro de doble circuito, ambos en 115 kV, hasta la subestación.

Los procesos descritos se llevarán a cabo continuamente durante de la vida útil del Proyecto (40 años aproximadamente) y sólo se verán interrumpidos parcialmente por motivos de mantenimiento, el cual se programará de manera periódica y preventiva para reducir descomposturas o paros innecesarios en la operación.

- Mantenimiento de los aerogeneradores

Los aerogeneradores trabajan de forma automática y algunas veces de forma manual para realizar pruebas de mantenimiento de la máquina.

El tratamiento superficial de las torres de los aerogeneradores asegura una vida en servicio prácticamente ilimitada y libre de mantenimiento.

El diseño de la torre permite la instalación (de manera opcional) de un elevador en el interior de la torre, para facilitar el acceso a la *nacelle* y las labores de mantenimiento. No obstante, en todos los casos existe la posibilidad de acceso por escalera manual hasta lo alto de la torre. Esta escalera está provista de una línea de vida y demás elementos de seguridad.

A la *nacelle* se accede desde el interior de la torre a través de una trampilla y una escalera de acceso. Desde el interior de ésta existe también un acceso al buje para poder realizar

Consulta al Público

labores de comprobación y mantenimiento en él sin necesidad de salir al exterior. La *nacelle* incorpora en la parte trasera una puerta y una pequeña grúa para permitir la elevación de repuestos o material diverso desde el suelo hasta la *nacelle*, facilitando las labores de mantenimiento.

- Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, consiste principalmente en la detección prematura de fallos o deterioros en los componentes principales de los aerogeneradores. Se realiza a través del sistema de mantenimiento predictivo SIEMENS GAMESA SMP, desarrollado por SIEMENS GAMESA, basado en el análisis de vibraciones. El sistema puede gestionar y procesar simultáneamente la información de 12 acelerómetros que están situados en puntos estratégicos del Aerogenerador en la multiplicadora, el generador y los rodamientos delanteros del eje principal.

- Mantenimiento preventivo

Durante la operación del proyecto se llevarán a cabo campañas de mantenimiento preventivo, con inspecciones periódicas en las que se revisarán los componentes principales del aerogenerador, y se atenderán aquellas fallas detectadas. En la siguiente tabla se enlistan las actividades consideradas como mantenimiento preventivo indicando su periodicidad o frecuencia.

N°	ACCIÓN	FRECUENCIA
1	Verificación de equipos y toma de lecturas	Diaria
2	Monitoreo de aerogeneradores	Diaria
3	Monitoreo de los equipos de la SET	Diaria
4	Mantenimiento preventivo a los aerogeneradores	Cada 6 meses
5	Inspecciones en aerogeneradores	Posterior al mantenimiento
6	Inspección de aspas	1 vez al año
7	Mantenimiento preventivo a la SET	Una vez al año
8	Mantenimiento preventivo a los Caminos interiores y Plataformas	Una vez al año
9	Mantenimiento preventivo de estaciones de medición	Cada 6 meses

Consulta al Público

N°	ACCIÓN	FRECUENCIA
10	Inspección de estaciones de medición	Mensual

Tabla 5. Actividades de mantenimiento preventivo y su periodicidad.
Fuente: Promovente.

Las actividades diarias básicamente involucran todas las actividades de monitoreo de los aerogeneradores y equipos de alto voltaje de la SET, a través de sus Sistemas de Adquisición de Datos y Control Supervisor mejor conocido como SCADA, ubicado en la sala de los operadores. Los operadores en la sala verifican el estado de los diferentes componentes y ejecutan las acciones necesarias para mantener la operación del parque eólico dentro de sus límites permisibles y siempre en coordinación con el CENACE para poder responder a condiciones de emergencia del sistema eléctrico.

El mantenimiento preventivo de los aerogeneradores involucra actividades de limpieza, lubricación, verificación de torque y tensionado de tornillos, verificación de conexiones eléctricas y un conjunto de actividades específicas del aerogenerador que son indicadas en los manuales de mantenimiento del fabricante. Estas actividades, aunque son programadas generalmente cada 6 meses, se van ejecutando de manera progresiva durante el año de modo que en el despacho diario de las cuadrillas de mantenimiento se van asignando tareas específicas para cumplir con el programa de mantenimiento de manera íntegra. Los aerogeneradores trabajan de forma automática y algunas veces de forma manual para realizar pruebas de mantenimiento de la máquina. El tratamiento superficial de las torres de los aerogeneradores asegura una vida en servicio prácticamente ilimitada y libre de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo de la subestación eléctrica generalmente se efectúa conforme una programación y coordinación previa con el CENACE y que se ejecuta generalmente mediante licencias de desconexión, denominadas libranzas, con duración de 24, 48 o 72 horas dependido de las condiciones del clima locales. En estos mantenimientos se revisan y se verifican el apriete de conexiones del equipo de alto voltaje, se limpian aisladores, se verifican los mecanismos de apertura y cierre de interruptores, se verifican los enlaces de comunicación, entre otras actividades definidas por la naturaleza del equipo y los manuales o recomendaciones emitidas por el fabricante de los equipos instalados.

Consulta al Público

El mantenimiento preventivo de los caminos interiores del proyecto como de las plataformas de aerogeneradores involucra trabajos como el despalme o poda de arbustos, limpieza en general. En algunas ocasiones será necesario involucrar maquinaría y acarreo de material para corregir baches y recomponer los daños ocasionados por la erosión natural y el tránsito vehicular.

- Mantenimiento correctivo

Las actividades de mantenimiento correctivo involucran todas aquellas tareas no programadas o no previsibles que se presentan durante el día a día de la operación de la central eólica y que por su naturaleza pueden ser categorizadas como: fallas por causas externas y fallas de componentes. Las fallas por causas externas generalmente se deben a factores del clima como tormentas eléctricas que ocasionan huecos de tensión prolongados, exceso de temperatura, disturbios eléctricos en la red por maniobras de interruptores, vientos rachados y turbulentos, lluvias intensas, excesiva humedad, entre otras. Las fallas de componentes obedecen básicamente al deterioro o desgaste natural de los mismos dadas las condiciones de operación y que pueden ser de índole diversa como: fallos de baleros, fallos en engranes de coronas de orientación o multiplicadoras, fisuras severas en aspas, cortos circuitos, falsos contactos, entre otras.

Las actividades de mantenimiento correctivo pueden tomar desde algunas horas para su reparación, como requerir de períodos prolongados del orden de semanas o meses dependiendo de la severidad de la falla, lo que podría involucrar la necesidad de requerir equipos especiales de reparación como grúas, canastas, equipo de trabajo vertical, entre otras.

II.3.4.2. Línea de Alta Tensión

La etapa de operación y mantenimiento iniciará desde el momento en que la LAT sea energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional, ésta será permanente en el tiempo que opere.

Por otro lado, las actividades de mantenimiento se enfocan a la revisión de las estructuras, cables conductores, cable de guarda y aisladores, con el fin de detectar posibles prácticas o elementos que pudieran ocasionar la interrupción del flujo y suministro de energía.

El tipo de reparaciones a los sistemas y equipos que eventualmente pudieran presentar falla se enuncian en los programas de mantenimiento que la CFE aplica, como los siguientes:

Consulta al Público

- Mantenimiento preventivo

Tiene como objetivo evitar las interrupciones de la línea, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas.

- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedaron fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento afecta los índices de disponibilidad del suministro energético y es no deseable.

- Mantenimiento predictivo

El Mantenimiento predictivo tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr al mismo tiempo la operatividad y eliminar el trabajo innecesario. Lo anterior exige mejores técnicas de inspección y medición que permitan la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

En cada uno de los tipos de mantenimiento se verificará el cumplimiento de las disposiciones ambientales que se han establecido en el presente documento y en particular, durante la etapa de operación y mantenimiento, limitándose siempre a su desarrollo dentro del derecho de vía solicitado.

NO.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
1	Inspección mayor	Anual
2	Inspección menor	Anual
3	Patrullaje o inspección área	Anual
4	Inspección de brechas	Cada 2 años
5	Medición de resistencia a tierra	Cada 4 años
6	Medición de corrosión	Cada 6 años
7	Cambio de aislamiento con línea energizada	Anual
8	Cambio de aislamiento con línea desenergizada	Anual
9	Sustitución de empalmes de conducción o de guarda	Cada 5 años
10	Reapriete de herrajes	Cada 3 años
11	Sustitución de conector de guarda	-----
12	Sustitución de cable de guarda	-----

Consulta al Público

NO.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
13	Sustitución de cola de rata	-----
14	Mantenimiento a conexiones o cambio de puente	-----
15	Reparación de conductor o hilo guarda	-----
16	Corrección al sistema de tierras	Cada 4 años
17	Corrección de corrosión	Cada 6 años
18	Corrección de brecha	Anual
19	Limpieza de brecha por terceros	Cada 2 años
20	Mantenimiento de equipo y herramientas	Cada 2 años

Tabla 6. Actividades de mantenimiento para la LAT y su periodicidad.
Fuente: Promovente. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se muestran las actividades específicas del mantenimiento de la LAT, así como la periodicidad en la que se deben llevar a cabo, a continuación se describe con detalle cada una:

- Inspección mayor: se realizará cuando menos con una frecuencia de una vez por año, a lo largo de toda la LAT. Esta revisión se hará con detalle en cada componente de la estructura, cables conductores, hilos de guardas y factores externos a la LAT, susceptibles de ocasionar fallas en la misma como: brecha, contra perfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.
- Inspección menor: podrán realizarse hasta dos inspecciones menores por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras.
- Patrullaje o inspección aérea: es una actividad que podrá realizarse en helicóptero o avioneta, en la cual se pueden detectar fallas notorias en el hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasión a derechos de vía.
- Corrección de brecha: se considera como el mantenimiento de brecha o poda de árboles en zonas donde se detecte crecimiento de árboles que puedan afectar al funcionamiento de la línea y que pongan en riesgo la confiabilidad de la línea de transmisión eléctrica.

Consulta al Público

- Inspección de brechas: comprende las actividades de supervisión de la limpieza de las brechas.
- Limpieza de brecha: como parte de las actividades de mantenimiento se conservará en condiciones óptimas la brecha abierta durante la construcción de la LAT.
- Medición de resistencia a tierra: se realizará cada 4 años, y se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. Al tratarse de una línea nueva, se medirán todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras en líneas de transmisión energizadas es el de alta frecuencia, el cual no requiere de desconexión. La medición de tierra se ejecutará en las épocas del año en el que el terreno permanece seco, fuera de la temporada de lluvia.
- Medición de corrosión: esta actividad se evaluará y programará en aquellas líneas que presenten corrosión conforme al manual CFE MMAOO-01 "Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de Líneas de Transmisión", debiéndose considerar de acuerdo con el procedimiento, la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y potencial a piso.
- Cambio de aislamiento con línea energizada: cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo emplearse el método a potencial o con pértiga.
- Cambio de aislamiento con línea desenergizada: actividad programada con líneas desenergizadas que no impliquen afectación de servicio o resten confiabilidad a la red o en su defecto que impliquen un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad.
- Sustitución de empalme de conductor o guarda: en aquellos tramos de la línea donde por termografía o inspección se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).
- Reapriete de herrajes: incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión y de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.

Consulta al Público

- Sustitución de conectores de guarda: esta actividad se programará cuando por necesidad se requiera cambiar los conectores de la cola de rata en el sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.
- Sustitución de cable de guarda: en zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda sean severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos, incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener ruptura de uno o más hilos del cable de guarda.
- Sustitución del cable cola de rata: esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable cola de rata.
- Mantenimiento a conexiones o cambio de puente: incluye sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos de estructuras de tensión-remate y/o remate-deflexión.
- Reparación de conductor o hilo de guarda: estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.
- Corrección al sistema de tierras: como resultado de un programa de medición en algunas líneas, resultarán valores de resistencia altos. Los valores mayores a 10 Ohms serán corregidos, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.
- Corrección de corrosión: se aplicará el criterio del Manual CFEMMAOO-01. Para efectos de esta actividad, únicamente se está considerando la aplicación de recubrimiento anticorrosivo, previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interface y enterrada.

II.3.5. Desmantelamiento y abandono del sitio

II.3.5.1. Central Eólica.

La vida útil de los aerogeneradores está estimada en 40 años, aunque ésta puede aumentar en base a los programas de mantenimiento preventivo a los que sean sometidos los equipos, por lo que la vida real depende tanto de la calidad de la turbina como de las condiciones climáticas locales.

Preliminarmente, el proyecto no considera una etapa de cierre y abandono. Al respecto se prevé un mantenimiento continuo de los equipos que componen la central eólica.

Si en el futuro fuese necesario el cierre y abandono del parque eólico, esto será oportunamente comunicado a las autoridades pertinentes. Al respecto se entregará un

Consulta al Público

Plan de Cierre de las Instalaciones, las actividades principales de esta etapa se mencionan a continuación.

- Desmantelamiento de instalaciones existentes.
- Aerogeneradores e instalaciones eléctricas externas.
- Instalación de señalética apropiada para el cierre.
- Desmantelamiento de aerogeneradores.
- Retiro de cables de electricidad y torres.
- Retiro de cimentaciones.
- Canalización subterránea.
  - Retiro de cables de electricidad, fibra óptica y telefonía.
- Subestaciones:
  - Desmantelamiento de Subestaciones y obras asociadas (baños, salas, oficinas, depósitos).
  - Demolición y retiro de cimientos.
- Equipos eléctricos asociados:
  - Vaciado y retiro de los equipos transformadores.
  - Desmantelamiento de equipos en general.
- Instalaciones de servicio:
  - Desmantelamiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias del cuarto de control.
  - Clausura de fosa séptica.
- Cercos perimetrales y cartelería:
  - Retiro de los mismos.
- Áreas intervenidas:
  - Relleno, nivelación y escarificado.
  - Revegetación con especies nativas.
- Desmantelamiento / retiro de aerogeneradores y líneas de transmisión.

Todas las construcciones e instalaciones que sean factibles de desmontar serán desmanteladas. Se retirarán todos los equipos, el mobiliario y los aparatos que fueron empleados durante la operación del parque.

- Levantamiento de las bases y fundaciones

Consulta al Público

Las obras de concreto se demolerán y retirarán los escombros del área del proyecto, de manera que no produzcan un impacto visual por acumulación de las mismas dentro del parque.

- Restitución de las geoformas en la zona de emplazamiento del proyecto.

Las áreas donde se encontraban las estructuras serán cubiertas con una capa de suelo proveniente de sitios cercanos, a fin de restituir las geoformas de manera semejante a las que había originalmente.

- Cierre y clausura de las instalaciones

Los materiales que no presenten valor económico para su comercialización, serán llevados a rellenos sanitarios y/o sitios de tiro autorizados, si existieran. Se clausurarán las áreas en desuso, para impedir el paso de terceros y se cerrará el acceso a la central eólica.

II.3.5.2. Línea de Alta Tensión

Actualmente no se contempla una fecha de abandono del sitio, toda vez que la vida útil del proyecto está estimada en 40 años, aunque ésta puede aumentar con base en los programas de mantenimiento preventivo a los que sean sometidos los equipos. En caso contrario se determinará si para el uso futuro del área se podrá utilizar la infraestructura existente. De tratarse de un uso totalmente distinto éste deberá ser liberado de todas sus construcciones y deberá elaborarse un plan de abandono del sitio en conjunto con las autoridades competentes, el cual contemplará el desmantelamiento y desarmado de equipos y estructuras.

II.4. Maquinaria utilizada

La maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se enlista a continuación, diferenciando la que será utilizada en el parque y la LAT.

- Equipo a utilizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Parque

Maquinaria y/o equipo	Cantidad
Planta dosificadora de concreto	1
Cargador frontal	6
Retroexcavadora	6
Moto-conformadora	2
Compactadora	4

Consulta al Público

Maquinaria y/o equipo	Cantidad
Vibrador	30
Soldadora	12
Grúa principal de cadena de 500 ton	2
Grúa de retenida de 80 t	3
Plantas de generación a diésel	3

Tabla 7. Maquinaria utilizada para la preparación del sitio y construcción del Parque.
Fuente: Promovente.

- Equipo a utilizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la LAT.

Descripción del equipo	Cantidad
Retroexcavadora	2
Excavadora 312	1
Tractor d6	1
Moto-conformadora	1
Cargadora frontal	1
Grúa hiab	2
Grúa largo alcance	1
Orquesta de combustible	1
Camión de volteo	6
Camión revolvedor	3
Camión plataforma	1
Camionetas utilitarias	5
Poleas para instalar cable	15
Tensores para cable de alta tensión	15
Vibradores a gasolina	10

Tabla 8. Maquinaria utilizada para la preparación del sitio y construcción de la LAT.
Fuente: Promovente.

Consulta al Público

II.5. Fuentes de energía y combustible

II.5.1. Energía eléctrica para la Central Eólica y LAT

El suministro de la energía eléctrica para la operación de los equipos que la requieran y el alumbrado para la realización de las obras se suministrará a través de plantas de generación de energía eléctrica operadas por diesel.

II.5.2. Combustibles para la Central Eólica y LAT

Los combustibles serán suministrados día a día de acuerdo a cómo lo requiera la maquinaria y equipo menor, y no se almacenarán en la obra. Las cantidades necesarias de combustible por día son: de gasolina 500 L y de diésel 850 L.

Para la realización de esta actividad se tomarán las precauciones necesarias para evitar los derrames de combustible. Para contener alguna eventualidad se contará con bandejas, o pretiles, o arena o drenajes adecuados para absorber los derrames; estos drenajes no desembocarán en desagües de aguas lluvias, alcantarillado ni lugares en que puedan provocar contaminaciones. Se recomienda controlar periódicamente la hermeticidad de los tambores y válvulas de servicio.

Los combustibles para la SET deberán almacenarse en la bodega, los cuales se utilizarán en: vibradores para concreto, compactador, generadores de corriente, bomba de agua, revolvedoras de concreto, retroexcavadora y camiones de volteo. Se deberá tener un "stock" permanente de al menos 200 L de cada tipo de combustible.

II.6. Mano de obra requerida

La generación de empleos será importante para la ejecución de las diferentes actividades en cada una de las etapas del proyecto. En este sentido, en medida de lo posible se intentará que los puestos de trabajo que se generen sean ocupados por personas locales.

Durante las etapas de planeación del proyecto, el personal que labore será básicamente el propio del Promovente, mientras que en las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento y abandono será necesario subcontratar mano de obra.

Aunque este impacto tendrá lugar durante todas las etapas del proyecto se considera especialmente relevante en la etapa de construcción, dónde recaerá el grueso de la contratación directa y de la generación de empleos indirectos.

Tipo de empleo	Tipo de contratación (temporal o permanente)	Número de trabajadores
Superintendente	Permanente	2
Residente	Permanente	8
Topógrafo	Permanente	10
Operador de maquinaría	Permanente	40

Consulta al Público

Tipo de empleo	Tipo de contratación (temporal o permanente)	Número de trabajadores
Administrador	Permanente	10
Obrero	Permanente	150
Técnico especialista	Temporal	25

Tabla 9. Relación de empleos generados para la etapa de preparación del sitio y construcción. Fuente: Promovente.

II.7. Consumo de agua

El abastecimiento de agua para la preparación del sito y construcción será sustraído de los drenes locales previa autorización del módulo de riego y pago correspondiente, en caso de que esto no sea factible se abastecerá a través de la compra de agua en pipas. El agua no se almacenará, será utilizada para la construcción y se suministrará según el desarrollo de las cimentaciones, y con la ejecución de los trabajos.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizará agua para:

- Incorporar humedad a las terracerías para el Parque Eólico y la LAT: Almacenes y/u Oficinas de Campo y Caminos interiores (3000 m³).
- Construcción de plataformas: Aerogeneradores (15,000 m³), SET (20 m³, el primer mes, posteriormente, hasta finalizar la construcción será de 1.5 m³ diarios).

El agua para consumo de los trabajadores será suministrada en garrafones con capacidad de 19 L, distribuidos por empresas de agua purificada de la región.

Para la operación del proyecto se tendrá un requerimiento mínimo de los servicios de agua potable. El proyecto sólo demandará agua para el cuarto de control y la zona de oficinas; para el desalojo de aguas negras, se utilizará una fosa séptica.

II.8. Insumos y materiales

II.8.1. Requerimiento de material pétreo.

Se gestionará el permiso requerido para la extracción en un banco de materiales, para la extracción planificada de hasta 150 000 m³. El material extraído será utilizado para el establecimiento de capas de base y sub-base para el acondicionamiento de los caminos interiores del proyecto. Estos caminos tienen como función principal el facilitar las

Consulta al Público

actividades de colocación y elevado de torres o aerogeneradores, así como su posterior mantenimiento una vez que estos entren en operación.

II.9. Generación de residuos

II.9.1. Residuos generados

Como parte de la construcción y operación del proyecto, se prevé que serán generados residuos de tipo sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales, así como ruido, la generación de estos residuos será de manera diferenciada en cada una de las etapas del proyecto, tal como se describe en los siguientes párrafos.

II.9.1.1. Residuos no peligrosos

Producto de las actividades involucradas en este Proyecto, se generarán residuos de tipo doméstico, es decir, con una composición de material orgánico (residuos de alimentos), papel, vidrio y envases plásticos. Su generación se presentará fundamentalmente por la presencia de los trabajadores. Dichos residuos se dispondrán en los contenedores metálicos de 200 L ubicados estratégicamente, cerca de los frentes de trabajo.

Se estima que se estarán generando un máximo de 30 kg/día de residuos orgánicos. La disposición final de los residuos será llevada a cabo por alguna empresa particular contratada para tal fin, o por medio de un convenio establecido entre la constructora y el ayuntamiento.

Por otro lado, se tendrán residuos producto del desmonte, los cuales serán puestos a disposición de los propietarios de las parcelas involucradas en el proyecto.

Los excedentes de excavación para la instalación de los aerogeneradores, plataformas, y subestación, serán donados a los propietarios de las parcelas contiguas, por lo que no será necesario contar con un banco de tiro. Estos excedentes son despreciables cuando se utilizan para nivelar partes bajas de las parcelas productivas ya que representan unos pocos centímetros de espesor y normalmente solo cubren una fracción de la parcela donataria.

Cada aerogenerador llevará una zapata de cimentación y considerando el número de aerogeneradores, se tendrá un movimiento de poco menos de 2262 m^3, sin embargo, éstas se recubrirán con la misma tierra compactada (aproximadamente un 70 % de la tierra previamente removida) por lo que el excedente de la misma será únicamente de 678.3 m^3. Este excedente de tierra, como se mencionó anteriormente, será donado a los dueños de

Consulta al Público

las parcelas contiguas. Igualmente, las zanjas de la línea de media tensión subterránea, se abrirán y cerrarán con el propio material removido.

II.9.1.2. Residuos peligrosos

Se prevé la generación de residuos peligrosos de manera indirecta debido a la realización de actividades que los involucran, como son los cambios de aceite y mantenimiento menor de maquinaria.

Estos residuos serán almacenados de manera independiente en contenedores específicos para cada tipo de producto en un almacén temporal de residuos peligrosos. Todas estas actividades se realizarán conforme a la normatividad vigente en esta materia. La disposición de éstos se realizará a través de una empresa contratada para tal fin.

En la siguiente tabla se presenta un estimado de la cantidad de residuos peligrosos que serán generados dutante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Residuo	Generación total estimada
Aceites gastados	1500 L
Plásticos impregnados de aceite	180 kg
Filtros de aceite	450 kg
Tierra contaminada con hidrocarburos	12 tambos de 200 L
Estopas y trapos impregnados con solventes	210 kg

Tabla 10. Generación de residuos peligrosos estimados durante la etapa preparación del sitio y construcción.
Fuente: Promovente.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se contempla la generación de residuos peligrosos durante esta etapa principalmente por las actividades de mantenimiento de la máquinas, tales como papel y estopas impregnadas de aceite, botes o tambos contenedores de materia prima (aceite sintético, pintura), así como aceite gastado, los cuales se manejarán conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y a la LGEEPA y su reglamento correspondiente en materia de Residuos Peligrosos y normas oficiales mexicanas en la materia.

Consulta al Público

II.9.1.3. Aguas residuales

Únicamente se contempla la generación de aguas residuales durante la etapa de preparación del sitio y construcción, originadas por desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada de trabajo. Durante la realización de las obras se contará con el servicio de letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores; las aguas residuales generadas por dichos sanitarios serán recolectadas por la empresa a la que se contrate la renta de los mismos, la cual contará con todos los permisos para poder realizar la disposición de las aguas residuales en los lugares autorizados.

En la etapa de Construcción, además, se generarán aguas residuales del lavado de ollas de las máquinas revolvedoras de concreto, para esta actividad, se habilitarán fosas de lavado para ollas de concreto, debidamente señaladas y acordonadas para que no representen un riesgo para el personal, con esto se logrará que los desechos de las ollas se concentren en puntos focalizados.

II.9.1.4. Ruido

Como es sabido, la generación de ruido está relacionada con el funcionamiento del equipo y maquinaria que se utilice, durante la preparación del sitio y construcción, y con el funcionamiento de los aerogeneradores durante la fase de operación.

En la preparación del sitio y construcción el horario de trabajo de obra será de 8:00 a 18:00 h de lunes a viernes y sábados de 8:00 a 13:00 h, esto significa que no habrá generación de ruido fuera del horario de obra, es decir, de las 18:00 a las 8:00 h, Los niveles máximos de ruido que se tendrán serán generados por la utilización de la grúa cargada y el uso de maquinaria pesada estimándose niveles de ruido de entre 90 y 96 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora, necesitándose entonces una distancia mínima de 15 m para tener un nivel 60 dB(A). Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal auditiva de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 en los centros de trabajo donde se genere ruido.

El ruido de los aerogeneradores es producido por 4 fuentes principales. 1, Al girar el rotor de una turbina; 2, por el batimiento del viento con los perfiles de las estructuras externas del aerogenerador (góndola, torre, etc.); 3, Cada vez que una pala pasa cerca de la torre; y 4, en el tren de potencia del aerogenerador. Los niveles sonoros de un parque eólico se presentan en la siguiente tabla:

Consulta al Público

Distancia (m)	Aerogenerador funcionando (Decibles dB)
28	56.9
84	51.4
168	49.6
280	44.9

Tabla 11. Niveles sonoros de un parque eólico
Fuente: SENER-Dirección general Adjunta de Evaluación de Impacto Social y Consulta[1]

De acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 los límites máximos permisibles del nivel sonoro son de 68 dB durante el día y 65 dB durante la noche. Así mismo, se tiene que la localidad rural (La Rosita) más cercana a un aerogenerador, se localiza a 103 metros de distancia, por lo tanto, el funcionamiento del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" no sobrepasará los niveles máximos permisibles del nivel sonoro.

II.9.1.5. Generación de gases de efecto invernadero, como es el caso del H2O, CO2, CH4, N2O, CFC, entre otros (por etapa del proyecto)

Los parques eólicos no generan por sí mismos ninguna emisión de gases de efecto invernadero (GEI) para la producción de la energía eléctrica, ya que la energía proviene de la fuerza del viento y no de procesos de combustión como es el caso de otras fuentes de producción de energía como las centrales térmicas.

En este sentido, la emisión de GEI en proyectos de esta naturaleza, se asocia principalmente al uso de vehículos y maquinaria pesada (fuentes móviles) que se utiliza en las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente, y en menor medida durante la etapa de operación y mantenimiento.

Es por ello que todas las fuentes móviles que sean utilizadas en las distintas etapas del proyecto deberán cumplir con la normativa ambiental aplicable en materia de emisión de gases contaminantes, a fin de no rebasar los límites máximos permitidos.

Será obligación del Programa de Vigilancia Ambiental recoger las estrategias y procedimientos adecuados para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en esta materia.

[1] Secretaría de Energía. 2015. Consulta Previa, Libre e Informada a la comunidad indígena de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. Consultado: Octubre, 2018 en https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/consulta-previa-libre-e-informada-a-la-comunidad-indigena-de-juchitan-de-zaragoza-oaxaca-153358

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO III

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES....1

III.1. Instrumentos de Planeación y/o de Ordenamiento Territorial....1

III.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico....1

III.1.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012....1

III.1.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán (POETY), publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007....12

III.1.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 31 de julio de 2007....27

III.1.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012....47

III.1.2. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas....61

III.1.2.1. Áreas de importancia para la conservación....63

III.1.2.1.1. Región Terrestre Prioritaria....63

III.1.2.1.2. Región Hidrológica Prioritaria....65

III.1.2.1.3. Regiones Marinas Prioritarias....66

III.1.2.1.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)....68

III.1.2.1.5. Sitios RAMSAR....70

III.1.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano....72

III.1.3.1. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 20 de marzo de 2019....72

III.1.4. Ordenamientos jurídicos aplicables....74

Consulta al Público

III.1.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de mayo de 2020. 74

III.1.4.2. Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 (PND) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019. 75

III.1.4.3. Programa Sectorial de Energía (PROSENER) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de julio de 2020. 77

III.1.4.4. Programa Especial de la Transición Energética 2017-2018 (PETE), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 2017. 79

III.1.4.5. Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 2020. 80

III.1.4.6. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019 - 2024 (PROMARNAT) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de julio de 2020. 81

III.1.5. Leyes.....83

III.1.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018). 83

III.1.5.2. Ley General de Vida Silvestre (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 19 de enero de 2018). 84

III.1.5.3. Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de abril de 2020).....85

III.1.5.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 19 de enero de 2018). 87

III.1.5.5. Ley General de Cambio Climático (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 13 de julio de 2018). 87

III.1.5.6. Ley de Transición Energética (Secretaría General, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015). 88

III.1.5.7. Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética (Secretaría General, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 2012). 89

Consulta al Público

III.1.5.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014. 89

III.1.5.9. Ley para la gestión integral de residuos en el estado de Yucatán (última reforma publicada en el Diario Oficial el 28 de diciembre de 2016). 90

III.1.6. Reglamentos 91

III.1.6.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014). 91

III.1.6.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014). 93

III.1.6.3. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. 93

III.1.6.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Secretaría General última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014). 94

III.1.6.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014). 94

III.1.6.6. Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (Secretaría General, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014) 95

III.1.7. Normas 95

III.1.8. Tratados internacionales 98

III.1.8.1. Protocolo de Kioto 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la Región Ecológica 17.33. 3
Tabla 2. Características de la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo. 3
Tabla 3. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales. 12
Tabla 4. Características generales de las UGA 1B y 1E. 14

Consulta al Público

Tabla 5. Vinculación del proyecto con los criterios y recomendaciones de manejo para las UGA 1B y 1E. 27
Tabla 6. Política. Actividades y usos de suelo de la UGA DZD07-SEL_C3 31
Tabla 7. Política. Actividades y usos de suelo de la DZD09-SEL_AP1 32
Tabla 8. Política. Actividades y usos de suelo de la DZD11-SEL_AP2 34
Tabla 9. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del POETCY. 46
Tabla 10. Características distintivas de la UGA 113. 48
Tabla 11. Características distintivas de la UGA 117. 49
Tabla 12. Vinculación de las Acciones Generales de las UGA 113 y 117 con el Proyecto. ..51
Tabla 13. Vinculación de las Acciones Específicas de las UGA 113 y 117 con el Proyecto. .61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento General del Territorio. 2
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán. 13
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. 29
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. 48
Figura 5. Ubicación del ANP Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán....62
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RTP-146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam ...64
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RHP-102 Anillo de cenotes. 65
Figura 8. Ubicación el proyecto respecto a la RMP- 61 Sisal-Dzilám. 67
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto al AICA-185 Reserva Estadal de Dzilám. 69
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios RAMSAR más cercanos. 71

Consulta al Público

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Dentro del presente Capítulo se analizan los instrumentos jurídicos, normativos y administrativos aplicables que guardan relación estrecha con las actividades consideradas dentro de cada una de las etapas de ejecución del proyecto, destacando su grado de congruencia con los mismos.

III.1. Instrumentos de Planeación y/o de Ordenamiento Territorial

Tal como se mencionó en el Capítulo II del presente estudio, la "Central Eólica Dzidzantún" se ubica geopolíticamente en el Estado de Yucatán, específicamente dentro de los municipios de Dzidzantún y Temax.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal del proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de la fuerza del viento, con lo cual se generará una potencia instalada de 130.2 MW, se presenta el análisis jurídico-administrativo aplicable, considerando las actividades a realizar, sus impactos y las medidas de mitigación que atenuarán dichos impactos, con el fin de evidenciar la viabilidad del proyecto en esta materia.

III.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico

III.1.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es un instrumento de política pública cuyo fundamento legal se basa en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Este instrumento es de observancia obligatoria en todo el país y tiene como principal propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán considerar la variable ambiental como un eje importante para el desarrollo de sus gestiones.

Lo anterior basado en una Regionalización Ecológica que comprende Unidades Territoriales sintéticas que se componen de los principales factores del medio biofísico tales como el clima, el relieve, vegetación y suelo, cuya relación determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades, teniendo como resultado un total de 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales

Consulta al Público

son consideradas como unidades de análisis que definen lineamientos y estrategias ecológicas aplicables a cada una.

Teniendo como base la Regionalización propuesta por el POEGT y considerando la ubicación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se tiene que el área donde se llevarán a cabo todas las actividades concernientes a su implementación, se ubica en la Región Ecológica 17.33, particularmente en la UAB 62, tal como se muestra en la siguiente figura.

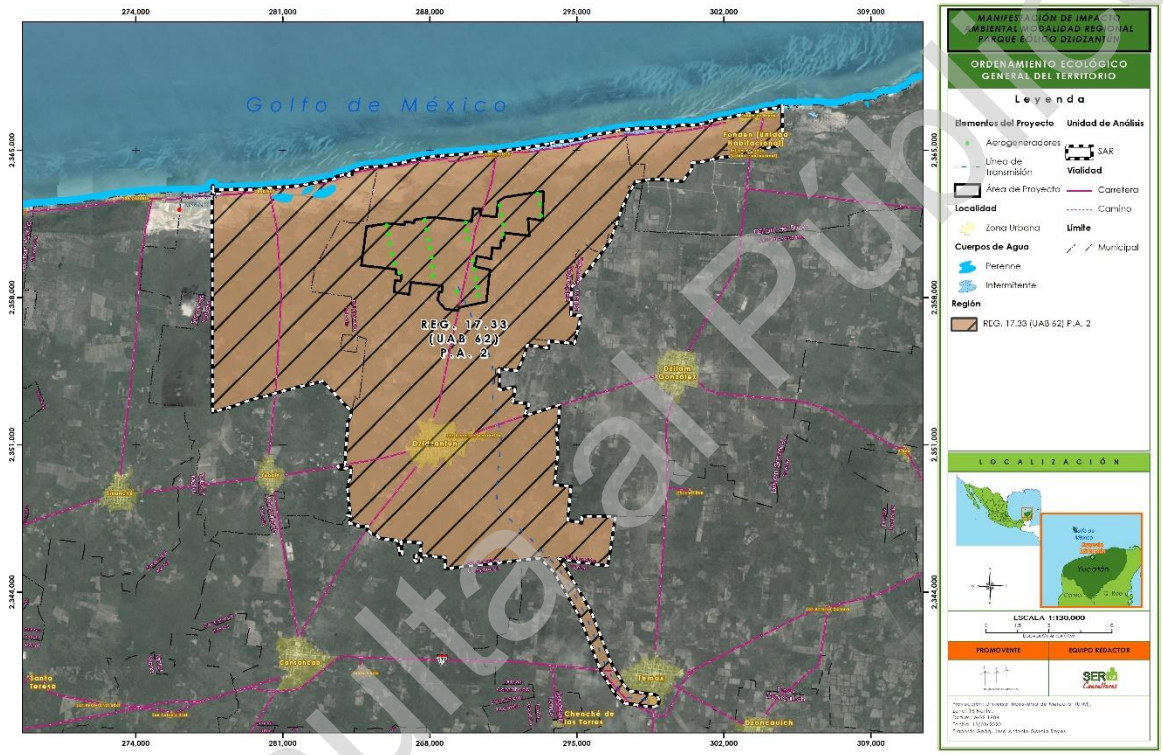


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento General del Territorio. Fuente: POEGT; Elaboración propia.

En la siguiente tabla se describen las características que definen la Región Ecológica 17.33.

REGIÓN ECÓLOGICA 17.33	
Unidad biofísica que lo compone	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo
Superficie en Km^2	59,542.35 Km^2
Población total	2,982,494 habs.
Población indígena	Maya

Consulta al Público

REGIÓN ECÓLOGICA 17.33	
Estado actual del medio ambiente 2008	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (habs./km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable a crítico
Política ambiental	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de atención	Alta

Tabla 1. Características de la Región Ecológica 17.33.
Fuente: POEGT.

Así mismo, en la siguiente tabla se señalan las características que definen a la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 62. KARST DE YUCATÁN Y QUINTANA ROO	
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna - Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social - Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura - Ganadería
Otros sectores de interés	Pueblos Indígenas
Estrategias sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla 2. Características de la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo.
Fuente: POEGT.

Consulta al Público

En la siguiente tabla se muestra la vinculación existente entre el proyecto y las estrategias sectoriales de la UAB 62.

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
A) PRESERVACIÓN		
1	Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como parte del desarrollo del proyecto será necesario remover vegetación de tipo selva mediana caducifolia y selva baja espinosa caducifolia, sin embargo, el Promovente realizará acciones que permitan la conservación de los recursos mediante el establecimiento de estrategias eficientes que garanticen la protección de la flora y la fauna presente en el área del proyecto.
2	Recuperación de especies en riesgo.	Como parte del presente estudio, se realizó un análisis florístico y faunístico del área donde se pretende instalar el proyecto, con el fin de identificar aquellas especies con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o bien protegida por alguna norma internacional, además cabe señalar que el proyecto cuenta con un estudio anual de fauna (Aves, Mamíferos y Quirópteros) mediante el cual se ha dado seguimiento a la distribución de estas especies, pudiendo identificar también aquellas que por el desarrollo del proyecto tienden a ser más vulnerables. Tomando en cuenta lo anterior, se establecerán distintas acciones para la protección de especies en riesgo tanto de flora como de fauna, las cuales serán descritas dentro del Capítulo VI del presente estudio.
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El desarrollo del proyecto ha permitido hacer un análisis significativo de las especies presentes dentro del área del proyecto e incluso a nivel del Sistema Ambiental Regional, con lo cual es posible contribuir al conocimiento de la riqueza florística y faunística del sitio, así como su estado de conservación y de los principales factores antropogénicos que han impactado previamente a los ecosistemas naturales. Este análisis se

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
		presenta de manera detallada dentro del Capítulo IV del presente estudio.
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE		
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Dado que para cumplir con el objetivo principal del proyecto que es la generación y evacuación de energía eléctrica producida mediante la fuerza del viento es necesaria la instalación de diferentes infraestructuras como aerogeneradores, plataformas, caminos, torres, etc. Será necesario remover vegetación forestal de tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia, por lo cual estarán disponibles algunos recursos naturales como el suelo fértil o el mismo producto del desmonte, mismos que serán aprovechados para el establecimiento de medidas de mitigación propias del proyecto.
5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Para la construcción del proyecto será necesaria la remoción de vegetación forestal tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia, por lo que el material obtenido del desmonte será triturado y utilizado para el enriquecimiento del suelo despalmado, en el caso del material que pueda ser utilizado como leña, será puesto a disposición de los pobladores más cercanos para su aprovechamiento.
8	Valoración de los servicios ambientales.	Dentro del área del proyecto, las zonas forestales, no se encuentran adjuntas a algún programa federal, estatal o municipal que incluya el pago por servicios ambientales, sin embargo, se considera que por sus características bióticas y abióticas estás áreas forestales proporcionan servicios ambientales como captura de carbono, generación de oxígeno, generación de suelo, paisaje,

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
		entre otros y que derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se verán reducidos. Es por ello que como parte del proyecto se establecerán acciones que minimicen la afectación y en su caso la compensen adecuadamente.
C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES		
9	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Para el desarrollo del proyecto se ejecutarán medidas de mitigación que evitarán que la implementación del proyecto pueda ocasionar impactos negativos sobre la cuenca donde será instalado. Sin embargo, es importante mencionar que por la naturaleza del proyecto no se propiciarán desequilibrios sobre las cuencas y los acuíferos sobreexplotados.
10	Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
11	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
12	Protección de los ecosistemas	Con la finalidad de garantizar la protección de los ecosistemas donde será instalado el proyecto, se establecerán una serie de medidas que regularán la ejecución de cada una de las actividades del proyecto que pudieran impactar de tal manera que se propicie un desequilibrio ecológico. Para ello, el Promovente se apegará en todo momento a lo dispuesto dentro de la legislación ambiental vigente, de manera particular a lo mencionado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en sus respectivos Reglamentos. Específicamente la LGDFS regula el cambio de uso de suelo en terrenos forestales teniendo en cuenta los criterios de excepcionalidad mencionados en el Artículo

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
		93 de dicha Ley, donde se menciona que la autorización del CUSTF estará sujeta a demostrar mediante un Estudio Técnico Justificativo que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. Con lo anterior se garantiza que con la implementación del proyecto no se provocarán desequilibrios ecológicos y que las medidas que se consideren serán las más adecuadas para minimizar los efectos negativos que se pudiesen ocasionar.
13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas, sin embargo, como parte de las medidas de mitigación se utilizará el material producto del desmonte para el enriquecimiento de los suelos degradados producto de la ocupación temporal de algunas de las instalaciones relacionadas con el proyecto.
D) RESTAURACIÓN		
14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Derivado de la necesidad de remover vegetación forestal tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia para la implementación del proyecto, será necesario establecer un Programa de Restauración, en el que se incluyan las metodologías y técnicas necesarias para garantizar la recuperación de áreas degradadas y con ello compensar los efectos que el cambio de uso de suelo forestal tendrá sobre el ecosistema. Además, como parte de la etapa de abandono del proyecto, se tiene considerada la implementación de un plan de abandono, donde se incluirán acciones de restauración para las áreas ocupadas por las infraestructuras asociadas al proyecto.
E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS		

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA		
D) INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO URBANO Y REGIONAL		
31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Esta estrategia no es aplicable al desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas; sin embargo, con la implementación del mismo, se conseguirá impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de áreas urbanas y rurales, específicamente con la cobertura de servicio eléctrico.
32	Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Esta estrategia no es aplicable al desarrollo del proyecto, en ninguna de sus etapas.
E) DESARROLLO SOCIAL		
36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector	Las actividades agrícolas y ganaderas no presentarán afectaciones durante la construcción y funcionamiento del proyecto, debido a que las áreas de uso son

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
	agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	mínimas. Asimismo, la agricultura, ganadería y pesca forman parte de las principales actividades económicas, aunque también existe el comercio y el sector servicios.
37	Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Como parte de las estrategias contenidas en el Plan de Gestión Social del proyecto se establece lo siguiente: - Creación de una bolsa de trabajo, dando prioridad a la población local y procurando que las ofertas contemplen la perspectiva de género y respeto a los Derechos Humanos. -Desarrollar un marco favorable de relaciones laborales basado en la igualdad de oportunidad, la no discriminación y el respeto a la diversidad, promoviendo la implantación de medidas de inclusión y de conciliación de la vida personal y laboral. - Asegurar que los bienes y servicios requeridos durante la fase de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto se adquieran con proveedores de la zona en la que se va a desarrollar el mismo, con el objeto de que la derrama económica impacte de forma positiva a la región, integrando a sectores vulnerables al sector económico-productivo. - Explicitar el procedimiento que habrá que seguir para la realización del diagnóstico y los criterios de elección de las localidades beneficiarias, garantizando un enfoque participativo. - Seguir todas las indicaciones establecidas en la Evaluación de Impacto Social del proyecto Eólico Dzidzantún, así como del resolutivo de la misma emitido por la SENER, que se relacionen con este punto. Con lo anterior, el proyecto tiende a buscar implementar acciones que beneficien del desarrollo de las localidades más cercanas y contribuir a la calidad de vida de las personas, colocando un especial énfasis en

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
		promover la integración de los sectores más vulnerables como los son las indígenas
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Como parte de las estrategias contenidas en el Plan de Gestión Social del proyecto se establece lo siguiente: - En colaboración con la administración local, organizar talleres con propietarios y responsables de establecimientos locales para diseñar una política de descuentos y facilidades de compra por adquisición de bienes o servicios. - Incluir programas de capacitación que coadyuven con la Seguridad Industrial y la salud ocupacional, en los términos establecidos por la normatividad aplicable. - Establecimiento de descuentos, facilidades de compra o promociones por adquisición de bienes o servicios, por parte de los establecimientos locales. - Realización de actividades formativas para capacitar a los potenciales empleados locales. - Evaluar las necesidades que puedan generarse del proyecto a partir de un estudio, buscando en primera instancia satisfacer las necesidades laborales con habitantes del área de influencia –en términos de la EvIS-, para lo que se deberá planificar programas de capacitación y formación con el objeto de generar capacidades en la población que se encuentra cercana al proyecto. - Realización de talleres participativos con empresarios locales para realizar intercambios de ideas al respecto, identificando puntos fuertes y carencias. - En caso de requerir contratación de mano de obra local, se deberá informar a los postulantes de las necesidades reales del personal solicitado, las condiciones laborales, así como la duración de la labor. - Seguir todas las indicaciones establecidas en la Evaluación de Impacto Social del proyecto Eólico Dzidzantún, así como del resolutivo de la misma emitido por la SENER, que se relacionen con este punto.

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
		Con lo anterior, el proyecto tiende a buscar implementar acciones que beneficien del desarrollo de las localidades más cercanas y contribuir a la calidad de vida de las personas, colocando especial énfasis en el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
39	Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.
40	Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas; sin embargo, durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto se fomentará el trato igualitario y de respeto entre las personas que laboren en el proyecto de manera directa, sin importar su edad, creencias religiosas, genero, etc.
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL		
A) MARCO JURÍDICO		
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La instalación del proyecto se apegará a los términos jurídicos necesarios para la ocupación de los terrenos donde pretende ser instalado, evitando en todo momento violentar los derechos de propiedad de la tierra.
B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria	Los objetivos del proyecto no se relacionan con esta estrategia en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

NO.	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
	para impulsar proyectos productivos.	
44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El desarrollo del proyecto se apegará en todo momento a lo dispuesto en los Ordenamientos Ecológicos Aplicables,

Tabla 3. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales.
Fuente: Promovente. Elaboración Propia.

III.1.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán (POETY), publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

Tomando como base la regionalización presentada dentro del POETY, se realizó un análisis para conocer la incidencia del área del proyecto sobre las UGA´s definidas, resultando que ésta incide en las UGA **1B "Planicie costera lagunar baja", 1.2C "Planicie Temax- Buctzotz** y **1E "Planicie Telchac Pueblo"** tal como se muestra en el siguiente mapa.

Consulta al Público

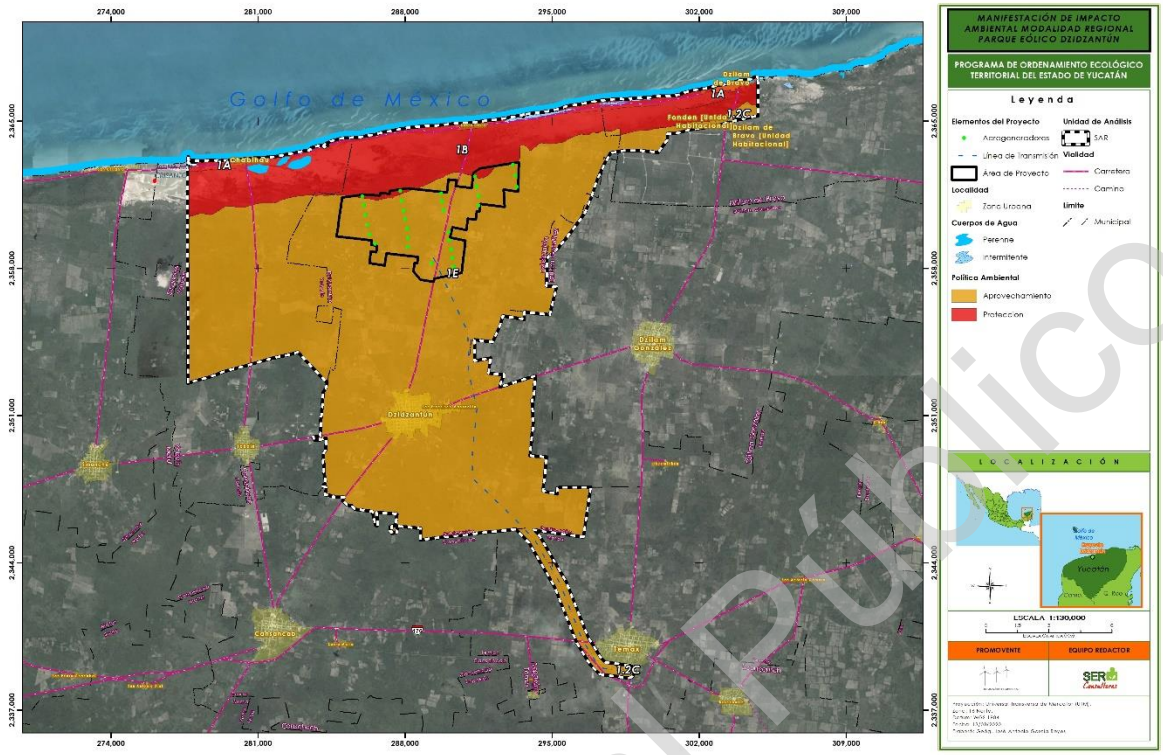


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán.
Fuente: POETY. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se describen las características que definen a cada una de las UGA´s sobre las que incide el proyecto.

UGA	USOS	POLÍTICAS	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE MANEJO
1B	Predominante: Conservación de ecosistemas de la zona costera Compatible: Turismo alternativo y de playa. Condicionado: Actividades cinegéticas. Incompatible: Industria de transformación.	Protección	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15.
		Conservación	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13.
		Restauración	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
		Aprovechamiento	7, 8, 10, 12, 17, 18, 19.
1.2C	Predominante: Ganadería semi-extensiva	Protección	1, 2, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16

Consulta al Público

UGA	USOS	POLÍTICAS	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE MANEJO
	Compatible: Agricultura, ovinocultura y agroforestería, turismo alternativo y actividades cinegéticas. Condicionado: Industria, extracción de materiales pétreos. Incompatible: Porcicultura	Conservación	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13
		Restauración	1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 21
		Aprovechamiento	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21.
1E	Predominante: Industria de transformación Compatible: Asentamientos humanos, turismo alternativo, infraestructura básica y de servicios. Condicionado: Avicultura y ovinocultura. Incompatible: Porcicultura	Protección	1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16
		Conservación	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13.
		Restauración	1, 2, 5, 6, 8, 9,
		Aprovechamiento	1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16,

Tabla 4. Características generales de las UGA 1B y 1E.
Fuente: Promovente. Elaboración Propia.

En la siguiente tabla se analizan los diferentes criterios y recomendaciones de manejo para cada una de las UGA y su relación con el proyecto.

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
	PROTECCIÓN				
1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.	X	X	X	Para el desarrollo de la "Central Eólica Dzidzantún" se han considerado los usos de suelo dominantes en el sitio, así como su compatibilidad de acuerdo con los distintos Programas de Ordenamiento Ecológico sobre los que incide, con lo cual se garantiza que los objetivos establecidos por el proyecto son

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
					compatibles con dichos instrumentos.
2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	X	X	X	Con la ejecución del proyecto se generarán fuentes de empleo de tipo directo e indirecto, que contribuirán con el desarrollo socioeconómico de las localidades más cercanas al proyecto
4	No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos, salvo que hayan sido saneados.	X			Los objetivos que persigue la implementación del proyecto no se vinculan con este criterio.
5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	X		X	Los residuos que sean generados por el proyecto en sus distintas etapas serán almacenados de manera temporal dentro de sitios destinados para este fin que tendrán las condiciones necesarias para su almacenamiento temporal, de tal modo que de manera periódica serán dispuestos de acuerdo a la normativa aplicable.
6	No se permite la construcción a menos de 20 m de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	X	X	X	La ubicación del proyecto no incide ni se encuentra cercano a ningún cuerpo de agua, por lo que no requiere de hacer trámites relacionados a este rubro.
7	La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, y	X			La ubicación del proyecto no incide sobre el límite federal, no afectará playas, línea costera o

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
	dunas que la rodean, así como la vegetación en buen estado de conservación.				bien dunas cercanas, en lo que se refiere a la conservación de la vegetación natural del sitio, será necesaria la remoción de vegetación de tipo selva mediana caducifolia y selva baja espinosa caducifolia, por lo que se establecerán las estrategias pertinentes para que el impacto asociado a esta actividad sea minimizado.
8	No se permite la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y regionales.	X	X		El proyecto no incide sobre pantanos, zonas inundables, dunas costeras o zonas de manglares, ni está ubicado en zonas de alto riesgo según los Ordenamientos Ecológicos Estatal y Costero.
9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	X	X	X	Para las actividades de desmonte de la vegetación forestal que será necesario ejecutar en las primeras etapas del proyecto, no se utilizará fuego, ni herbicidas o defoliantes, en cambio se utilizarán herramientas manuales para dicho fin como motosierras, machetes, palas, etc. Además de que, como parte de las medidas de prevención, se prohibirá la quema de residuos o de vegetación.
10	Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación	X	X		En cuanto al uso de combustible, el proyecto no prevé la necesidad del

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
	marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.				almacenamiento de este dentro del área del proyecto ni en sus inmediaciones. Los vehículos y maquinaria que requieran del uso de combustible serán abastecidos en los centros de servicio cercanos al área del proyecto
12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	X	X	X	Como parte de las características constructivas del proyecto no se considera la instalación de cercado o vallado del parque, por lo que la fauna podrá transitar libremente al interior del área del proyecto.
13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	X	X	X	El área del proyecto no forma parte de ningún corredor biológico, sin embargo, todas las acciones concernientes al cambio de uso de suelo forestal serán realizadas bajo estrictas medidas de prevención y mitigación que eviten la degradación del ecosistema.
14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.		X	X	Si bien el desarrollo de la "Central Eólica Dzidzantún" requerirá de la remoción de vegetación forestal de tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia, lo cual impactará en la disminución de la captación de agua de lluvia, también se pretende realizar acciones de reforestación que permitan

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
					compensar este impacto de manera paulatina.
15	No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.	X			El proyecto no se ubica sobre dunas costeras, sin embargo, como parte de las medidas de prevención se prohibirá la quema de vegetación.
16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
	CONSERVACIÓN				
1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	X	X		Como parte de las medidas de mitigación que se detallan dentro del Capítulo VI de la presente MIA-R se realizarán acciones de rescate y reubicación de flora y fauna que por las actividades del proyecto pudieran verse en riesgo, además se realizarán acciones de reforestación con especies nativas que permitirán la recuperación de cobertura vegetal de manera gradual. Con esto se garantiza la protección de los ecosistemas y su biodiversidad.
2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	X			Con la finalidad de disminuir la erosión que se ocasionará por la ejecución del cambio de uso de suelo forestal en el sitio, se desarrollarán técnicas de protección del suelo como la recuperación de la capa fértil, su resguardo y enriquecimiento con material orgánico triturado

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
					producto del desmonte, entre otras.
3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	X	X	X	Dentro de las acciones de mitigación a realizar como parte del proyecto no se considera el uso de especies exóticas para su introducción en el sitio.
4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	X	X	X	Derivado del análisis realizado y presentado en el capítulo IV del presente estudio, se tiene que dentro del área del proyecto se registraron especies de flora y fauna con algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo que dentro de las medidas de mitigación están consideradas las acciones necesarias para garantizar su protección, así como la de aquellas especies que resulten vulnerables a la instalación del proyecto.
5	No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	X	X		Tal como se señaló dentro del Capítulo II del presente estudio, existe la posibilidad de que sea necesario utilizar material de bancos de préstamo para los procesos constructivos del proyecto, sin embargo, cabe señalar que no se utilizarán bancos de préstamo localizados en ANP´s, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	X	X	X	De acuerdo con los procesos constructivos del proyecto, el material producto de las excavaciones será utilizado para la nivelación del terreno en donde sea necesario por lo que los materiales no serán vertidos sobre la vegetación forestal colindante. Adicionalmente, como parte de las medidas de mitigación se prohibirá esta actividad al personal del proyecto.
9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	X	X	X	Los caminos proyectados como parte del proyecto, tendrán las características necesarias para facilitar el libre flujo del agua que se precipite.
10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	X	X	X	Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se consideran acciones de limpieza que garanticen el funcionamiento óptimo de los caminos y sus sistemas de drenaje.
11	Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se debe establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos regionales y locales.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
12	La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria debe garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.			X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	X	X	X	Tal como se ha señalado anteriormente, el proyecto requerirá de la remoción de vegetación forestal de tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia, con lo cual se asocia directamente una disminución en los servicios ambientales que actualmente presta esta área, es por ello que como parte de las medidas de mitigación que implementará el proyecto, se prevé la protección del suelo, de la flora y de la fauna presente, así como acciones que permitan la recuperación de la captación de agua que pudiera disminuir con la implementación del proyecto, con lo cual se espera compensar el efecto negativo que el desarrollo de la Central Eólica ocasionará sobre los servicios ambientales.
RESTURACIÓN					
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
2	Restaurar las áreas de extracción de materiales pétreos.		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
3	Restaurar las áreas de extracción de sal o arena.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
4	Promover la recuperación de la dinámica costera y acarreo litoral.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	X	X	X	Mediante la implementación de acciones de reforestación, rescate y reubicación de flora vulnerable, se podrá recuperar la cobertura vegetal y con ello paulatinamente detener los procesos de erosión del sitio donde sean establecidos.
6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	X	X	X	Mediante las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna que se realizarán previo a la ejecución de las actividades de cambio de usos de suelo se evitará la afectación a especies vulnerables presentes en el sitio, promoviendo su protección y conservación.
7	Promover la recuperación de playas, lagunas costeras y manglares.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	X	X	X	La instalación de la Central Eólica no afectará el curso de los flujos naturales de agua.
11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas		X		Dentro de las medidas de mitigación que buscan compensar la superficie que será desprovista de vegetación natural se establecerá una reforestación de áreas degradadas al interior del SAR,

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
					la cual se realizará con especies nativas de la zona.
12	Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.		X		Las áreas a reforestar estarán asociadas a sitios donde sea evidente el deterioro ambiental dentro del SAR, donde además de fomentar la conectividad de los ecosistemas se incentivará a la recarga de los acuíferos.
13	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha		X		Si bien de acuerdo con lo mencionado en el Capítulo II será necesaria la utilización de recursos pétreos para la conformación de caminos, este material provendrá de sitios autorizados en materia de impacto ambiental que cumplan con los requerimientos necesarios para su operación.
14	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
15	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
16	Establecer programas de monitoreo ambiental.		X		Para la correcta implementación de las medidas de mitigación, se ejecutará un Programa de Vigilancia

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
					Ambiental, que estará a cargo de un Supervisor Ambiental con experiencia en el manejo e implementación de medidas de mitigación para proyectos como el que nos ocupa.
17	En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.		X		Derivado de las actividades de despalme, será almacenado el suelo fértil que se logre obtener del área del proyecto, ya que, dadas las características del suelo, en algunos sitios este recurso es escaso.
18	En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
19	Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.		X		Si bien el proyecto no se refiere al aprovechamiento de materiales pétreos, como parte de las medidas de mitigación se realizará el enriquecimiento del suelo despalmado mediante la incorporación de material vegetal triturado.
20	En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalme debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas		X		Si bien el proyecto no se refiere al aprovechamiento de materiales pétreos, como parte de las medidas de mitigación se realizará la conservación del material fértil que sea despalmado, en áreas específicas su protección.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
	conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación				
21	Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.		X		Este criterio no es aplicable al proyecto.
	APROVECHAMIENTO				
1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas		X	X	Como parte de las medidas de mitigación se desarrollarán técnicas de protección del suelo como la recuperación de la capa fértil, su resguardo y enriquecimiento con material orgánico triturado producto del desmonte, entre otras.
2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.		X	X	Se darán pláticas de concientización ambiental donde se oriente al personal que labore dentro del proyecto sobre técnicas contra incendio.
5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.		X	X	Dentro de las actividades de reforestación que considera el proyecto como medida de compensación, se utilizarán especies nativas del sitio, favoreciendo su dispersión e incrementando su probabilidad de sobrevivir ante condiciones extremas.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
6	Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo	X	X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
8	En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
10	Permitir las actividades de pesca deportiva y recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas Urbanas e industriales.		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de Instalaciones ecoturísticas.	X	X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.

Consulta al Público

CRITERIO		UGA			VINCULACIÓN
		1B	1.2C	1E	
	especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.				
16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's		X	X	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
17	No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente	X	X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
18	Permitir la extracción de arena en sitios autorizados exclusivamente para programas y proyectos de recuperación de playas. Para otros fines, deberá de contarse con la autorización de las autoridades competentes.	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
19	No se permite la construcción de espigones, espolones o estructuras que modifiquen el acarreo litoral salvo aquellas que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental	X			Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
20	No se permiten áreas de cultivo a menos de 100 m de zonas de protección y pastizales naturales.		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.
21	Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.		X		Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto.

Tabla 5. Vinculación del proyecto con los criterios y recomendaciones de manejo para las UGA 1B y 1E.
Fuente: POETY. Elaboración Propia.

Consulta al Público

III.1.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 31 de julio de 2007.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán es un instrumento de planeación jurídica basado en información técnica y científica, que

determina esquemas de regulación de la ocupación territorial que maximice el consenso entre los actores sociales y minimice el conflicto sobre el uso del suelo.

El presente instrumento tiene por objeto llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio costero del Estado de Yucatán, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento de la LGEEPA en la materia y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la misma; y 2) establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para:

a) Promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que aseguren la seguridad alimentaria de las poblaciones locales y la biodiversidad en todo el territorio;
b) Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia;
c) Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
d) Fortalecer los Sistemas Nacional y Estatal de Áreas Naturales Protegidas, la protección de los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otros instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
e) Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable;
f) Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de particulares y de las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación y otros ordenamientos aplicables.

Tomando en cuenta la regionalización propuesta por el POETCY, el proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se ubica dentro de las UGA DZD07-SEL_C3, DZD11-SEL_AP2 y la UGA DZD09-SEL_AP1, tal como se muestra en la siguiente figura.

Consulta al Público

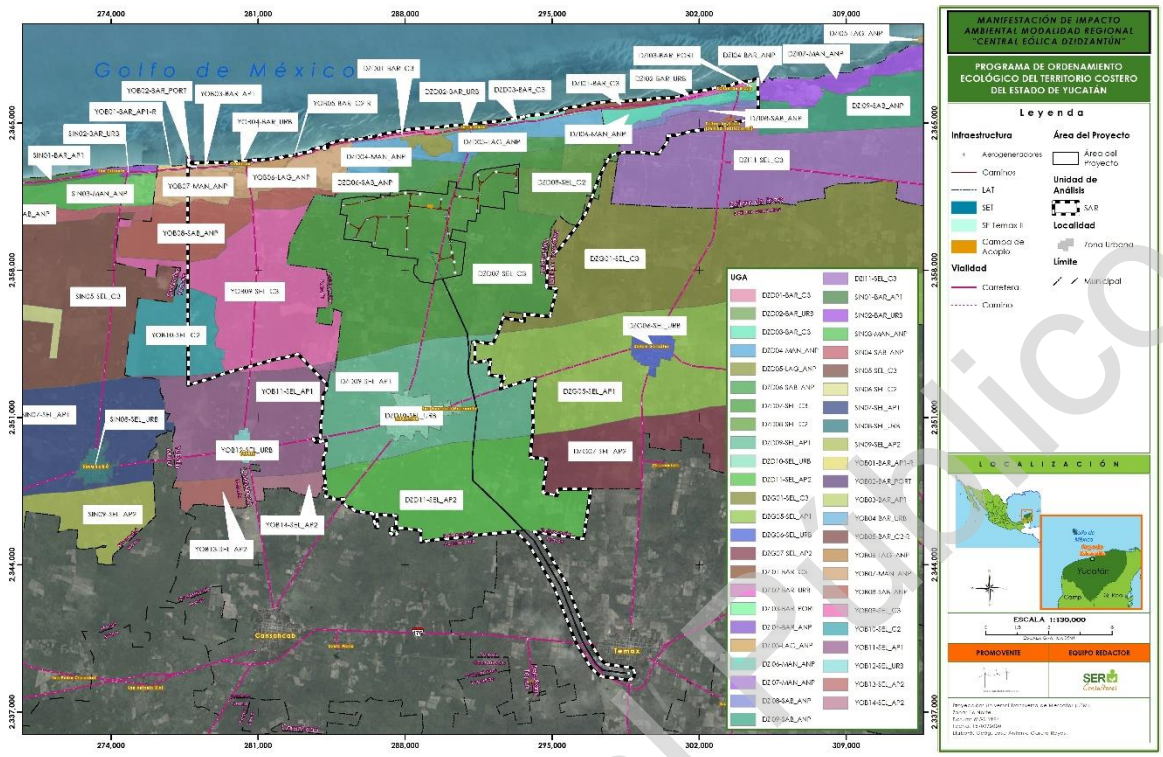


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.
Fuente: POETY. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se describen los usos de suelo actual, compatible y no compatible, así como la política ambiental de cada UGA sobre las que incide el área del proyecto.

UGA DZD07-SEL_C3		
Política Ambiental		**C3** "Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad"
Actividades y uso de suelo	**Actuales**	**2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna. **3.** Apicultura. **8.** Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). **10.** Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato). **11.** Ganadería extensiva (bovinos, ovinos)

Consulta al Público

UGA DZD07-SEL_C3		
		12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
	Compatibles	**1.** Conservación. **2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna). **3.** Apicultura. **4.** Unidades de Manejo de vida silvestre. **6.** Acuacultura artesanal. **7.** Acuacultura industrial. **8.** Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). **10.** Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato). **11.** Ganadería extensiva (bovinos, ovinos). **12.** Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos. **20.** Turismo de muy bajo impacto. **21.** Turismo alternativo. **22.** Turismo segunda residencia. **23.** Turismo tradicional de mediano impacto. **25.** Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. **28.** Aprovechamiento forestal maderable y no maderable. **29.** Industria eoloeléctrica.
	No compatibles	5. Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva. 13. Extracción artesanal de sal o artemia. 14. Extracción industrial de sal. 15. Extracción de arena. 17. Extracción industrial de piedra o sascab. 18. Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.

Consulta al Público

UGA DZD07-SEL_C3		
		19. Industria semipesada y pesada. 24. Campos de golf. 26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos. 27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
Criterios de Regulación Ecológica		5,8,11,13,25,27,28,29,35,39,40,41,45,46,52,55,57,58,61,62, 65

Tabla 6. Política. Actividades y usos de suelo de la UGA DZD07-SEL_C3
Fuente: POETCY.

UGA DZD09-SEL_AP1		
Política Ambiental		**AP1** "Aprovechamiento sustentable de baja intensidad"
Actividades y uso de suelo	**Actuales**	**2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna. **3.** Apicultura. **8.** Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). **10.** Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos. **25**. Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
	Compatibles	**1.** Conservación. **2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna). **3.** Apicultura. **4.** Unidades de Manejo de vida silvestre. **6.** Acuacultura artesanal. **7**. Acuacultura industrial. **8.** Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). **10.** Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).

Consulta al Público

UGA DZD09-SEL_AP1		
		12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos **18.** Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua. **20.** Turismo de muy bajo impacto **21.** Turismo alternativo **22.** Turismo segunda residencia **23.** Turismo tradicional de mediano impacto **25.** Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. **26.** Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos **28.** Aprovechamiento forestal maderable y no maderable. **29.** Industria eoloeléctrica.
	No compatibles	**5.** Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva. **11.** Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros. **13**. Extracción artesanal de sal o artemia. **14**. Extracción industrial de sal. **15**. Extracción de arena. **17.** Extracción industrial de piedra o sascab. **19.** Industria semipesada y pesada **24.** Campos de golf. **27.** Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
Criterios de Regulación Ecológica		6, 8, 10, 11,13 ,25, 27, 28, 29, 35, 39, 40, 41,43, 45, 46, 52, 55, 57, 58, 60,62,65

Tabla 7. Política. Actividades y usos de suelo de la DZD09-SEL_AP1
Fuente: POETCY.

UGA DZD11-SEL_AP2		
Política Ambiental		**AP2** "Aprovechamiento sustentable de intensidad media"
Actividades y uso de suelo	**Actuales**	**2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna **3.** Apicultura

Consulta al Público

UGA DZD11-SEL_AP2		
		8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos. **26**. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
	Compatibles	**1.** Conservación **2.** Aprovechamiento tradicional de flora y fauna) **3.**Apicultura **4.** Unidades de Manejo de vida silvestre **6.** Acuacultura artesanal **7**. Acuacultura industrial **8.** Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo **9.** Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales) **10.** Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato) **11**. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros. **12.** Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves). **16.** Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos **17.** Extracción industrial de piedra o sascab. **18.** Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua. **19**. Industria en general. **20.** Turismo de muy bajo impacto **21.** Turismo alternativo **22.** Turismo segunda residencia **23.** Turismo tradicional de mediano impacto **24.** Campos de golf. **25.** Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. **26.** Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Consulta al Público

UGA DZD11-SEL_AP2		
		28. Aprovechamiento forestal maderable y no maderable. **29.** Industria eoloeléctrica.
	No compatibles	**5.** Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva. **13**. Extracción artesanal de sal o artemia. **14**. Extracción industrial de sal. **15**. Extracción de arena. **27.** Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
Criterios de Regulación Ecológica		7,10,11,13,25,28,29,35,39,40,41,43,45,46,52,54,55,57,58,60,62,65

Tabla 8. Política. Actividades y usos de suelo de la DZD11-SEL_AP2

Fuente: POETCY.

En la siguiente tabla se muestra la vinculación de los Criterios de Regulación Ecológica con los objetivos del proyecto.

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
X			5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la	Dentro de los objetivos del proyecto no se encuentran la extracción de agua para abastecimiento de las necesidades del mismo, por lo tanto, este criterio no es aplicable al desarrollo de la Central Eólica.

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	
	X		6	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 5 l/s con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 15 l/s si se demuestra con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión	Dentro de los objetivos del proyecto no se encuentran la extracción de agua para abastecimiento de las necesidades del mismo, por lo tanto, este criterio no es aplicable al desarrollo de la Central Eólica.

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				Nacional del Agua, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales	
		X		Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 16 l/s con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 20 l/s si se demuestra con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	Dentro de los objetivos del proyecto no se encuentran la extracción de agua para abastecimiento de las necesidades del mismo, por lo tanto, este criterio no es aplicable al desarrollo de la Central Eólica.
X	X		8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el	El ecosistema donde será inmerso parte del proyecto corresponde a Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas	caducifolia, por lo que no aplica este criterio al desarrollo del proyecto, sin embargo, se considera la ejecución de acciones de mitigación que eviten o minimicen la ocurrencia de impactos ambientales.
	X	X	10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo, se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
X	X	X	11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	
X	X	X	13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
X	X	X	25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún", sin embargo, dentro de las acciones de mitigación se considera la implementación de un Programa de manejo de residuos, para la correcta gestión y disposición de los mismos.
	X		27	Se considera compatible con el ecosistema, la instalación de infraestructura para pernocta de turismo de bajo impacto, siempre y cuando se construya sobre pilotes de madera que permitan el flujo hidrológico y el paso de la fauna silvestre, los cuales solo podrán ser construidos con materiales biodegradables. Estos proyectos deberán considerar la inclusión de sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos, así	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				como sistemas de energía alternativa.	
X	X	X	28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas, silvopastoriles o agroforestales que permitan evitar la erosión de los suelos y mantener su fertilidad, fomentar el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo, racionalizar el uso de agua y la aplicación de agroquímicos. Se privilegian aquellas actividades que favorezcan la producción orgánica. Se recomienda la adopción de prácticas de roza, tumba y reincorpora que promueve la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La actividad porcícola no está permitida dada la vulnerabilidad del territorio a la contaminación y a la falta de suelos adecuados para tal fin. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad forestal deberá someterse a evaluación de impacto ambiental y contar con programa de manejo autorizado.	Si bien este criterio no es aplicable con la naturaleza del proyecto, es necesario mencionar que se realizarán prácticas de enriquecimiento de suelo producto del despalme con material vegetal producto del desmonte, con lo que se incrementará su fertilidad.

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
X	X		29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
X	X	X	35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
X	X	X	39	La construcción de nuevos caminos, así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de	La construcción y operación de la Central Eólica requerirá de la adecuación y apertura de caminos que no incidirán sobre zonas inundables en ninguno de sus tramos.

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua.	
X	X	X	40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán	Como parte de las actividades de la Central Eólica, no se considera el uso de fuego en ninguna de sus actividades de preparación del sitio, construcción u operación y mantenimiento.
X	X	X	41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
		X	43	Esta zona se considera apta para el pastoreo abierto de bovinos y ovinos sobre la vegetación natural; actividades turísticas de	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				bajo impacto y la extracción artesanal de piedra superficial, sin introducir maquinaría de perforación para evitar afectación al acuitardo (capa impermeable que confina y somete a presión al acuífero). Se restringen la ganadería extensiva en potreros con pastizales inducidos, la agricultura y la acuacultura. En el caso de las áreas naturales protegidas, este criterio se aplicará de acuerdo con lo establecido en los programas de manejo. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	
	X	X	45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				genéticamente modificados (transgénicos).	
X	X	X	46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo proyectado de aprovechamiento. En el caso de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
X	X	X	52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	
		X	54	En la práctica de actividades acuáticas en los manantiales o cenotes, solo podrán usarse bloqueadores, bronceadores y repelentes de origen natural.	Este criterio no es aplicable al desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
X	X	X	55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	Las aguas residuales producto de los sanitarios portátiles utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción serán tratadas por una empresa autorizada para su manejo y disposición final, por lo que no se generarán ningún tipo de descargas de aguas residuales al medio.
X	X	X	57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	
X	X	X	58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
	X	X	60	Se recomienda que las autoridades correspondientes antes de otorgar las autorizaciones para la construcción de rellenos sanitarios y estaciones de transferencia sometan a minuciosa valoración los resultados de estudios hidrológicos, de mecánica de suelos y geofísicos	Este criterio no se relaciona con los objetivos de la "Central Eólica Dzidzantún".
X			61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	Los residuos generados en las distintas etapas del proyecto serán puestos a cargo de una empresa autorizada para su manejo y disposición final, con lo cual se garantiza un manejo adecuado de cada tipo de residuo.
X	X	X	62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de	Los residuos generados en las distintas etapas del

Consulta al Público

UGA			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
DZD07-SEL_C3	DZD09-SEL_AP1	DZD11-SEL_AP2	CRITERIO		VINCULACIÓN
				residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100 m.	proyecto serán puestos a cargo de una empresa autorizada para su manejo y disposición final, con lo cual se garantiza un manejo adecuado de cada tipo de residuo.
X	X	X	65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnia, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.	Para el desarrollo de este proyecto, el Promovente ha realizado los estudios requeridos por este criterio ecológico, con la finalidad de alinearse con esta disposición y además de reducir al mínimo los efectos negativos que pudiera ocasionar la implementación del proyecto sobre los distintos componentes ambientales físicos y biológicos sobre los que incidirá durante toda la vida útil.

Tabla 9. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica del POETCY.
Fuente: POETCY. Elaboración Propia.

Consulta al Público

III.1.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

Tomando en cuenta lo anterior, se han delimitado las UGA que definen los lineamientos ecológicos, las estrategias y acciones necesarias para conservar los atributos naturales o bien para resolver de manera ordenada alguna de las problemáticas identificadas.

En lo que respecta al proyecto "Central Eólica Dzidzantún", se tiene que este incide directamente sobre las UGA 113 y 117, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Consulta al Público

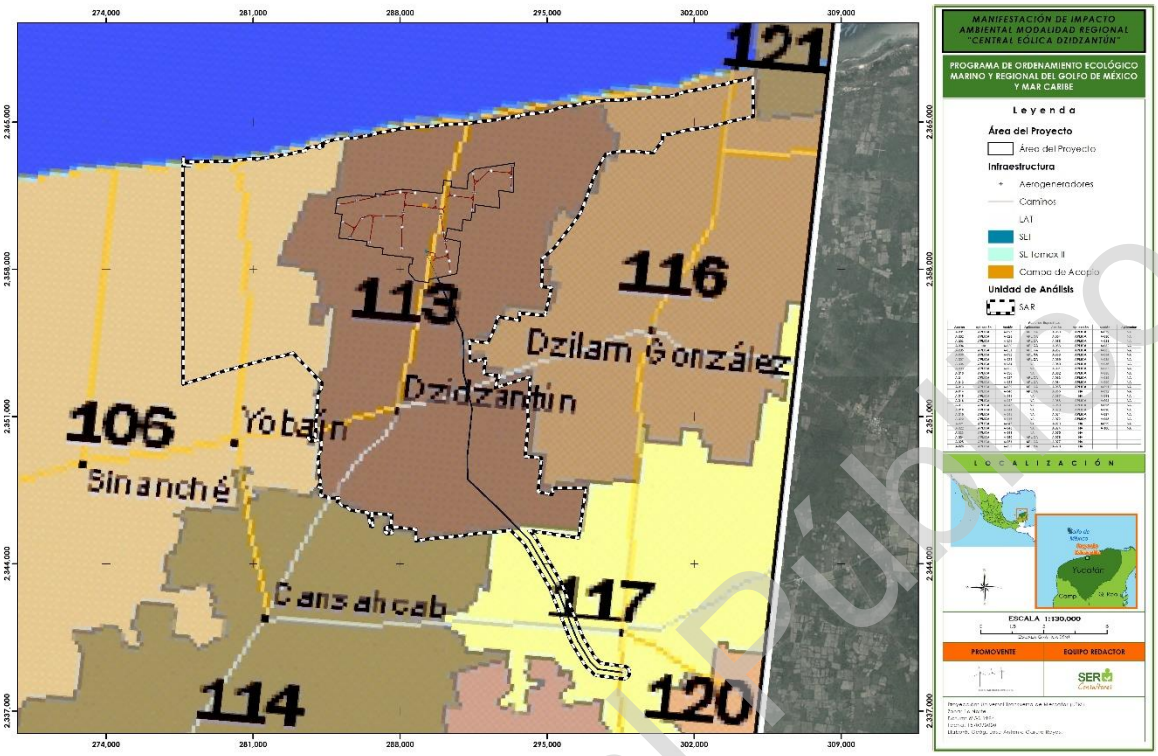


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
Fuente: POEMyRGMyMC. Elaboración propia.

En las siguientes tablas se mencionan las características que definen a las UGA 113 y 117.

UGA 113	
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Dzidzantún
Municipio	Dzidzantún
Estado	Yucatán
Población	8,167 habitantes
Superficie	21,160.13 ha
Subregión	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán.
A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa.	

Tabla 10. Características distintivas de la UGA 113.
Fuente: POEMyRGMyMC. Elaboración Propia.

Consulta al público

UGA 117	
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Temax
Municipio	Temax
Estado	Yucatán
Población	6,764 habitantes
Superficie	32,952.650 ha
A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa.	

Tabla 11. Características distintivas de la UGA 117.
Fuente: POEMyRGMyMC. Elaboración Propia.

Dado que para las UGA 113 y 117 aplican las Acciones Generales contenidas en el Anexo 4 del Programa de Ordenamiento, y que éstas regulan como su nombre lo indica de manera "general" las acciones que se desarrollan dentro de sus límites, en la siguiente tabla se retoman aquellas Acciones Generales que podrían tener relación con el desarrollo del proyecto Central Eólica Dizdzantún.

Acciones Generales		Vinculación
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Todas las actividades relacionadas con el cambio de uso de suelo forestal y aquellas que impliquen el manejo de especies silvestres de flora y fauna estarán reguladas por un Programa de Rescate y Reubicación (flora y fauna), así como por un Plan de Vigilancia Ambiental que en conjunto servirán como instrumentos de protección para las especies que resulten vulnerables a la implementación del proyecto.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero	Por la naturaleza del proyecto, la generación de gases de efecto invernadero estará asociada a la etapa de preparación del sitio y construcción

Consulta al Público

Acciones Generales		Vinculación
		principalmente, donde las emisiones provendrán de los vehículos y maquinaria que se utilice para el desarrollo de las distintas actividades propias de estas etapas. Además de considerar que con la implementación del proyecto se evitará la generación de GEI asociada a la producción de 130.2 MW de energía eléctrica que de manera común se producirían mediante combustibles fósiles.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas	Toda las acciones que se realicen para la mitigación de los impactos asociados a la implementación del proyecto sobre la flora, se realizarán tomando en cuenta la biología de las especies, así como su presencia en el sitio, con la finalidad de no provocar desequilibrios en el ecosistema.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como parte de las medidas de mitigación establecidas para este proyecto, se pretende la reforestación de áreas degradadas, así como el resguardo del suelo fértil y enriquecimiento del mismo para reincorporarlo al medio, con la finalidad de conservar estos recursos.
G028	Promover el uso de energías renovables	El proyecto pretende la generación de 130.2 MW de energía eléctrica producida mediante el aprovechamiento del recurso eólico disponible en el sitio.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Con la implementación del proyecto se espera acrecentar el desarrollo académico en la región, dado que este tipo de proyectos representan una fuente de trabajo importante a nivel profesional.

Consulta al Público

Acciones Generales		Vinculación
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Como parte de las actividades de concientización ambiental a los trabajadores se darán orientaciones que les permita hacer un manejo adecuado de los residuos que se generen durante las distintas etapas del proyecto; además se implementarán estrategias con esta misma finalidad dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos.
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.	Dado que para la implementación del proyecto será necesaria la remoción de vegetación forestal de tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia, el Promovente se apegará a lo dispuesto dentro de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla 12. Vinculación de las Acciones Generales de las UGA 113 y 117 con el Proyecto.
Fuente: POEMyRGMyMC. Elaboración Propia.

En la siguiente tabla se realiza la vinculación correspondiente a las Acciones Específicas del Programa de Ordenamiento con los objetivos del proyecto.

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo	X	X	Como parte de las acciones de mitigación se resguardará y

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	de actividades agropecuarias y forestales			enriquecerá el suelo fértil que resulte del despalme.
A004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para	X	X	El programa de reforestación que será implementado como parte de las medidas de mitigación tendrá como objetivo recuperar

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	revertir el avance de la frontera agropecuaria.			de manera paulatina áreas degradadas que puedan funcionar como refugio para la fauna nativa y con ello recuperar las interacciones naturales en el sitio.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	X	X	Tal como se ha mencionado mediante la implementación del programa de reforestación de áreas degradadas, se pretende

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
				recuperar de manera paulatina estos sitios a fin de conseguir su reincorporación al medio natural y por ende que sean funcionales para la flora y la fauna nativa.
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).	X	X	Con la ejecución de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, se busca proteger a aquellas especies que de manera natural se distribuyen actualmente dentro del área del proyecto, en especial aquellas que resulten vulnerables a la implementación del mismo, dentro de estos programas se definirán las acciones específicas para proteger aquellas especies con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	X	X	El Promovente se apegará a lo dispuesto en la legislación aplicable en materia de residuos, de carácter federal, estatal y municipal.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en	X	X	El Promovente y sus contratistas se apegarán a lo dispuesto en la legislación aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, así

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	las zonas industriales y urbanas del ASO.			como en la protección de suelo y agua.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	X	X	El Promovente se apegará en todo momento a lo dispuesto en la legislación aplicable en caso de que ocurriese un evento que implique la necesidad de remediación *in situ*.
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.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	X	X	La implementación del proyecto será una fuente de producción de energía limpia, con lo cual se fomentará su disponibilidad, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero que de manera convencional se generarían con el uso de recursos fósiles.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	X	X	El desarrollo del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" está basado en estudios que indican que la disponibilidad del recurso eólico es buena por lo cual podrá ser utilizada para la producción de energía eléctrica, de igual modo, el Promovente ha realizado estudios previos para identificar las posibles afectaciones sobre la fauna, de manera específica sobre las aves y los quirópteros que se distribuyen en la zona.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	X		Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.			
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.			
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	X	X	El proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos que funcionará como guía para la disposición adecuada de los mismos en todas las etapas del desarrollo del mismo.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	X	X	El proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos que funcionará como guía para la disposición adecuada de los mismos en todas las etapas del desarrollo del mismo.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	X	X	El proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos que funcionará como guía para la disposición adecuada de los mismos en todas las etapas del desarrollo del mismo.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	X		Como parte de las acciones del proyecto se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores, donde se les impartirán temas relacionados con el manejo adecuado de los residuos que se produzcan como parte del proyecto en sus distintas etapas.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Consulta al Público

Acciones específicas		UGA		Vinculación
		113	117	
	fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.			
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	X	X	Esta acción no tiene relación con el desarrollo del proyecto en ninguna de sus etapas.

Tabla 13. Vinculación de las Acciones Específicas de las UGA 113 y 117 con el Proyecto.
Fuente: POEMyRGMyMC. Elaboración Propia.

Conclusión

Una vez analizados los tres Ordenamientos Ecológicos del Territorio sobre los que inciden los límites de la "Central Eólica Dzidzantún", es evidente la compatibilidad existente entre la naturaleza y los objetivos que se persiguen con los criterios de regulación ecológica, los usos compatibles y las políticas ambientales definidos. Dicha compatibilidad radica en que el desarrollo del proyecto integra entre sus actividades la implementación de estrategias que minimicen el impacto ambiental que pudiera derivarse de la ejecución de las mismas, con lo cual se puede garantizar que la construcción y operación del proyecto se realizará de manera tal que no se provoquen afectaciones al medio que a su vez generen un desequilibrio ecológico.

III.1.2. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas

Tomando como referencia la delimitación del área de proyecto, se realizó un análisis cartográfico respecto a la regionalización propuesta por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para identificar el grado de incidencia de las Áreas Naturales Protegidas decretadas a nivel Federal, Estatal y Municipal sobre este. Derivado de este análisis se identificó que el área del proyecto colinda con la ANP Estatal

Consulta al Público

denominada Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, tal como se muestra en el siguiente mapa.

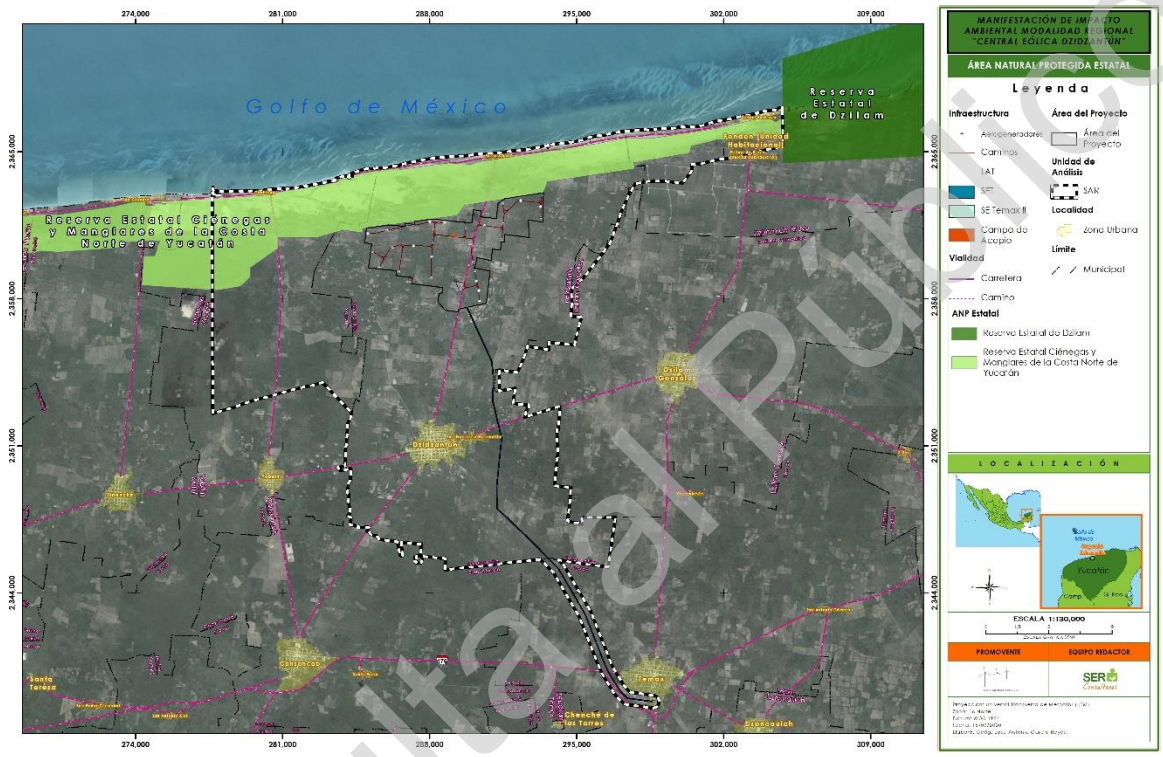


Figura 5. Ubicación del ANP Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Fuente: CONANP; Elaboración propia.

Esta ANP Estatal fue decretada el 19 de marzo de 2010 en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, esta reserva se ubica entre los municipios de Hunucmá, Ucú, Progreso, Ixil, Motul, Dzemul, Telchac, Sinanché, Yobaín, Dzidzantún y Dzilám de Bravo, en el Estado de Yucatán, con una superficie de 54,776.72 hectáreas.

Se considera un sitio prioritario para la conservación de ecosistemas, albergando una diversidad significativa de flora y fauna, así como por poseer asociaciones vegetales que son hábitat, y proveen refugio y alimento a un gran número de especies. Posee selva baja caducifolia, selva baja inundable, vegetación secundaria, duna costera, Petenes y Pastizales y cuatro especies de mangle. Esta gran variedad de ambientes bajo permite la

Consulta al Público

presencia de un número importante de especies, y caracteriza el área como un refugio importante[1].

Vinculación con el proyecto:

Es importante señalar que el área del proyecto no se encuentra inmersa dentro del ANP-E por lo que la implementación de la Central Eólica no se vincula con las políticas de aprovechamiento y desarrollo sustentable planteadas dentro del Programa de Manejo de esta área natural, sin embargo como parte de las medidas de mitigación que serán implementadas por el proyecto durante sus distintas etapas, se desarrollarán estrategias que garanticen la protección de la biodiversidad del sitio, así como un adecuado manejo de los recursos naturales sobre los que el proyecto tendrá influencia.

Con lo anterior se espera que la cercanía del proyecto con el ANP no represente un problema para la conservación de los ecosistemas que resguarda esta área natural.

III.1.2.1. Áreas de importancia para la conservación

Para conocer el grado de incidencia del proyecto sobre aquellas áreas con características particulares que las hacen hábitat o refugio de especies en riesgo o bien que albergan ecosistemas específicos que necesitan protección, se considera como punto de partida la regionalización propuesta por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la cual divide al territorio nacional en áreas con características comunes que permite la planeación ambiental para un manejo adecuado de los recursos basándose en ámbitos terrestres (regiones terrestres prioritarias), marinas (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias).

III.1.2.1.1. Región Terrestre Prioritaria

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene 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.

[1] Tomado de https://sds.yucatan.gob.mx/areas-naturales/cienagas_manglares.php, consultado el 21 de agosto de 2020.

Consulta al Público

Como resultado del análisis realizado se tiene que parte del área del proyecto incide sobre la Región Terrestre Prioritaria RTP-146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam. Esta RTP comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar. Dentro de esta RTP se incluyen dos ANP: Isla Holbox y Ría Lagartos.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de la RTP respecto al proyecto.

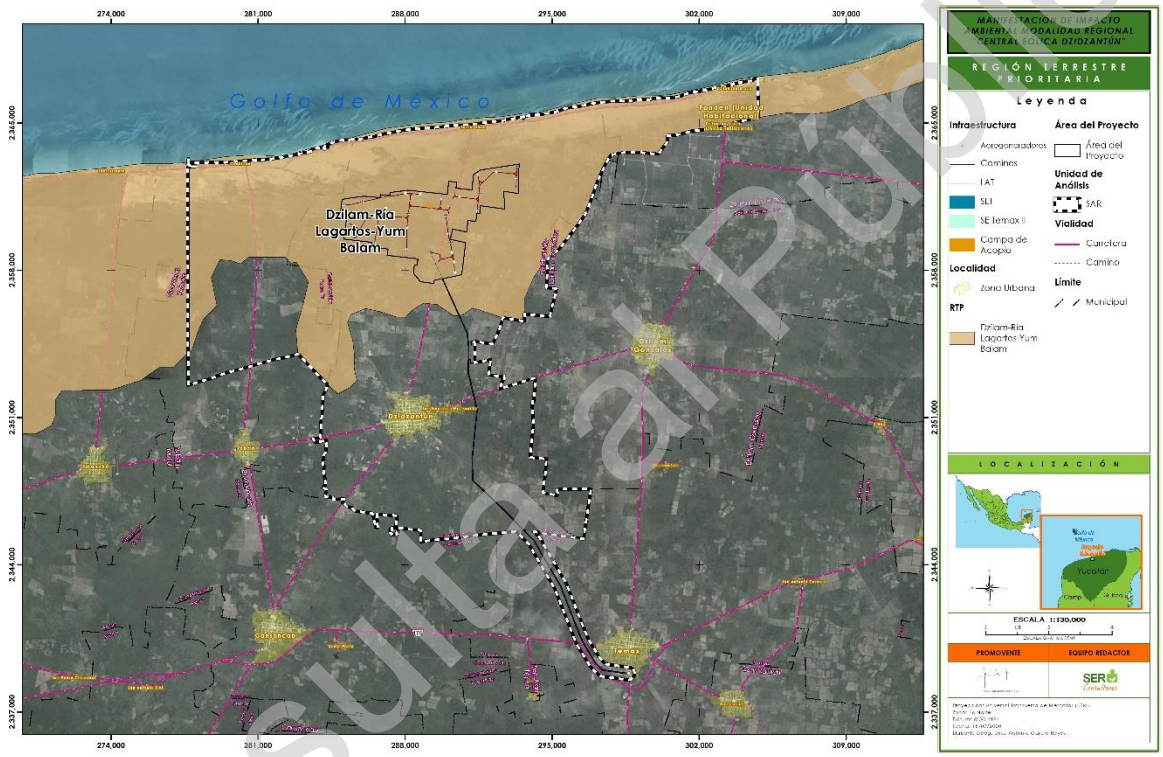


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RTP-146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam
Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

Vinculación con el proyecto

Si bien parte del proyecto incide sobre la RTP-46 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, la construcción y operación del proyecto no se encuentra regulada por ningún plan de manejo asociado a esta Región, sin embargo, todas las actividades asociadas al desarrollo del proyecto en sus distintas etapas estarán encaminadas a generar el menor impacto posible en el ambiente, de tal modo que la inserción del proyecto no represente un cambio negativo en el sitio.

Consulta al Público

III.1.2.1.2. Región Hidrológica Prioritaria

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

De acuerdo con esta regionalización, el área del proyecto se ubica en su totalidad dentro de la RHP-102 Anillo de Cenotes.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto respecto a la RHP-102 Anillo de cenotes.

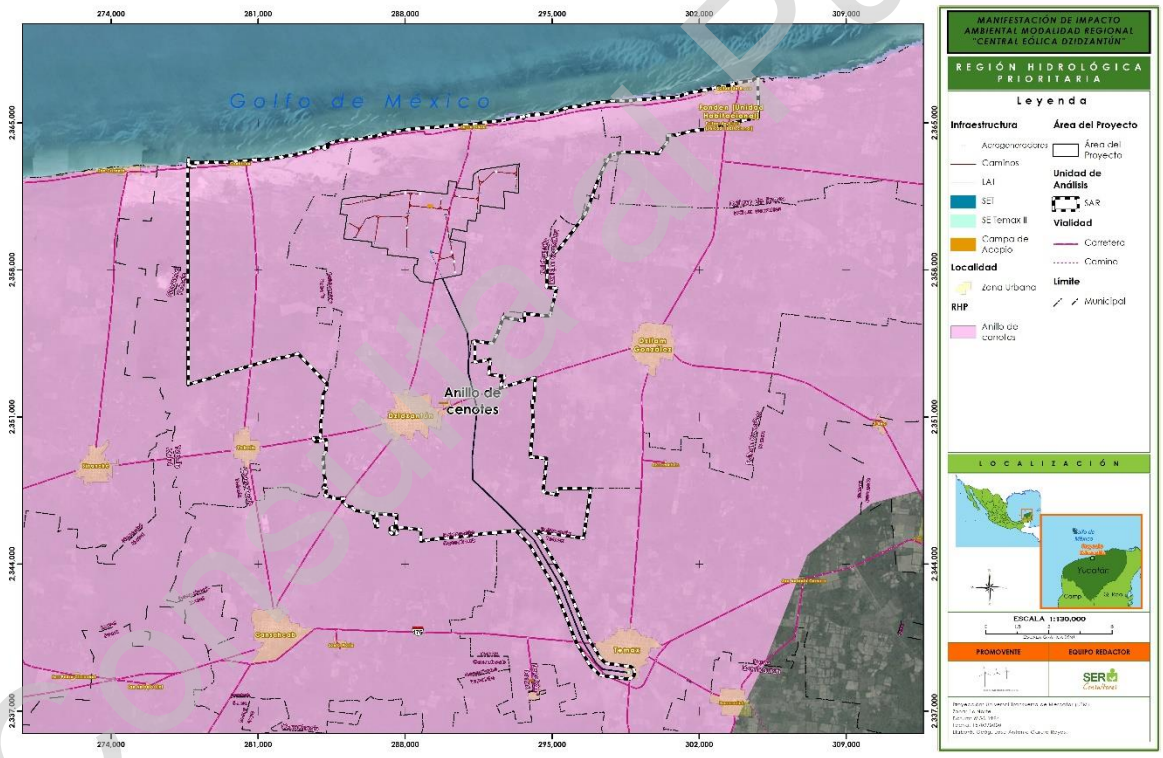


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RHP-102 Anillo de cenotes.
Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

Recursos hídricos principales de la RHP

- Lénticos: cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes.

Consulta al Público

- Lóticos: ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (Anillo de cenotes).
- Limnología básica: agua dulce sobre agua salada a 40 m de profundidad.

Vinculación del proyecto:

La instalación de la "Central Eólica Dzidzantún" dentro de la REH-102 Anillo de Cenotes no se encuentra regulada por ningún programa o plan de manejo que limite el desarrollo de proyectos como el que nos ocupa analizar dentro de este estudio; sin embargo es importante destacar la relevancia que tiene el sitio en materia de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante situaciones de riesgo, es por ello que como parte de la implementación del proyecto se tendrán estrictas medidas de mitigación que garanticen la protección de los recursos hídricos del sitio.

Además de las medidas de mitigación consideradas como parte del desarrollo del proyecto, se han realizado estudios específicos que han definido las características hidrológicas del sitio de tal modo que los procesos constructivos del proyecto no tendrán afectaciones sobre estas.

III.1.2.1.3. Regiones Marinas Prioritarias

Las Regiones Marinas Prioritarias son áreas consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, derivado de un análisis a nivel nacional, se identificaron 110 regiones marinas 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. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

De acuerdo a la distribución de las Regiones Marinas Prioritarias, se tiene que el área considerada para la implementación de la "Central Eólica Dzidzantún" se ubica en su totalidad dentro de la RMP-61 Sisal-Dzilám, tal como se muestra en el siguiente mapa.

Consulta al Público

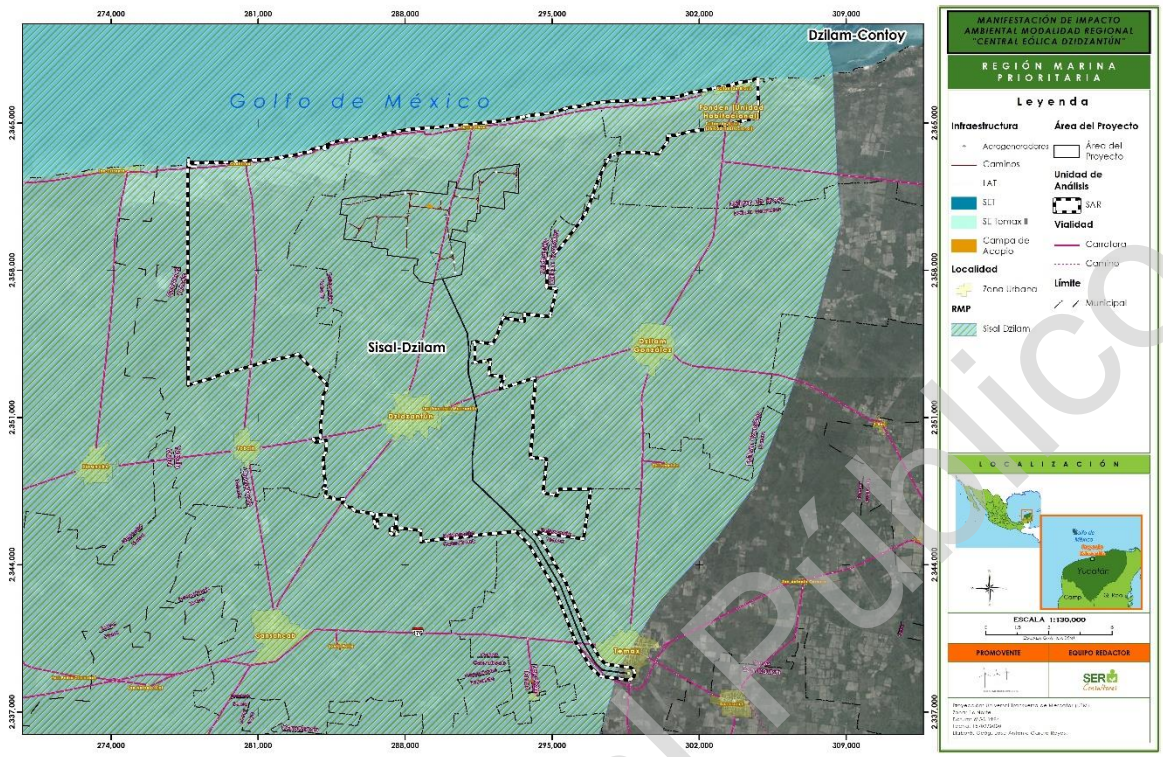


Figura 8. Ubicación el proyecto respecto a la RMP- 61 Sisal-Dzilám.
Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

Las principales características de esta RMP son:

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias (fondos calcáreos).

Descripción: zona costera con dunas, petenes.

Oceanografía: surgencias pequeñas pero permanentes. Oleaje medio. Hay enriquecimiento de nutrientes, turbulencia.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, vegetación costera. Hay endemismo de plantas fanerógamas, peces y moluscos (*Melongena* spp). Es zona de anidación de aves, de alimentación para tortugas (caguama *Caretta caretta*) y manatí, de crianza, refugio y reproducción para peces (*Rachycentron canadus, Lutjanus campechanus*), cocodrilos y cacerolita.

Consulta al Público

Vinculación con el proyecto:

Dado que todas las infraestructuras que conforman la "Central Eólica Dzidzantún" se ubican dentro de la RMP-61 Sisal-Dzilam, la implementación del proyecto se realizará de la mano de un Plan de Vigilancia Ambiental, que servirá como un instrumento para la ejecución correcta y adecuada de las medidas de mitigación que se establezcan dentro de este estudio, así como las que la autoridad considere necesarias; en este sentido se garantizará la protección de los recursos naturales presentes en el sitio del proyecto.

Lo anterior obedece a que la RMP no cuenta con lineamientos o planes de manejo que regulen o limiten las actividades que se desarrollan en su interior, por lo cual el Promovente tiene a bien ejecutar todas las acciones necesarias para la protección de los ecosistemas donde será inmerso el proyecto.

III.1.2.1.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio de 1996, en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

De acuerdo con la regionalización propuesta, se tiene que parte del proyecto incide sobre el AICA-185 Reserva Estatal de Dzilám, específicamente el parque (en su totalidad) y parte de la LAT.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto respecto al AICA.185 Reserva Estatal de Dzilám.

Consulta al Público

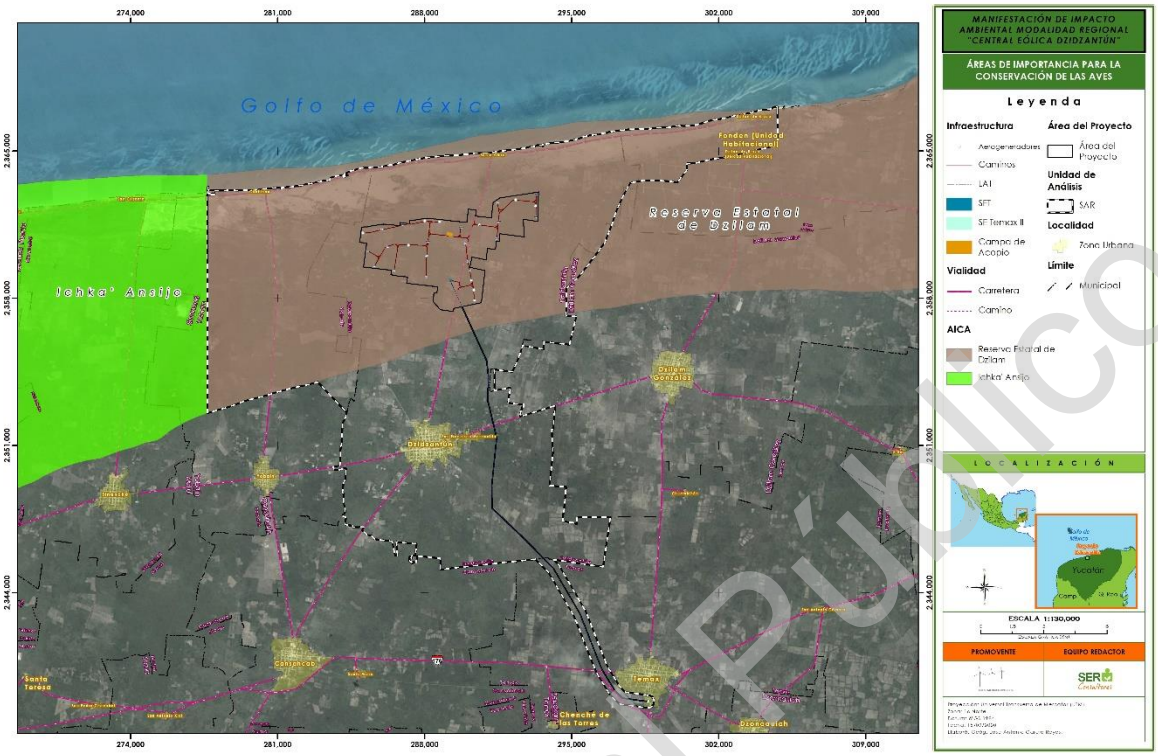


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto al AICA-185 Reserva Estadal de Dzilám.
Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

De acuerdo con la CONABIO el AICA-185 Reserva Estatal de Dzilám forma parte del área de distribución de al menos 268 especies, esta área fue clasificada de la siguiente manera:

Categoría 1999

G-2. El sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida (menor a 50 000 km^2).

Categoría BirdLife

A1. Especies en riesgo UICN.

A2 Sitio con especies de aves endémicas (EBA).

A4i Sitios que tienen congregaciones de especies acuáticas.

Consulta al Público

Vinculación con el proyecto:

La "Central Eólica Dzidzantún" es un proyecto que busca la producción de 130.2 MW de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso eólico disponible en la Península de Yucatán, para lo cual instalará un total de 28 aerogeneradores así como infraestructura adicional como una Línea de Alta Tensión de 23.56 km que va desde la Central Eólica hasta la Subestación TEMAX II.

Teniendo en cuenta el tipo de infraestructuras que conformarán el proyecto así como el funcionamiento que deberán tener para lograr los objetivos planteados es evidente el impacto que tendrá el proyecto sobre las poblaciones de aves que se distribuyen de manera natural en la región.

Con la finalidad de evaluar adecuadamente el efecto que el proyecto tendrá sobre las especies de aves, el Promovente ha realizado un estudio anual de fauna que permitirá reconocer cuales especies podrían resultar impactadas por el funcionamiento de los aerogeneradores y la LAT previo al establecimiento de estos. Sin embargo, el impacto real que estas estructuras tendrán sobre la avifauna no podrá ser cuantificado hasta la etapa de operación del proyecto, ya que es aquí donde las interacciones entre las aves y el proyecto será relevante.

Ahora bien, es importante señalar que jurídicamente las AICA´s no cuentan con programas o planes de manejo que regulen el tipo de actividad que se desarrolla en la región, sino que sólo son la manera de regionalizar territorios importantes para las aves y en materia de recursos, hábitat, alimentación, rutas migratorias etc. Bajo esta consideración, deberán de implementarse todas las acciones pertinentes para mitigar los impactos potenciales sobre este grupo de manera diferenciada dentro de cada etapa de ejecución del proyecto.

III.1.2.1.5. Sitios RAMSAR

Los sitios RAMSAR son Humedales de importancia internacional, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

Consulta al Público

En México la Convención entró en vigor el 4 de noviembre de 1986, y actualmente cuenta con 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (Sitios RAMSAR), lo que representa una superficie de 8,657,057 hectáreas.

En lo que respecta al proyecto, este **NO INCIDE** sobre ningún sitio RAMSAR, y los más cercanos se ubican aproximadamente a 11 km.

Los sitios RAMSAR más cercanos al proyecto son Dzilam Reserva Estatal y Anillo de Cenotes. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto respecto a los sitios RAMSAR más cercanos.

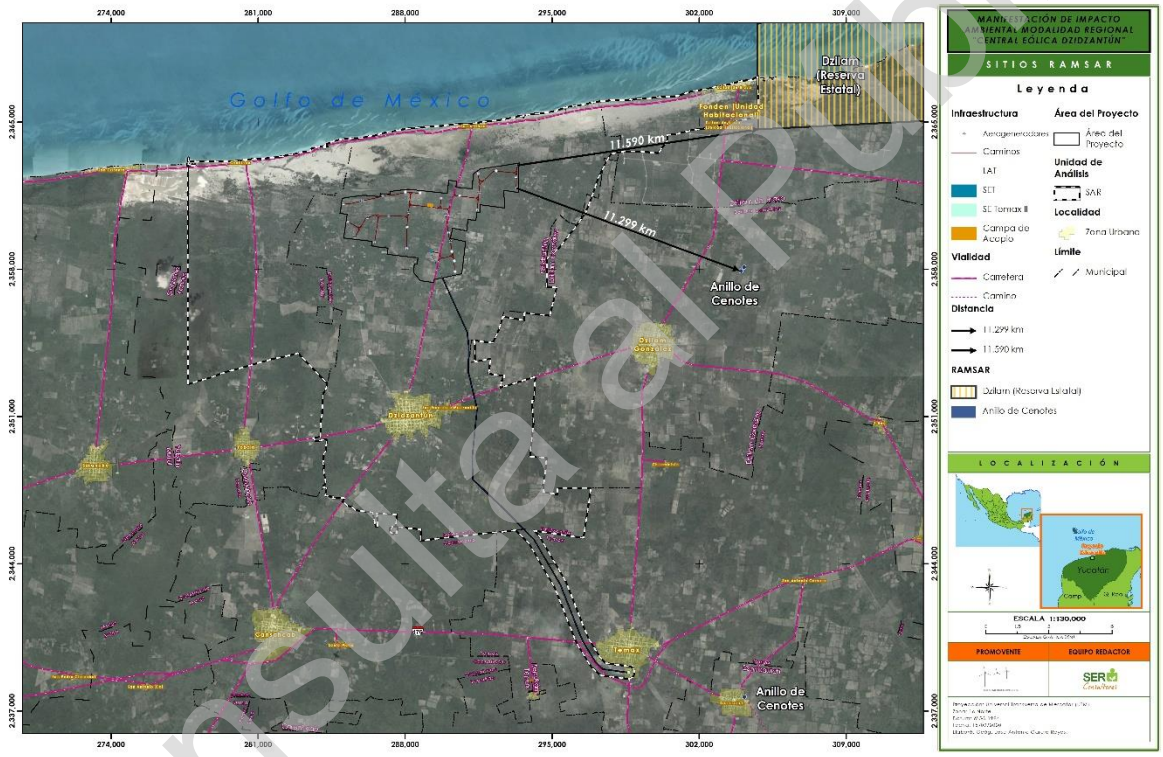


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios RAMSAR más cercanos.
Fuente: Sitios RAMSAR. Elaboración propia.

Consulta al Público

III.1.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano

III.1.3.1. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 20 de marzo de 2019.

El Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024, es el instrumento de política pública sobre el que está planificado el desarrollo del Estado de Yucatán durante el periodo señalado, es una herramienta del Gobierno del Estado que le permitirá direccionar el desarrollo sostenible del estado, para lo cual propone 4 ejes principales, 86 objetivos, 186 estrategias y 897 líneas de acción. Los ejes principales del PED son:

- Eje 1. Yucatán con economía inclusiva.
- Eje 2. Yucatán con calidad de vida y bienestar social.
- Eje 3. Yucatán cultural con identidad para el desarrollo.
- Eje 4. Yucatán verde y sustentable.

El Plan Estatal de Desarrollo, dentro de su Eje 4. Yucatán verde y sustentable, se establecen siete políticas públicas enfocadas en atender problemáticas identificadas, a fin de potencializar las fortalezas y aprovechar las áreas de oportunidad, las políticas a las que se refiere son:

1. Conservación de recursos naturales.
2. Acción por el clima.
3. Agua limpia y saneamiento.
4. Manejo integral de residuos.
5. Energía asequible y no contaminante.
6. Vida submarina y ecosistemas terrestres.
7. Movilidad sustentable.

En este caso en la política 5. Energía asequible y no contaminante el diagnóstico estatal en materia de aprovechamiento de energías limpias en la generación de electricidad es el siguiente:

De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Limpias 2016, Yucatán generó 15.6 gigawatts por hora anuales (GWh/a) considerando como fuente de aprovechamiento la cogeneración eficiente por combustión interna, por lo que se ubicó en el lugar 19 a nivel nacional con mayor aprovechamiento de energías limpias en la generación de electricidad, por debajo del promedio nacional de 881 GWh/a. Asimismo, presentó una

Consulta al Público

capacidad instalada para desarrollar 13.1 megawatts por hora (MWh), cifra menor al promedio nacional de 216,7 MWh.

De acuerdo con los datos de la Semarnat (2017), se muestra que Yucatán tiene un potencial probado de 4,728.4 (GWh/a), cantidad que colocó al estado con un potencial alto y lo posiciona en el octavo lugar nacional, por encima del promedio nacional de 2,890.8 (GWh/a); esta generación se basó en energía eólica principalmente y de manera secundaria por cogeneración eficiente.

Tomando en cuenta lo anterior, los objetivos y estrategias que se relacionan con el aprovechamiento de energías limpias son:

Objetivo 4.5.1. Incrementar la generación de energía no contaminante en Yucatán

Estrategia 4.5.1.1. Impulsar el desarrollo tecnológico de energías limpias.

Líneas de acción

4.5.1.1.1. Promover proyectos en el sector empresarial que contribuyan al desarrollo tecnológico de energías limpias.

Estrategia 4.5.1.2. Impulsar la generación de energía de fuentes renovables y la eficiencia energética compatible con el entorno social y ambiental.

Líneas de acción

4.5.1.2.1. Promover proyectos de energías renovables en los ámbitos industrial y residencial.

4.5.1.2.4. Promover la generación y gestión de energía distribuida y autónoma a través de fuentes renovables.

Objetivo 4.5.2. Mejorar el acceso a energías limpias en el estado.

Estrategia 4.5.2.1. Fomentar la generación de energías limpias.

Líneas de acción

4.5.2.1.2. Promover la operación de proyectos de inversión privada de energías no contaminantes.

Consulta al Público

Vinculación con el proyecto:

Si bien es reconocido dentro del PDE el potencial energético del estado de Yucatán en materia de fuentes renovables como la eólica y la solar, también es reconocido en este documento el bajo aprovechamiento que actualmente se tiene de ellas; es por ello que la construcción y operación de la "Central Eólica Dzidzantún" se alinea con los ejes, objetivos, estrategias y líneas de acción propuestas en el Plan, dado que su objetivo es producir un total de 130.2 MW de energía eléctrica a partir de la fuerza del viento, con lo cual ayudará a incrementar la producción energética del Estado y en particular a incrementar la producción de esta por medio del aprovechamiento del recurso eólico disponible.

III.1.4. Ordenamientos jurídicos aplicables

III.1.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de mayo de 2020.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la carta magna considerada como el eje central de la vida jurídica que rige en la actualidad al País. Es el marco político y legal mediante el cual se organiza y relaciona el gobierno federal con los diferentes Estados del País y a su vez con la población en general.

Dentro de la CPEUM se menciona que es competencia del Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, a partir de la organización de un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación tal como lo establece dentro de su Artículo 26, dando como resultado la publicación del Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, que funge como instrumento de planeación, instrumentación y control del desarrollo del país.

Así mismo se enuncia la facultad de los Municipios en términos de las Leyes federales y Estatales relativas para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como, participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar alineados con los planes generales de la materia, específicamente con los Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial aplicables; tal como se menciona en el Artículo 115 fracción V incisos a y c.

Consulta al Público

Dentro del apartado que habla sobre los derechos humanos y sus garantías, específicamente el Artículo 4 establece lo siguiente: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley". Lo anterior sirve de base para el establecimiento de instrumentos que regulen el impacto ambiental derivado de actividades que pongan en riesgo parcial o total, los factores que lo integren y que del mismo modo sirva como referencia para instaurar los lineamientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En concordancia con lo anterior, la implementación del proyecto está vinculado de manera directa con el desarrollo energético del país, ya que a partir del aprovechamiento de los recursos naturales renovables disponibles en el territorio nacional (viento) podrá proveer de energía eléctrica limpia a distintos sectores de la población, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y su efecto sobre el cambio climático global, garantizado con ello un medio ambiente más sano.

III.1.4.2. Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 (PND) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019.

Es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. Se articula en tres ejes principales:

I. Política y Gobierno.
II. Política Social.
III. Economía.

A su vez, el Plan Nacional de Desarrollo propone doce principios rectores:

1. Honradez y honestidad;
2. No al gobierno rico con pueblo pobre;
3. Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie;
4. Economía para el bienestar;
5. El mercado no sustituye al Estado;
6. Por el bien de todos, primero los pobres;
7. No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera;
8. No puede haber paz sin justicia;
9. El respeto al derecho ajeno es la paz;

Consulta al Público

10. No más migración por hambre o por violencia;
11. Democracia significa el poder del pueblo;
12. Ética, libertad, confianza.

En materia de energía, dentro del PND se plantean como objetivos el "Rescate del sector energético", a partir del impulso que se brinde desde el Gobierno Federal a Petróleos Mexicanos (Pemex) y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que desarrollan actividades estratégicas en esta materia, para que sean la palanca del desarrollo nacional, de manera tal que estimulen la competitividad, el fomento del crecimiento económico y del empleo.

Este objetivo prioritario está alineado al principio rector "Economía para el bienestar" del PND, ya que busca impulsar la eficiencia y sustentabilidad en las actividades del sector energético para lograr una transición hacia fuentes con participación significativa de energías renovables que beneficie a la población.

En este sentido, los principios de la nueva política energética que se encuentran alineados al Plan Nacional de Desarrollo (PND) propuestos por el Ejecutivo y que guían a la nueva Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, son:

[…]

- *Aumentar la generación de energía eléctrica con energías limpias y renovables, y cumplir con los compromisos en relación con el cambio climático y reducción de emisiones, cuidando el adecuado balance energético para la eficiente distribución y despacho.*
- *Garantizar el acceso al servicio eléctrico universal, eficiente, de calidad, y confiable a todos los mexicanos.*
- *Uso racional y sostenible de todos los recursos energéticos y tecnologías disponibles para el desarrollo nacional.*

[…]

Vinculación con el proyecto:

Sin duda la ubicación geográfica del territorio mexicano es un factor determinante en el potencial energético derivado de fuentes naturales como el aire y el sol, es por ello que su aprovechamiento resulta crucial al momento de planificar estrategias de crecimiento en este sector. En este sentido, el desarrollo de la "Central Eólica Dzidzantún" impulsará el crecimiento del sector energético y a su vez contribuirá con las metas propuestas a nivel

Consulta al Público

nacional e internacional en materia de generación de energía limpia y cambio climático, garantizando con ello la disponibilidad de energía eléctrica para la población con costos ambientales más sustentables.

De acuerdo a lo anterior, la implementación del proyecto se alinea con los objetivos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, sumando desarrollo energético para la nación.

III.1.4.3. Programa Sectorial de Energía (PROSENER) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de julio de 2020.

Es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las Empresas Productivas del Estado, los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados.

Además, el PROSENER es el instrumento rector de los Programas Institucionales de las entidades paraestatales sectorizadas así como para alinear la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios.

El PROSENER se compone de seis Objetivos Prioritarios, mismos que están integrados por estrategias y acciones puntuales que buscan su cumplimiento.

Los objetivos prioritarios se definen como sigue:

1. Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.
2. Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.
3. Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.
4. Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.
5. Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.

Consulta al Público

6. Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto que nos ocupa dentro del presente estudio, se tiene que los objetivos que se relacionan con su desarrollo son:

Objetivo prioritario 1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.

> ***Estrategia prioritaria 1.6*** *Desarrollar proyectos de generación de energías renovables para contribuir a la soberanía energética de manera ordenada y sostenible.*
>
> > ***Acción puntual 1.6.5*** *Diseñar políticas y lineamientos para la generación de energías renovables, que respondan a las necesidades y condiciones de diversos grupos de la sociedad o actividades económicas específicas; distintas de aquellas destinadas a la generación para venta en el mercado eléctrico.*

Objetivo Prioritario 4. Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.

> ***Estrategia prioritaria 4.2*** *Reducir la emisión de GEI mediante tecnologías aplicables a los diversos procesos; así como capturar por medios naturales y mitigar las emisiones, a través de acciones de eficiencia y aumento del rendimiento energético.*
>
> > ***Acción puntual 4.2.5*** *Incrementar el uso de la energía termosolar, geotérmica, eólica, hidroeléctrica, oceánica, cogeneración eficiente, gas natural y de biogás para su aplicación doméstica e industrial.*

Vinculación con el proyecto:

Considerando lo anterior, el desarrollo del proyecto contribuirá de manera directa con el cumplimiento de los Objetivos prioritarios 1 y 4, ya que se pretende la construcción y operación de un parque eólico, que logrará producir 130.2 MW de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del viento, lo que se traduce en una mayor disponibilidad del recurso energético para distintos sectores de la población, con un costo ambiental bajo en materia de emisiones de gases de efecto invernadero. Es por ello que la implementación del

Consulta al Público

proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se alinea con los objetivos establecidos en el Programa Sectorial de Energía.

III.1.4.4. Programa Especial de la Transición Energética 2017-2018 (PETE), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 2017.

Es un instrumento de planeación de la política nacional en materia de energías limpias, que deberá prestar especial atención a la extensión de la red de transmisión hacía las zonas con alto potencial de Energías Limpias y la modernización de la misma, para permitir la penetración de Energías Limpias, bajo condiciones de sustentabilidad económica.

El PETE está integrado por cuatro objetivos que son:

1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de energías limpias.
2. Expandir y modernizar la infraestructura de transmisión e incrementar la generación distribuida y almacenamiento.
3. Impulsar el desarrollo tecnológico, de talento y cadenas de valor de energías limpias.
4. Democratizar el acceso a las energías limpias.

Adicionalmente, cada uno de los objetivos señalados anteriormente, se conforman de distintas estrategias y líneas de acción, a partir de las cuales se pretende dar cumplimiento a estos.

En este sentido, el objetivo que tiene más relación con el proyecto que nos ocupa, corresponde al **Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de energías limpias**; para el cumplimiento de este objetivo se mencionan cinco estrategias y distintas líneas de acción que buscan impulsar el aprovechamiento de los recursos disponibles dentro del territorio nacional, a través de distintos instrumentos como el INEL y el AZEL y su constante actualización.

Si bien el PETE corresponde a un programa impulsado en el sexenio pasado, su actualización está considerada dentro del paquete de programas de la presente administración federal y se espera incluir dentro de sus alcances las estrategias necesarias para alcanzar la meta establecida en la Ley de Transición Energética que pretende que el origen de al menos el 35% de la energía del país corresponda a fuentes limpias.

Consulta al Público

Vinculación con el proyecto:

Con la implementación de la "Central Eólica Dzidzantún" se contribuirá a alcanzar los objetivos establecidos dentro del PETE, ya que con la generación de 130.2 MW a partir del recurso eólico disponible en la Península de Yucatán, se conseguirá aumentar la capacidad instalada de energías limpias a nivel nacional, lo que representa en conjunto la mejora de las condiciones del sector en materia de aprovechamiento de energías renovables.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se alinea con las políticas establecidas dentro del PETE, por lo que resulta viable su implementación.

III.1.4.5. Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 2020.

Es un instrumento rector de la política nacional a medio y largo plazo en materia de obligaciones de energías limpias y aprovechamiento sustentable de la energía. Así, a través de las metas de energías limpias y de eficiencia energética, la Secretaría de Energía (SENER) promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energías limpias alcance los niveles establecidos en la LGCC para la industria eléctrica, conforme lo establece la LTE.

La Estrategia tiene tres objetivos principales:

1. Establecer las metas y la hoja de ruta para la implementación de dichas metas.
2. Fomentar la reducción de emisiones contaminantes originadas por la industria eléctrica.
3. Reducir, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles, como fuente primaria de energía.

A su vez, la Estrategia está integrada por dos componentes de planeación:

- **Un componente de planeación de largo plazo para un periodo de 30 años.** En este componente se definen los escenarios propuestos para cumplir las metas de energías limpias y la meta de eficiencia energética, que deberá contener una prospectiva con un conjunto de análisis y estudios sobre las condiciones técnicas, científicas, tecnológicas, económicas, financieras, fiscales, ambientales y sociales

Consulta al Público

futuras de la infraestructura de explotación, producción, transformación, transmisión, distribución y uso final de la energía. Las metas de energías limpias constituyen porcentajes mínimos en relación con el total de generación de electricidad en México.

- **Un componente de planeación de mediano plazo para un periodo de 15 años**. En este componente se señalan las metas de energías limpias y eficiencia energética a 15 años, así como su grado de cumplimiento y se establece un diagnóstico del estado actual del de la industria eléctrica del país y la generación de electricidad mediante energías limpias, entre otros.

Vinculación con el proyecto:

La puesta en marcha de la "Central Eólica Dzidzantún" contribuirá al cumplimiento de los objetivos y componentes de la Estrategia, dado que permitirá el aprovechamiento sustentable del recurso eólico disponible en la Península de Yucatán, con lo cual se generará energía limpia que logrará reducir la emisión de gases de efecto invernadero por su producción, favoreciendo así la transición energética esperada.

III.1.4.6. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019 - 2024 (PROMARNAT) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de julio de 2020.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, considerando en todo momento la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población.

El PROMARNAT se compone de cinco Objetivos prioritarios, 18 estrategias prioritarias y 84 acciones puntuales. A continuación, se enlistan los Objetivos prioritarios.

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

Consulta al Público

2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

De manera específica en el Objetivo Prioritario 2 se señala lo siguiente:

Objetivo prioritario 2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

> ***Estrategia prioritaria 2.2.*** *Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.*
>
> > ***Acción puntual 2.2.1.-*** *Concertar acciones en el sector y con otras dependencias que promuevan la transición energética con fuentes limpias, preferentemente renovables, garantizando la protección ambiental y procurando el bienestar de la población, particularmente de las comunidades más vulnerables, con enfoque de inclusión y movilidad social y económica.*

Consulta al Público

Vinculación con el proyecto:

Mediante la puesta en marcha de la "Central Eólica Dzidzantún" será posible fomentar la transición energética del país hacia fuentes limpias, con lo cual se reducirá la emisión de gases de efecto invernadero que de manera convencional se producirían al generar esta misma cantidad de energía eléctrica. Adicionalmente, para la implementación del proyecto se realizarán una serie de medidas de mitigación que tienen por objetivo garantizar la protección del ecosistema donde será construido el proyecto y a su vez, se considerarán todos aquellos aspectos sociales que pudieran resultar vulnerables ante la llegada de un proyecto con estas características.

En este sentido, la ejecución del proyecto se relaciona de manera directa con el PROMARNAT, por lo que su desarrollo contribuirá al crecimiento del país en el marco de los instrumentos de política pública propuestos por el gobierno federal.

III.1.5. Leyes

III.1.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es reglamentaria a las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados y de los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 Fracción XXIX-G de la Constitución.

El Artículo 28° de esta Ley determina que:

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los

Consulta al Público

ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

[…]

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

[…]

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

[…]

Dado que los objetivos del proyecto se centran en la producción de energía eléctrica, y que para que la construcción y puesta en marcha del mismo será necesaria la remoción de vegetación forestal de tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia que actualmente se distribuye dentro del área destinada para el proyecto, el Promovente tiene la obligación de someter a evaluación en materia de impacto ambiental la implementación del proyecto, y con ello obtener la autorización correspondiente.

De acuerdo con el artículo 30 de la LGEEPA, dicha autorización se obtendrá mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual el Promovente deberá argumentar sólidamente que los efectos sobre los ecosistemas impactados serán menores en relación con las medidas preventivas que implementará para reducirlos; además se menciona que el organismo encargado de evaluar y resolver dicha autorización será la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección correspondiente y facultada para ello.

III.1.5.2. Ley General de Vida Silvestre (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 19 de enero de 2018).

En observancia a lo establecido dentro del Artículo 4° de la LGVS "Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Consulta al Público

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia."

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de las obras previstas para la construcción y operación del proyecto será necesario tomar acciones que garanticen la conservación del ecosistema en el que será inmerso el proyecto, las cuales serán puestas a consideración de la autoridad mediante el presente estudio; así mismo es obligación del Promovente atender todas aquellas medidas que la autoridad considere necesarias para la preservación de los elementos naturales presentes al interior del área del proyecto.

III.1.5.3. Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de abril de 2020).

Con base en lo mencionado en el Artículo 31 de esta Ley, se menciona que: "Son criterios obligatorios de política forestal de carácter social, los siguientes:

IV. La participación de las organizaciones sociales y privadas e instituciones públicas en la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los ecosistemas forestales y sus recursos;

V. El impulso al mejoramiento de la calidad, capacidad y condición de los recursos humanos a través de la modernización e incremento de los medios para la educación, la capacitación, la generación de mayores oportunidades de empleo en actividades productivas como de servicios, y

VI. La regulación y aprovechamiento de los recursos y terrenos forestales, deben ser objeto de atención de las necesidades sociales, económicas, ecológicas y culturales de las generaciones presentes y futuras".

En relación a lo anterior, la implementación del proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo, pretende la realización de procedimientos técnicamente eficientes para el aprovechamiento de los recursos disponibles en el medio, sin causar desequilibrios ecológicos en el medio donde será instalado, así mismo, minimizar los impactos que se generen sobre los terrenos forestales inmersos en los sitios destinados para la construcción del proyecto; con ello se espera un mayor beneficio económico para la población circunvecina, mejorando su calidad de vida mediante la oferta de empleos directos e indirectos asociados al proyecto.

Consulta al Público

Dado que la actividad concerniente a la remoción de vegetación forestal tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia necesaria para la construcción del proyecto es definida por la LGDFS como un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es necesario observar lo dispuesto en el Artículo 93 que a la letra dice lo siguiente:

"La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.

Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables."

En este sentido, el Promovente está obligado a cumplir con los requerimientos dispuestos dentro de la LGDFS vinculados con la autorización en materia de cambio de uso de suelo necesaria para el desarrollo del proyecto; así mismo, deberá apegarse a todas y cada una de las condiciones que establezca la autoridad producto del procedimiento de evaluación, adicionalmente, el Promovente deberá cumplir con el pago al Fondo Forestal Mexicano referido en el Artículo 98, que a la letra dice:

"Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde

Consulta al Público

se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento."

III.1.5.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 19 de enero de 2018).

Este instrumento jurídico se refiere a la protección del ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos dentro del territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En este sentido, dado que el desarrollo del proyecto en sus distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio) generará residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos en distintas cantidades, es deber del promovente atender sus obligaciones en materia de gestión de los residuos que genere, tal como se señala dentro del Artículo 2° que a la letra dice:

Artículo 2.- En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

[…]

I. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;

[…]

III.1.5.5. Ley General de Cambio Climático (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 13 de julio de 2018).

Tomando como referencia los objetivos centrales del proyecto Central Eólica Dizdzantún, que son la producción y evacuación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de recursos naturales como el viento, es posible resaltar su estrecha relación con las políticas

Consulta al Público

establecidas dentro de este instrumento normativo, tal como se señala en su Artículo 33 y 34 que a la letra señalan:

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

[…]

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

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

Artículo 34. Fracción "e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia".

III.1.5.6. Ley de Transición Energética (Secretaría General, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015).

La construcción y operación del proyecto Central Eólica Dizdzantún favorecerá el cumplimiento del objetivo principal de este instrumento legislativo establecido dentro del Artículo 1° que a la letra dice:

Artículo 1. "La presente Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos".

En este sentido, el Promovente deberá apegarse a las disposiciones contenidas dentro de esta Ley, con la finalidad de contribuir adecuadamente con la transición energética del país reduciendo las emisiones de GEI y con ello sus efectos sobre el cambio climático.

Consulta al Público

III.1.5.7. Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética (Secretaría General, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 2012).

Dadas las características del proyecto, el desarrollo de todas las actividades contenidas en su planeación y ejecución deberán apegarse a la presente Ley, con la finalidad de dar cumplimiento a la normativa aplicable, tal como lo menciona el Art. 1 de la Ley.

Artículo 1o.-La presente Ley es de orden público y de observancia general en toda la República Mexicana. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

III.1.5.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

El desarrollo del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" deberá acatar todas las disposiciones jurídicas contenidas en la presente ley, ya que su actividad primaria será la generación y evacuación de energía eléctrica, tal como lo indica el Artículo 1° "*La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público*".

Asimismo, en este primer artículo se señala que "*Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes*." Por otra parte, en el Artículo 2° se establece que "*La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista*".

Por otra parte, como se establece en el Artículo 120 de esta misma Ley, "*Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una Evaluación de Impacto Social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que*

Consulta al Público

podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes".

Vinculación con el proyecto.

En virtud de este mandato legal, es que con fecha de 13 de diciembre de 2016 se presentó la Evaluación de Impacto Social (EvIS) del proyecto "Eólico Dzidzantún". Dicha EvIS cuenta con su resolutivo emitido por la Dirección General de Impacto y Ocupación Superficial emitido por la SENER con fecha de15 de noviembre de 2018.

La anterior legislación, así como la Evaluación de Impacto Social y sus correspondiente resolutivo, son inherentes a esta Manifestación de Impacto Ambiental debido a que los Planes de Gestión Social encuentran un fuerte vínculo con la presente; principalmente con las estrategias para Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas, y para Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

III.1.5.9. Ley para la gestión integral de residuos en el estado de Yucatán (última reforma publicada en el Diario Oficial el 28 de diciembre de 2016).

Esta Ley tiene como objetivo regular la generación y la gestión integral de residuos sólidos, y peligrosos de competencia estatal y de manejo especial, propiciando el desarrollo sustentable del estado de Yucatán, para ello, dentro de su Artículo 7 y 8 señala que entre las atribuciones del Ejecutivo Estatal están:

[…]

> *III. Evaluar y autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial así como los planes de manejo a que puedan estar sujetos.*

[…]

Además, señala también las competencias de los gobiernos municipales en su Artículo 9. Que señala lo siguiente:

Artículo 9. Los Ayuntamientos tendrán las siguientes atribuciones.

[…]

Consulta al Público

V. Proporcionar o concesionar el servicio público de Manejo integral de residuos sólidos, capacitando a los que intervengan en la prestación del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, así como supervisar la prestación de esto servicios.

[…]

De acuerdo con lo anterior, el Promovente deberá hacer las gestiones necesarias ante el gobierno del Estado y el Municipio para la gestión adecuada de los residuos que sean producidos en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de dar cumplimiento a la legislación aplicable en materia de residuos.

III.1.6. Reglamentos

III.1.6.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014).

Este instrumento regula los procedimientos señalados dentro de la LGEEPA que forman parte del procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental; en este Reglamento se marcan las actividades que requieren de la presentación de estudios de impacto ambiental, los tiempos de evaluación, entre otros procedimientos referentes a este tema.

En este sentido, dentro del Artículo 5° de este Reglamento se **enlistan las obras y actividades que requieren para su realización previa autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental**, entre lo que se enuncia lo siguiente:

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

[…]

K) Industria eléctrica:

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

Consulta al Público

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."

[…]

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

[…]

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

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

Vinculación con el proyecto:

Dado que el objetivo principal de la "Central Eólica Dzidzantún", se alinea con la industria energética, con una capacidad de generación de 130.2 MW y que para ello se requiere además de otras actividades, la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la cual afectará la vegetación presente en el área del proyecto, la cual corresponde a Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia; por lo anterior, resulta indispensable la integración de una Manifestación de Impacto Ambiental que evalúe la viabilidad ambiental del proyecto a fin de que éste sea autorizado en materia de impacto ambiental por parte de la autoridad competente. Dicha autorización integrará los Términos y Condicionantes que deberá observar el Promovente durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

Consulta al Público

III.1.6.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera (Secretaría General, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014).

De acuerdo a lo descrito en el Capítulo II de la presente MIA-R, dentro de las actividades del proyecto, se considera la utilización de vehículos y maquinaria, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, estos son considerados como fuentes móviles de emisiones según lo dispuesto en el RLGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica en su *Artículo 6° fracción V "Fuente móvil: Los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera;"*.

Teniendo en cuenta lo anterior, deberán observarse todas las disposiciones jurídicas contenidas en este instrumento normativo que se refieran al control de emisiones de fuentes móviles durante todas las etapas del proyecto, a fin de evitar afectaciones por el desarrollo del proyecto.

III.1.6.3. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

En atención a lo dispuesto en el *Artículo 3 "Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:*

I. Sector Energía

a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad..."

Así como en lo descrito en su *Artículo 4 "Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:*

I. Sector Energía

a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad

Consulta al Público

a.1 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica..."

Tomando como base los objetivos del proyecto (generación de energía eléctrica) se deberán acatar todas las disposiciones jurídicas aplicables en este Reglamento, calculando y reportando las emisiones generadas en el desarrollo de cada una de las etapas que integran el proyecto, a fin de dar cumplimiento a la legislación.

III.1.6.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Secretaría General última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014).

Teniendo en cuenta la necesidad de realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de vegetación tipo Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia para la construcción y operación de la "Central Eólica Dzidzantún", el Promovente deberá considerar las disposiciones incluidas en el Título Cuarto "De las medidas de conservación forestal", Capítulo Segundo "Del cambio de uso del suelo en los terrenos forestales" en los Artículos 120 al 127 a fin de dar cumplimiento cabal a la normativa señalada dentro de estos apartados, con lo cual el impacto que será producido estará apegado a la legislación aplicable.

III.1.6.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Secretaría General, última reforma Diario Oficial de la Federación 31 de octubre de 2014).

En lo que respecta al manejo integral de residuos resultantes de la ejecución de las diferentes actividades del proyecto, el presente Reglamento en su Artículo 11 señala lo siguiente. *"La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente."* Motivo por el cual el Promovente observará lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, para determinar la clasificación de los residuos resultantes.

En cuanto a los residuos peligrosos, el Promovente se apegará a los lineamientos establecidos en el Art .82 de este Reglamento, así como a las normas vigentes en materia de residuos peligrosos para su clasificación y manejo.

Consulta al Público

III.1.6.6. Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (Secretaría General, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014).

Considerando la naturaleza del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", las actividades de generación y transmisión de energía eléctrica se encuentran reguladas por las disposiciones contenidas dentro de este Reglamento, en atención a lo dispuesto en su *Artículo 1. El presente Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones que regulan la planeación y control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, así como las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica; procurar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y de servicio universal que propicien la operación continua, eficiente y segura de la Industria Eléctrica...*"

Por lo tanto, el Promovente estará sujeto a la regulación dispuesta por este Reglamento.

III.1.7. Normas

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Este instrumento aplica fundamentalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a que para la ejecución del proyecto se requerirán vehículos automotores cuyo combustible es la gasolina, mismos que serán empleados para el traslado de personal involucrado en el proyecto, por lo que el Promovente deberá cumplir con lo establecido en la presente Norma al mantener sus vehículos en óptimas condiciones de funcionamiento y verificados según aplique en la normatividad local.

NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

Esta Norma resulta aplicable durante las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente, ya que los vehículos que serán utilizados para le ejecución del proyecto utilizan dichos combustibles, por lo cual el Promovente deberá apegarse a lo dispuesto en esta norma mediante el mantenimiento adecuado de los vehículos.

Consulta al Público

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de operación, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Norma que aplica fundamentalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que para los trabajos de obras se emplearán vehículos automotores cuyo funcionamiento requieren el uso de combustible diésel, por lo que el Promovente deberá apegarse a lo establecido en la presente, dando el mantenimiento correspondiente a las unidades que estén a su servicio. Es importante mencionar que en el campo de aplicación de dicha norma se excluye la maquinaria de construcción.

NOM–050–SEMARNAT–1993. Que establece los límites máximos permisibles de emisión 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.

Esta norma resulta aplicable durante las etapas de preparación de sitio y construcción principalmente ya que serán utilizados vehículos para la realización de distintas actividades por lo que el Promovente estará sujeto al cumplimiento de dichos parámetros para garantizar que los vehículos que transiten por efectos del proyecto no contribuirán a la generación de gases que disminuyan la calidad del aire.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.

Instrumento de observancia obligatoria para el Promovente, toda vez que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto se prevé la generación de residuos como estopas y trapos impregnados con aceites o algún solvente, remanentes de combustibles (naftas), así como, envases con remanentes de pinturas o algún otro residuo que haya estado en contacto con un residuo peligroso, mismos que serán manejados integralmente a través del Plan de manejo respectivo.

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.

Esta norma determina las especies de flora y fauna silvestres que se encuentran en riesgo en la República Mexicana y que estarán sujetas a un manejo especial. Para el área del proyecto se desarrolló una caracterización de la flora y fauna presentes, en caso de

Consulta al Público

identificar especies que se encuentren bajo la protección de esta Norma, su manejo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en las medidas de mitigación.

NOM–080–SEMARNAT–1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Esta norma incluye los límites máximos permisibles de ruido emitido por el escape de vehículos, por lo cual resulta aplicable a la ejecución del proyecto, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que es en estas etapas donde se hace uso intensivo de vehículos por lo cual el Promovente deberá considerar estos límites y en su caso ejercer acciones que garanticen el cumplimiento de esta disposición por ejemplo, la colocación de silenciadores en los escapes de los vehículos.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

La aplicación de esta norma corresponderá directamente a que exista un evento cuya consecuencia implique la contaminación de suelo por hidrocarburos dentro del área del proyecto, por lo que el Promovente tendrá conocimiento de dicha norma y sus implicaciones a fin de cumplir con las acciones de remediación según corresponda.

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.

Ordenamiento de observancia temporal por el Promovente durante la etapa de construcción de la "Central Eólica Dzidzantún", para la identificación de los residuos de manejo especial, mismos que serán dispuestos integralmente conforme a lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, a través del Plan de Manejo Integral de Residuos, verificando su cumplimiento a través del Plan de Vigilancia Ambiental.

NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Consulta al Público

Tal como se ha mencionado en el Capítulo II de la presente MIA-R, el proyecto no considera la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua como parte de las actividades del mismo, sin embargo, con el uso de sanitarios portátiles serán generadas aguas sanitarias, mismas que serán tratadas por una empresa debidamente acreditada para su manejo y disposición final, la cual deberá observar toda la normativa ambiental aplicable.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Este instrumento normativo fue considerado dentro de la revisión de la normativa aplicable al proyecto en concordancia con las actividades a realizar para el desarrollo de las obras del proyecto, resultando que no existirán fuentes fijas de emisión de ruido como parte integral del mismo, por lo que no serán aplicables las disposiciones contenidas en dicha Norma.

III.1.8. Tratados internacionales

III.1.8.1. Protocolo de Kioto.

El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional generado a partir de los acuerdos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático cuyo principal objetivo es reducir las emisiones de los principales gases de efecto invernadero (GEI) causantes del calentamiento global: dióxido de carbono (CO2), Metano (CH4), Óxido de Nitrógeno (NO), Ozono (O3). El Protocolo fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón y entró en vigor en el 2005 y en la decimoctava Conferencia de las Partes sobre cambio climático (COP18) se ratificó la vigencia de dicho acuerdo extendiéndola de 2013 a 2020. Entre sus principales logros se enlistan los siguientes:

- Que los gobiernos suscritos implementen leyes y políticas que sirvan para dar cumplimiento a los compromisos ambientales establecidos.
- Que el sector empresarial considere los aspectos medioambientales al momento de la toma de decisiones.
- Fomentar la creación y crecimiento del mercado del carbono, para lograr una reducción en las emisiones a costos bajos.

En este sentido, México firmó este Protocolo en 1997 y lo ratificó en 2000 como país incluido en el Anexo I, con lo cual se adjudicó los compromisos perseguidos por el Protocolo; dentro de las estrategias o mecanismos de acción consideradas dentro del Protocolo, se establece el Mecanismo para Desarrollo Limpio (MDL), en el cual países desarrollados pueden

Consulta al Público

financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero dentro de países en desarrollo, con la finalidad de obtener Certificados de Reducción de Emisiones y con ello alcanzar las metas fijadas en cuanto a la reducción de emisiones.

México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros.

Vinculación con el proyecto:

Los objetivos que persigue el desarrollo del proyecto denominado "Central Eólica Dzidzantún" se alinean de manera directa con la disminución de Gases de Efecto Invernadero ya que con su implementación se dejarán de emitir la cantidad de GEI proporcionales a la generación de 130.2 MW, lo cual hace compatible la instalación de este tipo de tecnologías que minimice la generación de GEI.

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO IV

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 1

IV.2. Delimitación del área de influencia directa. 7

IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR). 7

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 7

IV.3.1.1. Medio Abiótico 8

IV.3.1.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos 8

IV.3.1.1.1.1. Precipitación y temperatura 9

IV.3.1.1.1.2. Vulnerabilidad y riesgos hidrometeorológicos 10

IV.3.1.1.2. Geomorfología y geología 14

IV.3.1.1.2.1. Geomorfología 14

IV.3.1.1.2.2. Geología 17

IV.3.1.1.2.2.1. Susceptibilidad y riesgos geológicos 19

IV.3.1.1.3. Suelo 20

IV.3.1.1.3.1. Descripción de los grupos de suelos del SAR 22

IV.3.1.1.3.2. Degradación del suelo en el SAR y en el área del proyecto 23

IV.3.1.1.4. Hidrología superficial y subterránea 25

IV.3.1.1.4.1. Ubicación Hidrogeográfica 25

IV.3.1.1.4.1.1. Hidrología superficial 28

IV.3.1.1.4.1.2. Hidrología subterránea 29

IV.3.1.1.4.1.3. Permeabilidad del suelo 31

IV.3.1.1.5. Aire 32

IV.3.1.2. Medio Biótico 34

IV.3.1.2.1. Vegetación 34

Consulta al Público

IV.3.1.2.1.1. Uso de suelo y vegetación en el SAR de acuerdo a INEGI.....35
IV.3.1.2.1.2. Uso de suelo y vegetación en el área de proyecto de acuerdo a INEGI 40
IV.3.1.2.1.3. Caracterización de la vegetación en el Área de Proyecto y en SAR 41
IV.3.1.2.1.3.1. Metodología 41
IV.3.1.2.1.3.1.1. Diseño de muestreo.....41
IV.3.1.2.1.3.1.2. Levantamiento de datos.....43
IV.3.1.2.1.3.1.3. Análisis de gabinete 44
IV.3.1.2.1.3.1.4. Análisis de Información 45
IV.3.1.2.1.3.2. Resultados obtenidos. 49
IV.3.1.2.1.3.2.1. Ubicación de los sitios de muestreo. 49
IV.3.1.2.1.3.2.2. Composición florística del Sistema Ambiental Regional.....53
IV.3.1.2.1.3.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Sistema Ambiental Regional 94
IV.3.1.2.1.3.2.4. Composición florística del Área de Proyecto 97
IV.3.1.2.1.3.2.5. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Área del Proyecto 121
IV.3.1.3. Fauna 123
IV.3.1.3.1. Metodología 123
IV.3.1.3.1.1. Área de estudio y cuadriculas de muestreo 123
IV.3.1.3.1.2. Listado bibliográfico de las principales especies de fauna 125
IV.3.1.3.1.3. Método por taxón.....125
IV.3.1.3.1.4. Esfuerzo de muestreo 128
IV.3.1.3.1.5. Análisis de datos.....129
IV.3.1.3.1.5.1. Composición potencial por grupos 132
IV.3.1.3.1.5.2. Composición de los muestreos 133
IV.3.1.3.1.5.3. Riqueza y estimadores de riqueza.....147

Consulta al Público

IV.3.1.3.1.5.4. Índice de diversidad 154
IV.3.1.3.1.5.5. Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) 155
IV.3.1.3.1.6. Especies prioritarias para la conservación 175
IV.3.1.3.1.7. Análisis de alturas de vuelo y riesgo de colisión 180
IV.3.1.3.1.8. Regiones terrestres prioritarias (RTP) y sitios de interés 180
IV.3.1.3.1.9. Conclusiones 181
IV.3.1.4. Medio Socioeconómico 182
IV.3.1.4.1. Aspectos político-territoriales 182
IV.3.1.4.1.1. Entidad federativa 183
IV.3.1.4.1.2. Municipios 183
IV.3.1.4.1.3. Localidades 184
IV.3.1.4.1.4. Distancias de las localidades al área del proyecto 185
IV.3.1.4.2. Aspectos sociales y económicos 186
IV.3.1.4.2.1. Demografía 186
IV.3.1.4.2.1.1. Demografía estatal 186
IV.3.1.4.2.1.2. Demografía municipal 187
IV.3.1.4.2.1.3. Demografía de las localidades 188
IV.3.1.4.2.1.4. Población indígena en las localidades 189
IV.3.1.4.2.2. Situación económica 191
IV.3.1.4.2.2.1. Situación económica a nivel estatal 191
IV.3.1.4.2.2.2. Situación económica a nivel municipal 193
IV.3.1.4.2.2.3. Situación económica de las localidades del área SAR 194
IV.3.1.4.2.3. Indicadores del índice de rezago social 197
IV.3.1.4.2.3.1. Índice de Rezago Social estatal 197
IV.3.1.4.2.3.2. Índice de Rezago Social municipal 198
IV.3.1.4.2.4. Indicadores del Índice de Rezago Social en las localidades 200
IV.3.1.4.2.4.1. Educación 200

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.4.2. Salud. 203
IV.3.1.4.2.4.3. Servicios básicos y espacios en las viviendas habitadas. 206
IV.3.1.5. Paisaje 208
IV.3.1.5.1. Ámbito de estudio e inventario del medio 208
IV.3.1.5.2. Caracterización del paisaje 209
IV.3.1.5.2.1. Unidades de paisaje 209
IV.3.1.5.2.1.1. Definición de las Unidades Visuales y de Paisaje 209
IV.3.1.5.2.1.2. Unidades Visuales 210
IV.3.1.5.2.1.3. Unidades de Paisaje 210
IV.3.1.5.3. Valoración del paisaje 210
IV.3.1.5.3.1. Metodología general 210
IV.3.1.5.3.2. Calidad Visual del Paisaje 212
IV.3.1.5.3.2.1. Calidad Visual Intrínseca 212
IV.3.1.5.3.2.1.1. Factores Biofísicos 212
IV.3.1.5.3.2.1.2. Factores Antrópicos 216
IV.3.1.5.3.2.2. Calidad Visual Extrínseca 219
IV.3.1.5.3.2.2.1. Intervisibilidad de la Unidad Visual 219
IV.3.1.5.3.2.2.2. Intervisibilidad de la Unidad de Paisaje 220
IV.3.1.5.3.2.3. Integración de los factores de calidad 220
IV.3.1.5.3.2.3.1. Calidad Visual Intrínseca 220
IV.3.1.5.3.2.3.2. Calidad Visual Extrínseca 221
IV.3.1.5.3.2.3.3. Calidad Visual del Paisaje. Valor Final. 221
IV.3.1.5.3.3. Fragilidad del paisaje 221
IV.3.1.5.3.3.1. Factores Biofísicos 222
IV.1.1.1.1.1.1. Factores Socio – Culturales 225
IV.1.1.1.1.1.2. Factores de Visibilidad 226
IV.1.1.1.1.1.2.1. Visibilidad Intrínseca 226

Consulta al Público

IV.1.1.1.1.1.2.2. Visibilidad Adquirida....226
IV.3.1.5.3.3.2. Integración de los factores de fragilidad....227
IV.3.1.5.3.3.2.1. Factores biofísicos....228
IV.3.1.5.3.3.2.2. Factores Históricos y Socio – Culturales....228
IV.3.1.5.3.3.2.3. Factores Visuales....228
IV.3.1.5.3.3.2.4. Fragilidad Visual del Paisaje. Valor Final....229
IV.3.1.5.3.4. Valor Final del Paisaje Binomio Calidad – Fragilidad....229
IV.3.1.5.3.4.1. Objetivos de protección....230
IV.3.1.5.4. Resultados....232
IV.3.1.5.4.1. Unidades Visuales y de Paisaje....232
IV.3.1.5.4.1.1. Descripción básica de las Unidades de Paisaje....233
IV.3.1.5.4.2. Valoración del Paisaje....238
IV.3.1.5.4.2.1. Calidad Visual de Paisaje....238
IV.1.1.1.1.1.3. Fragilidad Visual del Paisaje....241
IV.3.1.5.4.3. Valor final de Paisaje (Binomio Calidad – Fragilidad)....244
IV.3.1.5.4.4. Cuenca y exposición visual del proyecto....246
IV.4. Diagnóstico ambiental....249

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie del SAR por Topoformas....16
Tabla 2. Superficie del SAR por unidades geológicas....17
Tabla 3. Asociaciones edafológicas presentes en el SAR....22
Tabla 4. Grado, tipo y causa de degradación del suelo en el SAR....25
Tabla 5. Uso de Suelo y vegetación presentes en el SAR....36
Tabla 6. Uso de Suelo y vegetación presentes en el AP....40
Tabla 7. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo dentro del SAR....52
Tabla 8. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto....53
Tabla 9. Listado de especies registradas en el Área del Proyecto y en el SAR....63

Consulta al Público

Tabla 10. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas del Manglar dentro del SAR. 65
Tabla 11. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo del Manglar dentro del SAR. 66
Tabla 12. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo del Manglar dentro del SAR. 68
Tabla 13. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR. 70
Tabla 14. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva mediana caducifolia dentro del SAR. 72
Tabla 15. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR. 76
Tabla 16. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana caducifolia dentro del SAR. 79
Tabla 17. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR. 82
Tabla 18. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR. 84
Tabla 19. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR. 88
Tabla 20. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR. 91
Tabla 21. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 95
Tabla 22. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva mediana caducifolia dentro del AP. 99
Tabla 23. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva mediana caducifolia dentro del AP. 100
Tabla 24. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del AP. 103
Tabla 25. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana caducifolia dentro del AP. 105
Tabla 26. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva baja espinosa caducifolia dentro del AP. 108

Consulta al Público

Tabla 27. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva baja espinosa caducifolia dentro del AP. 110
Tabla 28. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR. 115
Tabla 29. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia dentro del AP. 118
Tabla 30. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....122
Tabla 31. Especies de anfibios y reptiles enlistados en la NOM-059 registradas en el área de estudio durante el muestreo, se indica su presencia (1) en el AP, LT y SAR. 134
Tabla 32. Especies de anfibios y reptiles registrados durante el muestreo; se indica su orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y Sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de residencia: Nativa, endémica e introducida. 136
Tabla 33. Especies de aves enlistadas en la NOM-059 registradas en el área de estudio; se presenta su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su presencia (1) en el AP, LT y SAR. 137
Tabla 34. Especies de aves registrados durante el muestreo; se indica su orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de endemismo: Endémica (En), Semiendémica (SE), Cuasiendémica (CE), no endémica (ne) y Exotica (Ex). 144
Tabla 35. Especies de mamíferos no voladores enlistados en la NOM-059 y registrados mediante el muestreo. Se indica para cada caso su presencia (1) en el AP y SAR. 145
Tabla 36. Especies de mamíferos registrads durante el muestreo; se indica su clase, orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y Sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de endemismo: Endémica de la Península de Yucatán (En), endémica de Mesoamérica (Em). 147

Consulta al Público

Tabla 37. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para la herpetofauna registrada mediante el muestreo. 148
Tabla 38. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para las aves registradas mediante el muestreo. 150
Tabla 39. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para los mamíferos no voladores registrados durante el muestreo. 151
Tabla 40. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para los quirópteros registrados mediante el muestreo. 153
Tabla 41. Valores de diversidad de los vertebrados terrestres registrados en el área de estudio del proyecto eólico (AP y SAR). 154
Tabla 42. Especies de anfibios y reptiles registradas indicando su densidad e IKA. 156
Tabla 43. Especies de aves registradas en el AP durante el muestreo indicando su densidad e IKA. 161
Tabla 44. Especies de aves registradas en el SAR durante el muestreo indicando su densidad e IKA 169
Tabla 45. Especies de aves registradas en la LT durante el muestreo indicando su densidad e IKA 171
Tabla 46. Especies de mamíferos no voladores registrados en el AP durante el muestreo; se indica su densidad e IKA en cada período fenológico 172
Tabla 47. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el SAR indicando su densidad e IKA. 173
Tabla 48. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el AP y el SAR mediante el fototrampeo, se indica su número de individuos y si índice de abundancia relativa. 174
Tabla 49. Ocurrencias e índices de actividad de las especies de murciélagos registrados durante el periodo anual. 175
Tabla 50. Listado de especies protegidas a nivel nacional por la NOM-059-SEMARNAT-2010 e internacional por la IUCN. Se presenta su clase, orden, familia, nombre común y su estatus en la NOM-059: peligro de extinción (P), Amenazada (A), Protección especial (Pr) y Sin categoría (Sc). Su estatus en la IUCN: Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), No evaluado (NE) y Sin datos suficientes (DD). 179
Tabla 51. Registros de presencia/ausencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: especie amenazada. Pr: especie bajo protección especial. P: especie en peligro de extinción, Tipos de vegetación del área de estudio (AP y SAR). C: cultivo. M:

Consulta al Público

manglar. PC: pastizal cultivado. PINUN: pastizal inundable. SBC: selva baja caducifolia. VSA/SBC: vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. 181
Tabla 52. Distancia al área del proyecto de las localidades en el área SAR. 186
Tabla 53. Población total del estado de Yucatán. 186
Tabla 54. Población total de los municipios en el SAR. 187
Tabla 55. Población total de las localidades en el SAR. 189
Tabla 56. Población total indígena y tipología indígena de las localidades en el SAR. 190
Tabla 57. Pobreza y Pobreza extrema (2015) en los municipios del SAR. 194
Tabla 58. Población económicamente activa, no activa, ocupada y desocupada de las localidades en el SAR. 196
Tabla 59. Índice y grado de rezago social de los municipios ubicados en el SAR. 199
Tabla 60. Población económicamente activa, no activa, ocupada y desocupada de las localidades en el SAR. 202
Tabla 61. Derechohabientes en la población de las localidades en el SAR. 205
Tabla 62. Características de las viviendas en las localidades del SAR. 207
Tabla 63. Factores biofísicos, parámetros de medición y puntuación para Calidad Visual del Paisaje. 216
Tabla 64. Naturalidad para Calidad Visual del Paisaje. 217
Tabla 65. Singularidad para Calidad Visual del Paisaje. 219
Tabla 66. Factores biofísicos, parámetros de medición y puntuación para Fragilidad Visual del Paisaje. 225
Tabla 67. Naturalidad para Fragilidad Visual del Paisaje. 226
Tabla 68. Visibilidad Adquirida (ponderación) para Fragilidad Visual del Paisaje. 227
Tabla 69. Valor Final del Paisaje (Binomio Calidad – Fragilidad) 230
Tabla 70. Porcentaje de clases en el SAR y el (AP) de acuerdo al Valor Final del Paisaje. 246

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la "Central Eólica Dzidzantún". 1
Figura 2. Delimitación del flanco norte. 2
Figura 3. Delimitación con base al AICA. 3
Figura 4. Delimitación con base a la RTP. 3
Figura 5. Delimitación con base al POETCY. 4
Figura 6. Delimitación resultante por geoprocesamiento. 5

Consulta al Público

Figura 7. Delimitación con base a la transición entre ANP´s. 6
Figura 8. Sistema Ambiental Regional (SAR). 7
Figura 9. Mapa de distribución de climas 9
Figura 10. Grado de peligro por sequía en el SAR y Área del proyecto. 11
Figura 11. Grado de peligro por tormentas eléctricas y de granizo en el SAR y Área del proyecto. 11
Figura 12. Grado de peligro por inundación en el SAR y Área del proyecto. 12
Figura 13. Grado de peligro por ciclones tropicales en el SAR y Área del proyecto. 13
Figura 14. Velocidad del viento en el SAR y Área del proyecto. 13
Figura 15. Ubicación del SAR respecto a la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán. 14
Figura 16. Ubicación del SAR respecto a la Subprovincia Fisiográfica Carso Yucateco. 15
Figura 17. Ubicación del SAR respecto a las topoformas. 16
Figura 18. Composición geológica del SAR. 18
Figura 19. Sismos. Indicador global de intensidades. 20
Figura 20. Edafología dentro del SAR. 21
Figura 21. Degradación dentro del SAR. 24
Figura 22. Región Hidrológica respecto al SAR y el AP. 26
Figura 23. Cuenca Hidrográfica respecto al SAR y el AP. 27
Figura 24. Cuenca Hidrográfica respecto al SAR y el AP. 28
Figura 25. Hidrología superficial respecto al SAR y el AP 29
Figura 26. Permeabilidad en el SAR y AP. 32
Figura 27. Intensidad de los vientos a lo largo del año en la estación Climatológica Mérida y Dzilam de Bravo 33
Figura 28. Uso de Suelo y Vegetación del SAR y el área del proyecto. 37
Figura 29. Modificaciones del método de cuadrantes. 43
Figura 30. Delimitación de los sitios de muestreo en el trabajo de campo. 44
Figura 31. Ubicación de los puntos de muestreo de Flora en la Cuenca Hidrológica Forestal. 50
Figura 32. Ubicación de los registros de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 96
Figura 33. Ubicación de los registros de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 122
Figura 34. Unidades de muestreo (cuadriculas); transectos y redeos aplicados para cada taxón (aves y quirópteros) 124

Consulta al Público

Figura 35. Unidades de muestreo (cuadriculas); transectos y trampas aplicados para cada taxón (herpetofauna, mamíferos medianos y grandes y micromamíferos). 125
Figura 36. Mapa del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" en el estado de Yucatán. 183
Figura 37. Municipios del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 184
Figura 38. Localidades dentro del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". 185
Figura 39. Medición de Pobreza 2018, Yucatán. 193
Figura 40. Indicadores y grado de rezago social, 2000, 2005, 2010 y 2015. 198
Figura 41. Intervisibilidad de la Unidad Visual. 232
Figura 42. Unidades de Paisaje e intervisibilidad de las Unidades de Paisaje del SAR. 233
Figura 43. Calidad Visual Intrínseca (CVI) del SAR y del área de proyecto. 239
Figura 44. Calidad Visual Extrínseca (CVE) del SAR y del área de proyecto. 240
Figura 45. Calidad Visual (CV) del SAR y del área de proyecto. 241
Figura 46. Fragilidad Adquirida (FA) del SAR y del área de proyecto. 242
Figura 47. Fragilidad de los Factores Visuales del SAR y del área del proyecto. 243
Figura 48. Fragilidad Visual (FV) del SAR y del área del proyecto. 244
Figura 49. Valor Final del Paisaje (VF) del SAR y del área del proyecto. 245
Figura 50. Exposición visual de la central eólica. 248

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Climograma de la estación meteorológica 31094 Dzidzantún. 10

Consulta al Público

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

Para realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) fue necesario identificar las características del área del proyecto y por consiguiente el área circundante a fin de contar con los elementos necesarios que proporcionen homogeneidad.

Una vez identificados los rasgos sobresalientes de la región se utilizaron diversos insumos cartográficos de fuentes oficiales como son: INEGI, CONABIO y Ordenamientos Ecológicos vigentes a fin de considerar los límites representativos que tendrán interacción ambiental con la instalación de la presente Central Eólica.

La "Central Eólica Dzidzantún" se encontrará ubicada en una zona plana, perteneciente al estado de Yucatán muy cerca de la línea de costa del Golfo de México.

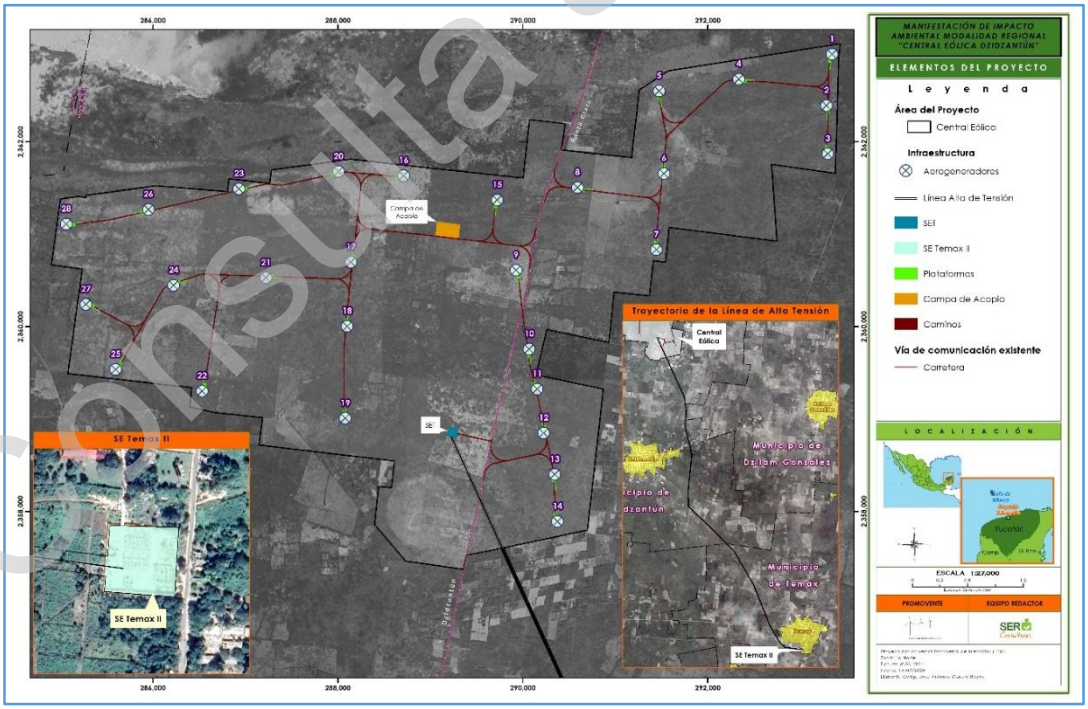


Figura 1. Ubicación de la "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Elaboración propia

Consulta al Público

A continuación, se describen los criterios utilizados para la delimitación del SAR.

Litoral. El flanco NORTE se delimitó en su totalidad por medio del litoral, límite natural por excelencia, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 2. Delimitación del flanco norte.
Fuente: INEGI.

AICA. El extremo NOROESTE se delimito por medio de la transición que existe entre las AICA´s "Ichka´ Ansijo" y "Reserva Estatal de Dzilam", excluyendo la primera de la Unidad de Análisis.

Consulta al Público

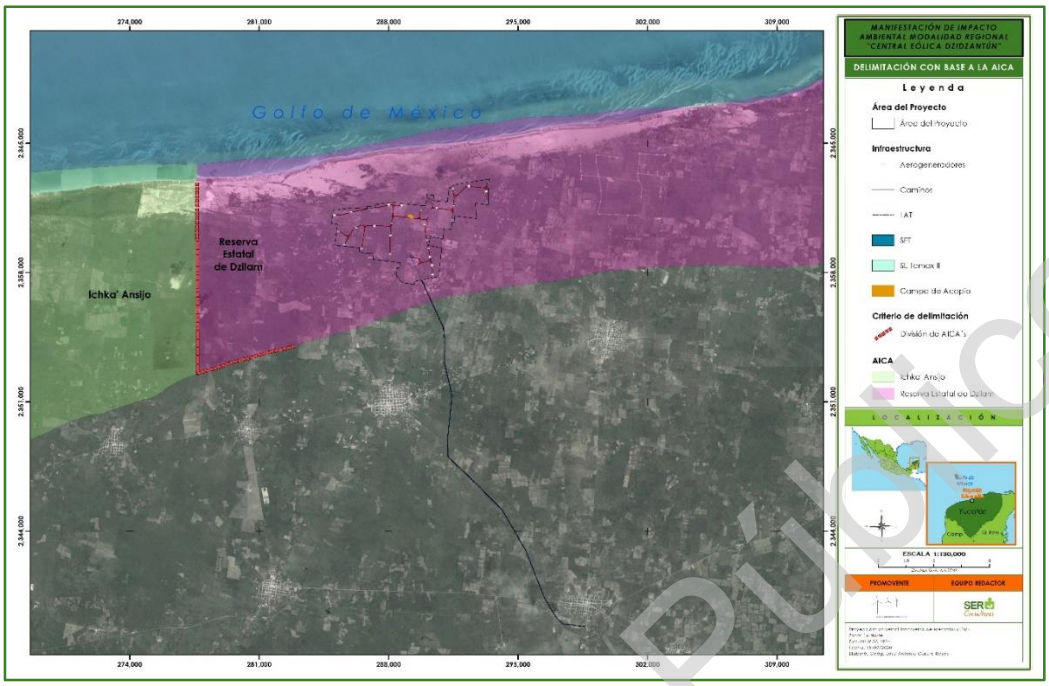


Figura 3. Delimitación con base al AICA.
Fuente: CONABIO.

Las secciones del flanco ESTE, NORESTE y una fracción del OESTE se establecieron con base a la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam.



Figura 4. Delimitación con base a la RTP.
Fuente: CONABIO.

Consulta al Público

La mayor superficie del SAR se estableció con base en las UGAS DZD11-SEL_AP2, DZD09-SEL_AP1 y DZD07-SEL_C3 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY); las cuales guardan homogeneidad en su paisaje y uniformidad en las actividades económicas.

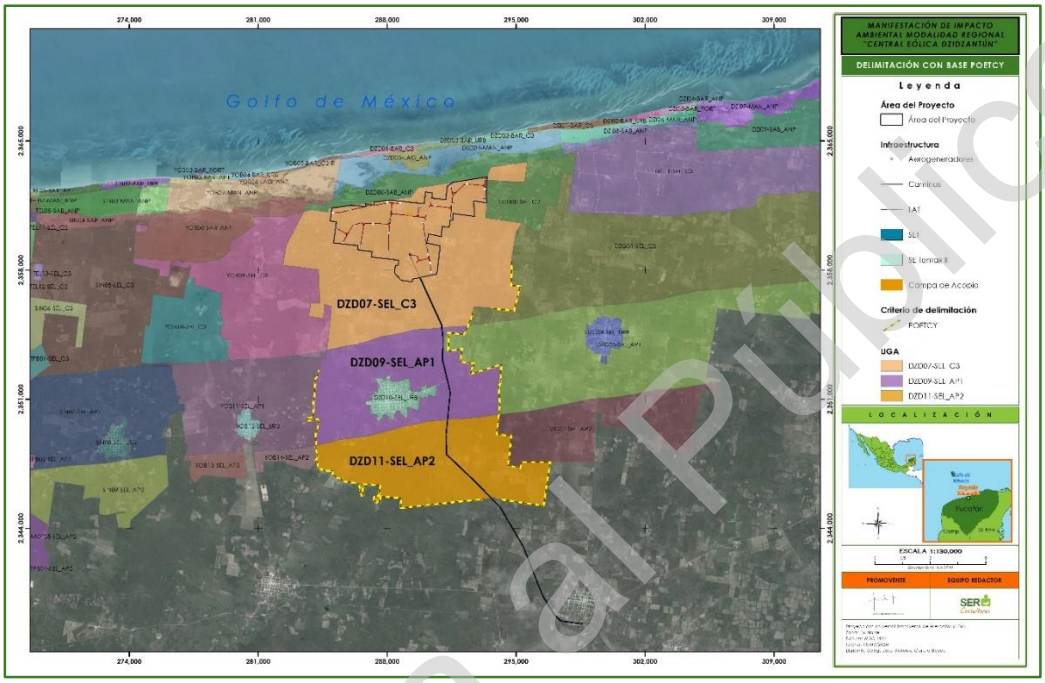


Figura 5. Delimitación con base al POETCY.
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán.

Consulta al Público

Se decidió establecer el SAR en torno a la Línea de Alta Tensión con base a un geoprocesamiento de área de influencia (buffer) de 300 m a cada lado, distancia apropiada que garantiza la maniobrabilidad de la estructura, tanto para su instalación como para su mantenimiento.



Figura 6. Delimitación resultante por geoprocesamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

El extremo NORESTE se definió con el límite entre las ANP´s Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán y la Reserva Estatal de Dzilam, excluyendo esta última del SAR.

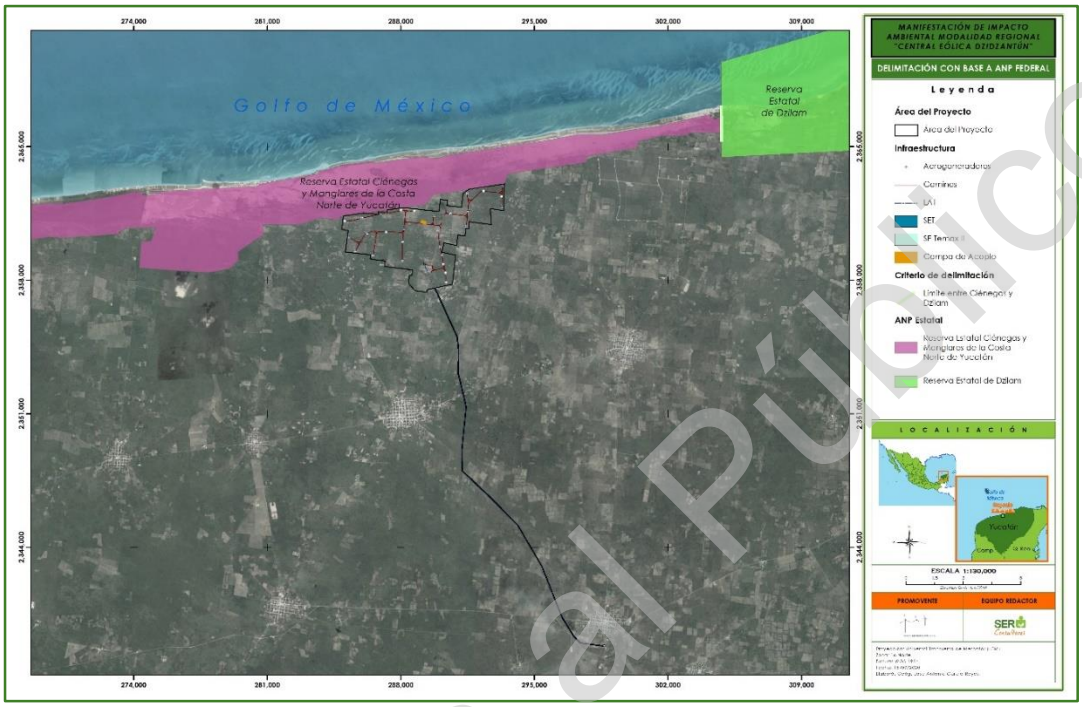


Figura 7. Delimitación con base a la transición entre ANP´s.
Fuente: CONABIO.

Por medio del proceso aquí descrito se logró determinar la Unidad de Análisis para el presente proyecto, el cual tiene una superficie de 29,540.274 ha. El presente SAR se considera apropiado para describir los elementos bióticos y abióticos de la región, puesto que contiene uniformidad y continuidad.

Consulta al Público

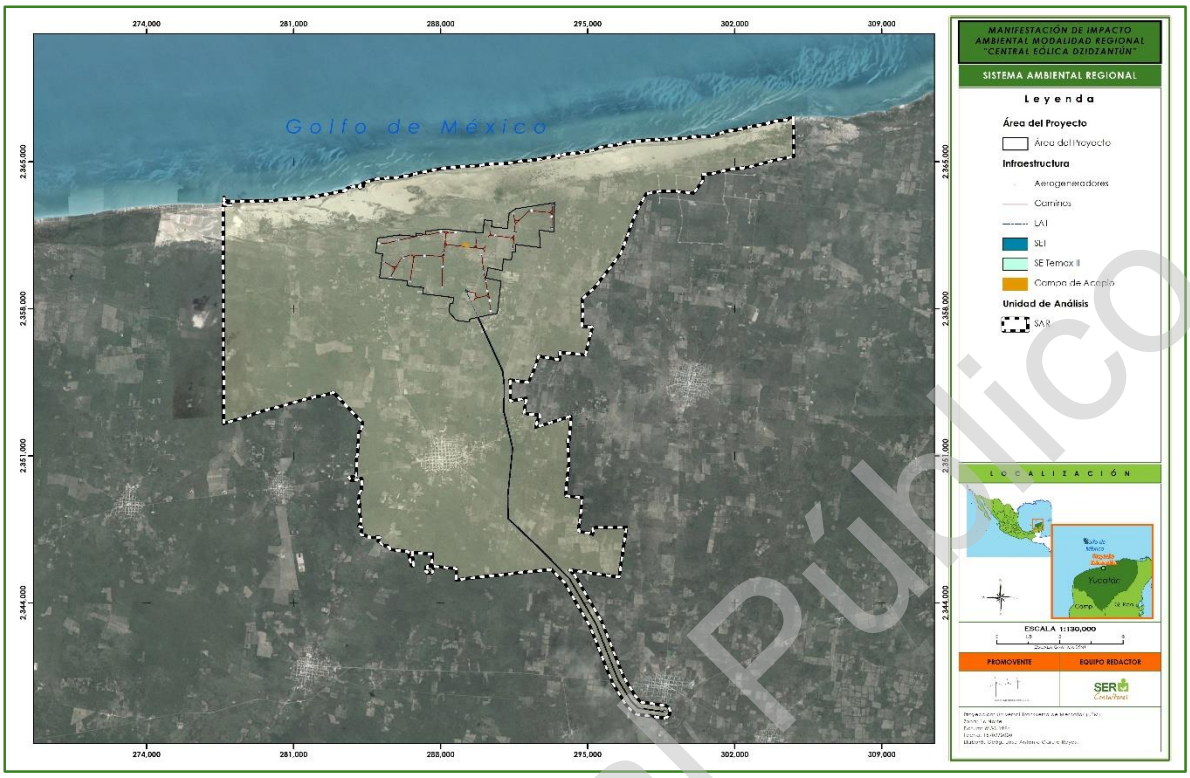


Figura 8. Sistema Ambiental Regional (SAR).
Fuente: Elaboración propia.

IV.2. Delimitación del área de influencia directa.

Tomando en consideración las características del proyecto y las condiciones medioambientales que conforman el sitio donde se pretende su implementación se considera que el área de influencia directa corresponde al área de proyecto definida ya que los impactos que ocasione el proyecto se lograrán contener en el mismo espacio definido sin afectar zonas aledañas.

IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

Para el desarrollo de este apartado se analizarán de manera retrospectiva la calidad ambiental del SAR, para definir su estructura y su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia. En dicho análisis se considerará la variabilidad estacional de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias.

Consulta al Público

IV.3.1.1. Medio Abiótico

IV.3.1.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con INEGI[1], dentro del SAR y el área de proyecto se distribuyen cuatro tipos de clima, según la clasificación de Köppen modificada por García (2004). Los climas identificados se describen a continuación:

Aw0(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Aw0: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

BS1(h')w(x'): Semiseco muy cálido, con temperatura media anual mayor a los 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal de mayor a 10.2.

BS0(h')w(x'): Seco muy cálido, con temperatura media anual mayor a los 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2.

En el siguiente mapa se presenta la distribución de los climas a nivel del SAR y del área del proyecto.

Consulta al Público

1 INEGI, 2016. Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas.

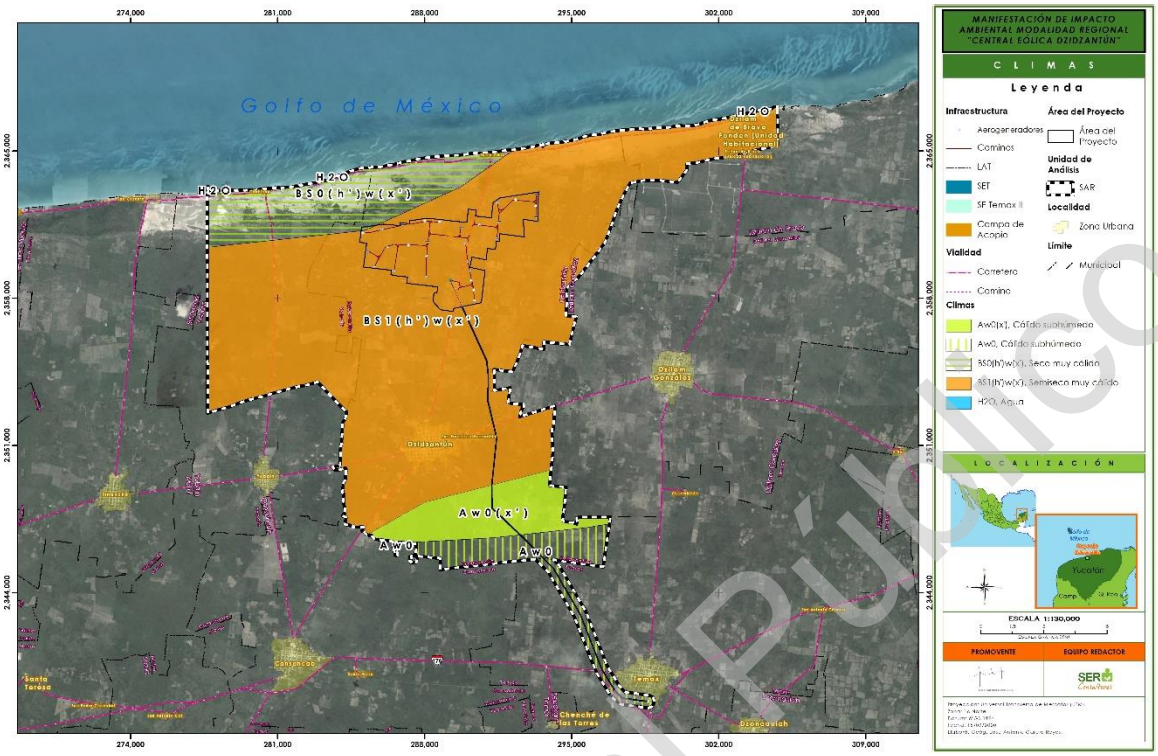


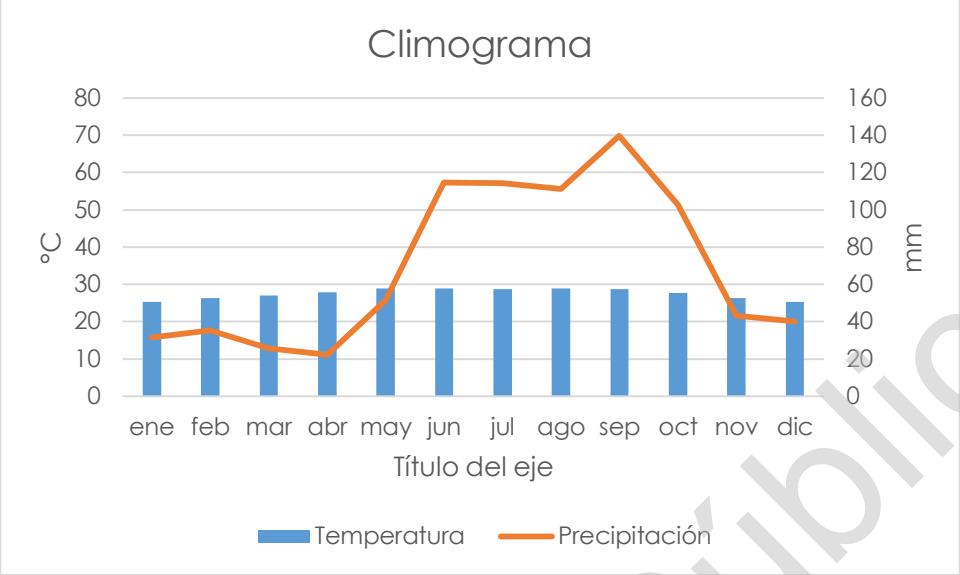
Figura 9. Mapa de distribución de climas
Fuente: INEGI; elaboración propia.

IV.3.1.1.1.1. Precipitación y temperatura

Para conocer las características de precipitación y temperatura que predominan dentro del área del proyecto y la región, se revisaron los datos de precipitación y temperatura reportados por las Estaciones Meteorológicas más cercanas. En este caso se consideraron los datos de la estación 31094 – Dzidzantún reportados para el periodo 1951-2010, los cuales indican una temperatura media de 27.5 °C y una precipitación anual de 831.9 mm.

A continuación, se presenta el climograma generado con los datos mensuales de temperatura y precipitación del periodo 1951 – 2010, donde se observa que los meses más calurosos son de mayo a septiembre, mientras que la mayor precipitación se da en los meses de junio a octubre.

Consulta al Público



Gráfica 1. Climograma de la estación meteorológica 31094 Dzidzantún.
Fuente: CONAGUA. Elaboración propia.

IV.3.1.1.1.2. Vulnerabilidad y riesgos hidrometeorológicos

A partir de la información obtenida mediante el SIG sobre riesgos (Atlas Nacional de Riesgos; http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/), se revisaron los siguientes factores hidrometeorológicos; sequía, heladas, tormentas de electricidad, tormentas de granizo, tormentas de nieve, inundaciones, ondas gélidas y cálidas, ciclones tropicales, tornados, viento y sus respectivos indicadores y escenarios. A partir de ello, teniendo en cuenta los grados de peligro (grado de un agente perturbador que puede ocasionar daños) y riesgo (probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores), se han seleccionado, solamente, los componentes relevantes a tener en cuenta por el proyecto que pudieran limitar su desarrollo (incluidas sus fases y medidas de corrección y mitigación), ya que una afección directa o indirecta significativa del proyecto sobre los factores climáticos (hidrometeorológicos) no es posible.

Sequía

Dentro del Sistema Ambiental Regional, el fenómeno de sequía se presenta en la mayor parte de su extensión en grado muy bajo y sólo en la parte del SAR que involucra a la Línea de Alta Tensión en grado bajo, tal como se puede observar dentro de la siguiente figura.

Consulta al Público

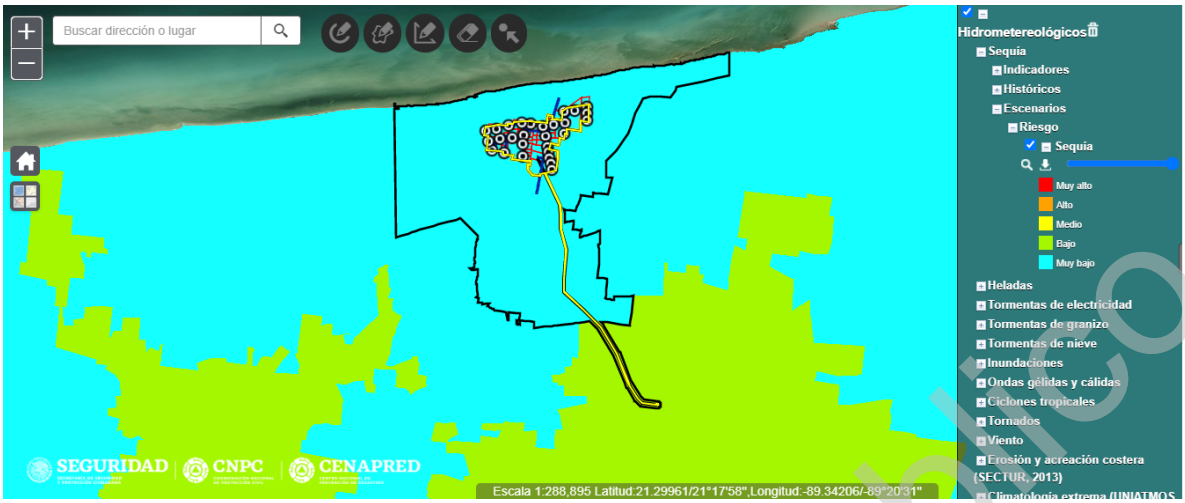


Figura 10. Grado de peligro por sequía en el SAR y Área del proyecto.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Tormentas

En el caso de las tormentas, se tiene que el Atlas Nacional de Riesgos señala que el riesgo de que se presenten tormentas eléctricas y de granizo dentro del Sistema Ambiental Regional es muy bajo, por lo que no representa una limitante para la implementación del proyecto dentro del sitio seleccionado.

En la siguiente figura se muestra el grado de riesgo por tormenta eléctrica y de granizo dentro del SAR.

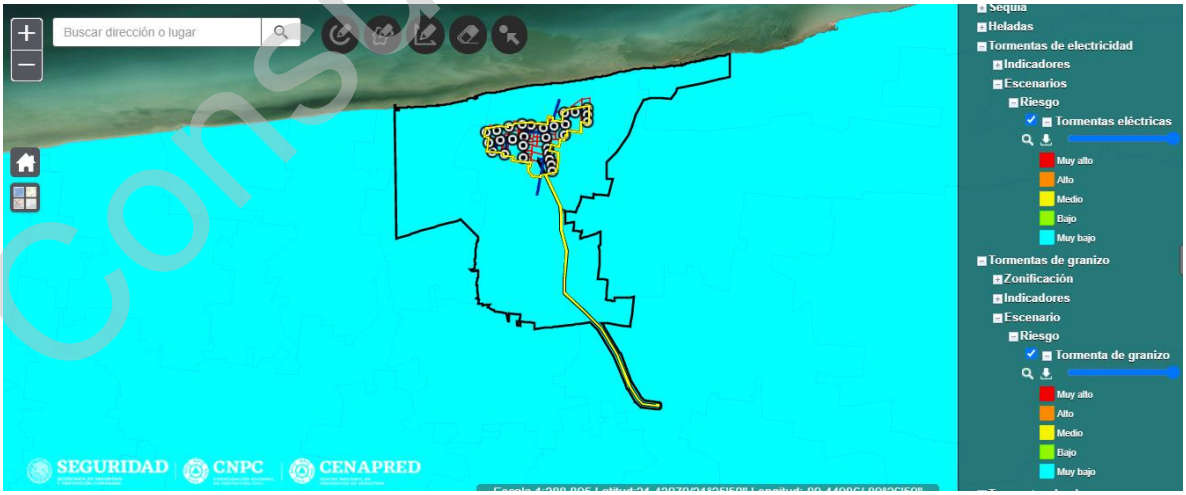


Figura 11. Grado de peligro por tormentas eléctricas y de granizo en el SAR y Área del proyecto.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Consulta al Público

Inundación

En lo que respecta al Índice de peligro por inundación, se tiene que dentro del Sistema Ambiental Regional se presenta en su mayoría en grado bajo, sin embargo, en la parte Noreste del mismo el grado de peligro se considera medio.

En lo que respecta al área del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura, el grado de peligro por inundación corresponde en su totalidad a un grado bajo, por lo que este fenómeno no limita el establecimiento del proyecto en el sitio.

En la siguiente imagen se representa el grado de peligro por inundación en el SAR y el área del proyecto.

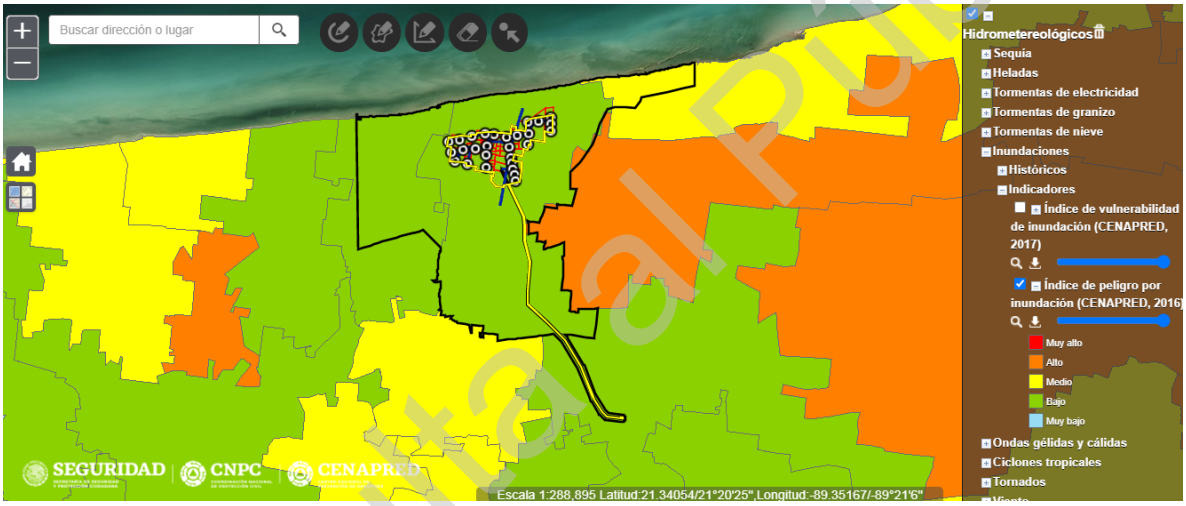


Figura 12. Grado de peligro por inundación en el SAR y Área del proyecto.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

Ciclones tropicales

Por la ubicación del Sistema Ambiental Regional y a su vez del área del proyecto cercanos a la zona costera de la Península, los ciclones tropicales son fenómenos naturales que cobran relevancia para el proyecto, dado que según el Atlas Nacional de Riesgo dentro del SAR el grado de peligro por ciclones tropicales es considerado en la mayoría del territorio como alto (parte central del SAR), sin embargo en los extremos Este y Oeste del SAR el grado de peligro corresponde a bajo y medio respectivamente.

En el caso del área del proyecto, se puede observar que se ubica en la franja considerada con riesgo alto, por lo que la planificación del proyecto debe considerar las adecuaciones necesarias para que estos eventos no representen riesgos adicionales.

Consulta al Público

En la siguiente figura se presenta los grados de peligro por ciclones tropicales al interior del SAR y de área del proyecto.

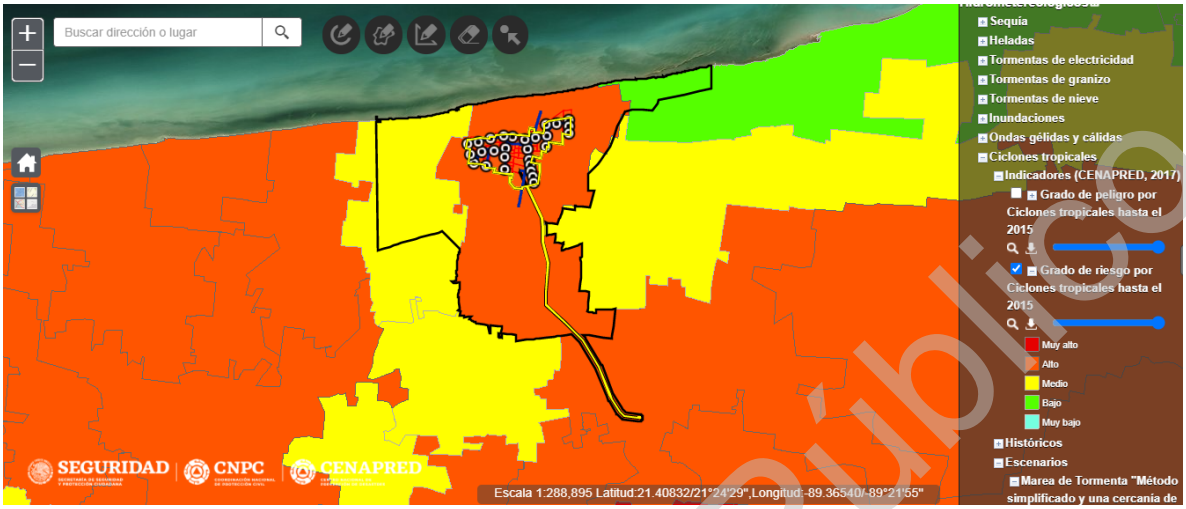


Figura 13. Grado de peligro por ciclones tropicales en el SAR y Área del proyecto.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Viento

El SAR y el área del proyecto se ubican en una zona con altas intensidades de viento, específicamente en una región donde la velocidad del ciento va de 130 a 160 km/h según la regionalización de la CFE, tal como se muestra en la siguiente imagen.

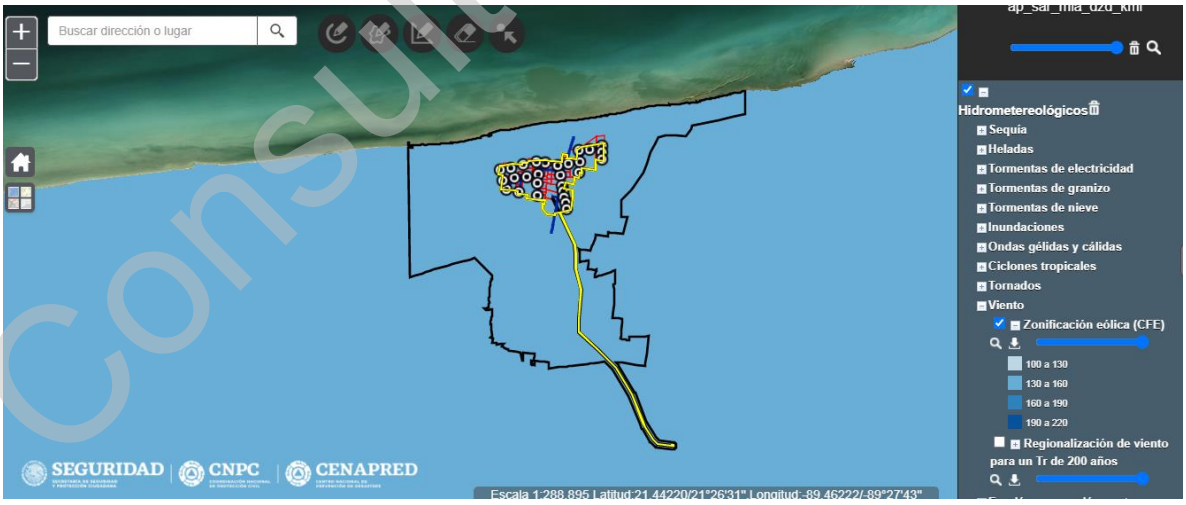


Figura 14. Velocidad del viento en el SAR y Área del proyecto.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto no afectará de forma significativa directa o indirecta al clima y a los fenómenos meteorológicos, sin embargo, éstos si pueden convertirse en

Consulta al Público

factores limitantes, fundamentalmente, para la implantación de medidas de mitigación o compensación relacionadas con la cubierta vegetal y flora, por lo que habrán de ser tenidos en cuenta para su aplicación.

IV.3.1.1.2. Geomorfología y geología

IV.3.1.1.2.1. Geomorfología

El Sistema Ambiental Regional se encuentra inmerso en su totalidad dentro de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, tal como se muestra en el siguiente mapa.

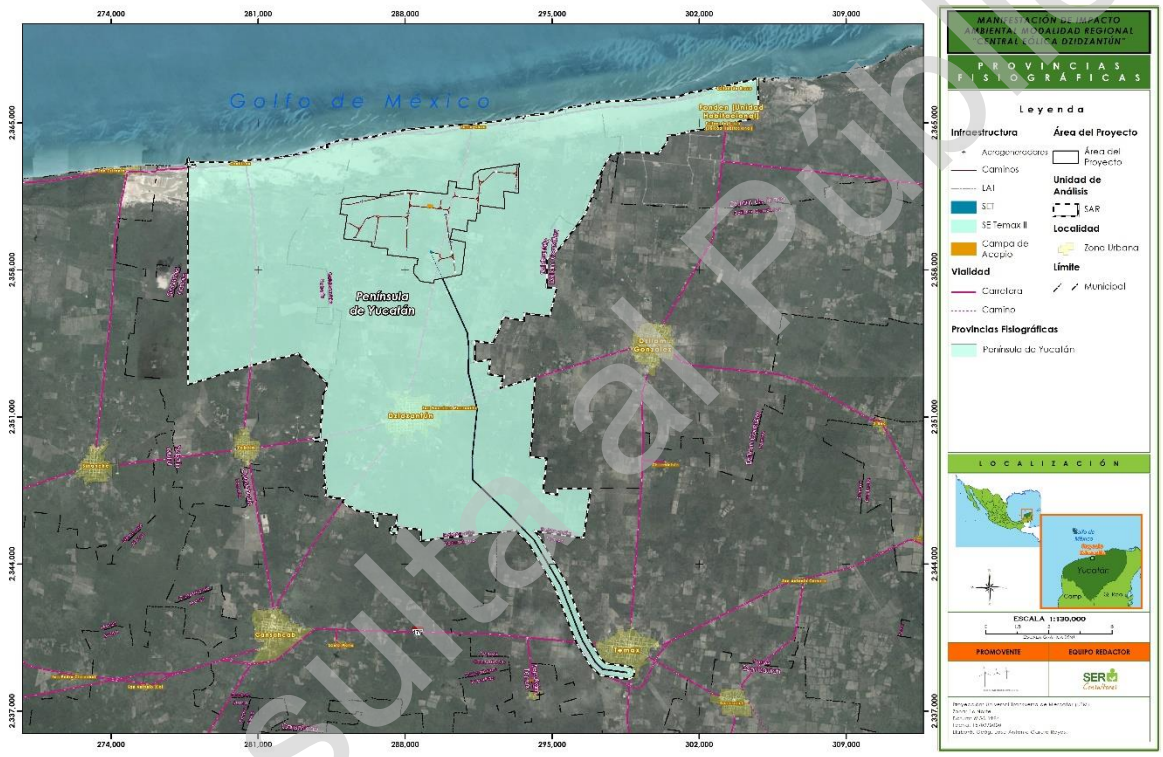


Figura 15. Ubicación del SAR respecto a la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

Consulta al Público

A su vez el SAR se ubica dentro de la Subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, esta se caracteriza por ser una gran llanura de roca caliza con formas muy homogéneas; en el siguiente mapa se presenta la incidencia del SAR y del área del proyecto sobre la Subprovincia fisiográfica.

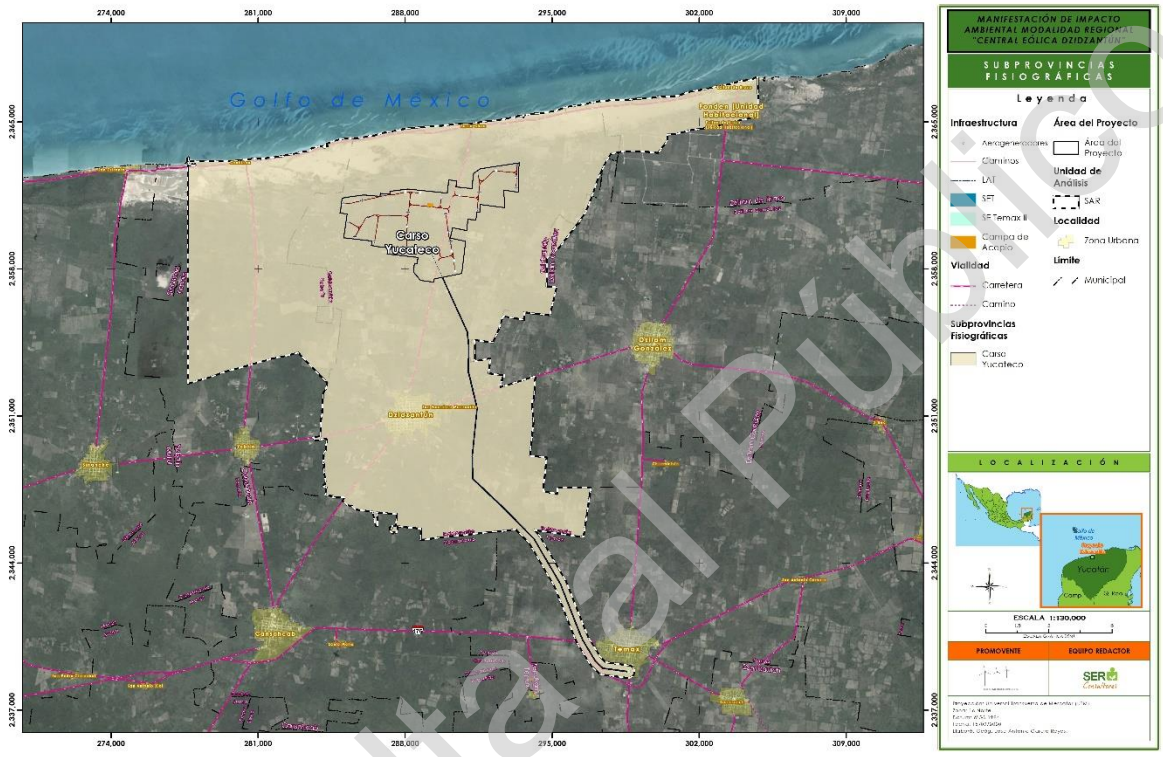


Figura 16. Ubicación del SAR respecto a la Subprovincia Fisiográfica Carso Yucateco.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

En este sentido se tiene que dentro del SAR se encuentran representadas dos tipos de topoformas denominadas Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y Playa o barra inundable salina, las superficies que ocupan dentro del SAR se presentan en la siguiente tabla:

UNIDAD	PLAYA O BARRA INUNDABLE Y SALINA	LLANURA ROCOSA DE PISO ROCOSO O CEMENTADO
	SUPERFICIE (ha)	
SAR	6835.9825	20384.9694
Área del proyecto	66.2637	2253.0592
TOTAL	**6902.2462**	**22638.0285**

Consulta al Público

UNIDAD	PLAYA O BARRA INUNDABLE Y SALINA	LLANURA ROCOSA DE PISO ROCOSO O CEMENTADO
	SUPERFICIE (ha)	
	29540.2747	

Tabla 1. Superficie del SAR por Topoformas.
Fuente: INEGI. Elaboración Propia.

En el siguiente mapa se observa la distribución de las topoformas al interior del SAR y del área del proyecto.

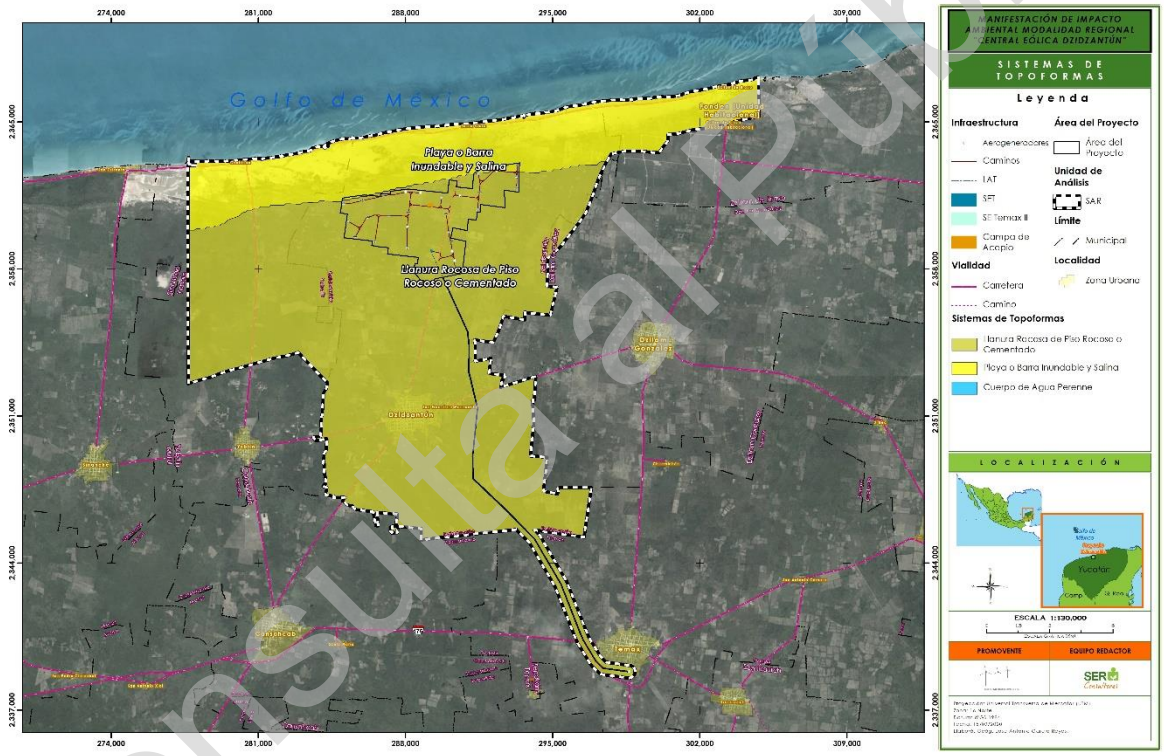


Figura 17. Ubicación del SAR respecto a las topoformas.
Fuente**:** INEGI; elaboración propia.

Tal como se observa en la tabla y mapa anterior, la topoforma presente en el área del proyecto es la llanura rocosa de piso rocoso o cementado, la cual se caracteriza por ser un área sin elevaciones o depresiones prominentes, conformada por rocas y formada por roca o material clástico compactado.

Consulta al Público

IV.3.1.1.2.2. Geología

De acuerdo con INEGI[2,3,4] en el SAR se presentan cuatro claves geológicas siendo predominante dentro del SAR la roca sedimentaria caliza del Cuaternario, además el SAR está compuesto de suelo lacustre y suelo litoral, en la siguiente tabla se presenta la composición geológica del SAR y del área del proyecto.

UNIDAD	CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SUPERFICIE (ha)
SAR	H2O	Agua	Cuerpo de Agua Perenne	N/A	N/A	62.0631328
	Q(la)	Suelo	Suelo Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	3,127.38345
	Ts(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Neógeno	17,984.5271
	Q(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Cuaternario	5,723.55996
	Q(li)	Suelo	Suelo Litoral	Cenozoico	Cuaternario	323.41817
Área del proyecto	Ts(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Neógeno	1,530.95824
	Q(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Cuaternario	788.364608
TOTAL						**29,540.2747**

Tabla 2. Superficie del SAR por unidades geológicas.
Fuente: INEGI. Elaboración Propia.

Consulta al Público

[2] *INEGI. 2002. Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Rocas,*
[3] *INEGI. 2002. Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Fallas fracturas.*
[4] *INEGI. 2002. Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Minas otras ubicaciones geológicas.*

Del mismo modo en al siguiente mapa se muestra la composición geológica del SAR.

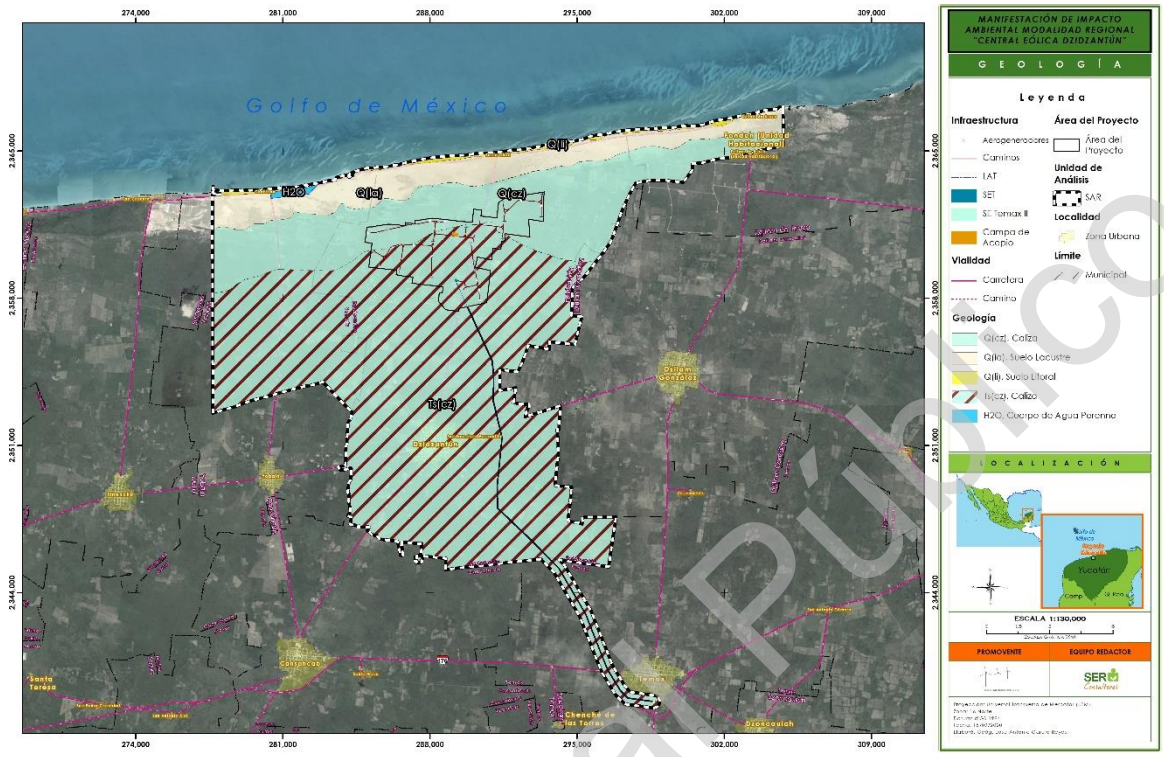


Figura 18. Composición geológica del SAR.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

Adicionalmente a las fuentes de información oficiales como el INEGI, el Promovente se ha dado a la tarea de realizar estudios específicos que le permitan conocer a detalle las características geológicas del terreno, dado que a partir de esto se definirán las particularidades de la infraestructura que conformará el proyecto.

En este sentido, se ha desarrollado por parte del Promovente un "Estudio de Mecánica de Suelos preliminar" para el área del proyecto, desarrollado por "IdeaEnergía" mediante el cual se puede caracterizar geológicamente al área del proyecto como:

- Geológicamente el área del proyecto se encuentra ubicada dentro de la provincia geológica denominada como Plataforma de Yucatan, que comprende un paquete de rocas carbonatadas que abarcan desde el cretácico al cuaternario más reciente.
- En el área del proyecto, las rocas aflorantes corresponden a la formación Carrillo Puerto, de edad Mioceno Superior-Plioceno. Litológicamente está constituida por

Consulta al Público

una secuencia carbonatada formada por caliza y coquina, sobre la que se dispone concordante un paquete sedimentario, constituido por rocas de textura clástica, conformada por cristales finos de calcita y horizontes de conchas mal consolidados, pertenecientes al pleistoceno.

- Como característica fundamental del relieve dentro del área del proyecto es necesario mencionar la existencia de fenómenos kársticos, con desarrollo de cavidades, oquedades y galerías.

Los resultados puntuales de este estudio podrán consultarse de manera digital como anexo al presente estudio.

Ver Carpeta Estudios Específicos: Estudio de mecánica de suelos

IV.3.1.1.2.2.1. Susceptibilidad y riesgos geológicos

A partir de la información obtenida mediante el SIG sobe riesgos (Atlas Nacional de Riesgos; http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/), se revisaron los siguientes factores o elementos que generan riesgo geológico; volcanes y campos volcánicos, hundimientos históricos, peligro por tsunamis, susceptibilidad de laderas, sismos, karst y fallas.

De tal forma, teniendo en cuenta los grados de peligro (grado de un agente perturbador que puede ocasionar daños) y riesgo (probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores), se han seleccionado (sólo) los componentes relevantes a tener en cuenta por el proyecto que pudieran limitar su desarrollo (incluidas sus distintas fases y las acciones de corrección o mitigación), ya que una afección directa o indirecta sobre los factores geológicos seleccionados no se producirá.

Peligro por Sismos

Mediante la consulta al Atlas Nacional de Riesgos (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/), se han obtenido los indicadores sobre sismos: global de intensidad, periodos de retorno a 10, 100 y 500 años y la regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE, 2015).

Consulta al Público

La regionalización indica que el SAR y el Área del proyecto se ubican dentro de la Zona A que representa un riesgo bajo de ocurrencia de sismos, por lo que este fenómeno no es limitante para el desarrollo del proyecto.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del SAR y área del proyecto respecto a la regionalización propuesta por la CFE.

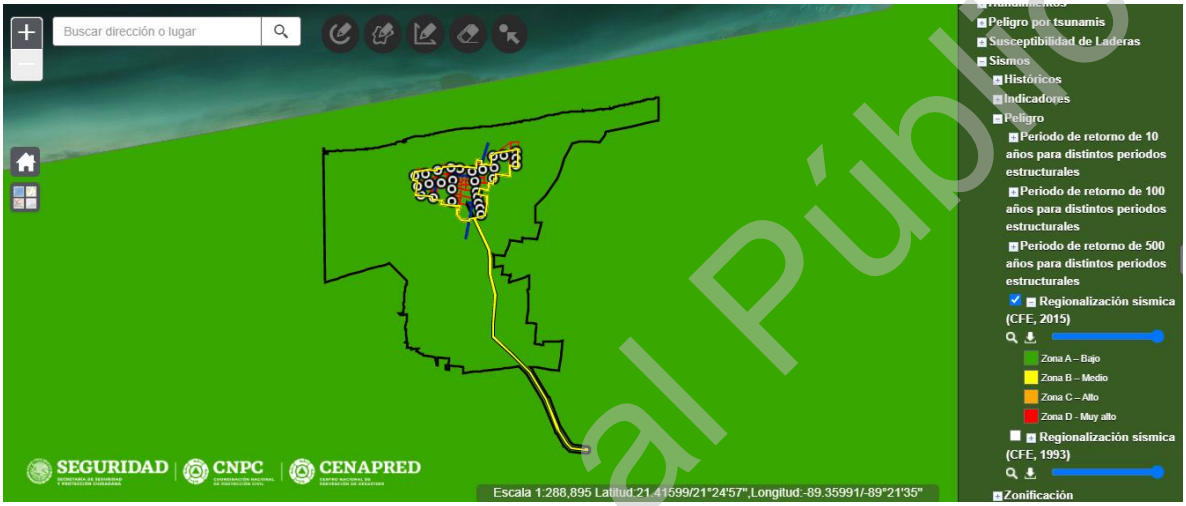


Figura 19. Sismos. Indicador global de intensidades.
Fuente: Atlas Nacional de riesgos.

Adicionalmente, mediante el Estudio de Mecánica de Suelos preliminar desarrollado para el área del proyecto, se identifica como un posible riesgo geotécnico el riesgo por Karstificación dadas las características únicas de la plataforma carbonatada que constituye la península de Yucatán, por lo que deberá considerarse esta condición al momento de la construcción del proyecto.

IV.3.1.1.3. Suelo

De acuerdo con la información de INEGI[5], en el SAR se presentan ocho asociaciones edafológicas, mientras que en el área del proyecto se presentan solo dos, en el siguiente mapa se presenta la distribución de dichas asociaciones y en la tabla siguiente se muestra su descripción y superficie que ocupan dentro del SAR.

[5] *INEGI. 2013. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional).*

Consulta al Público

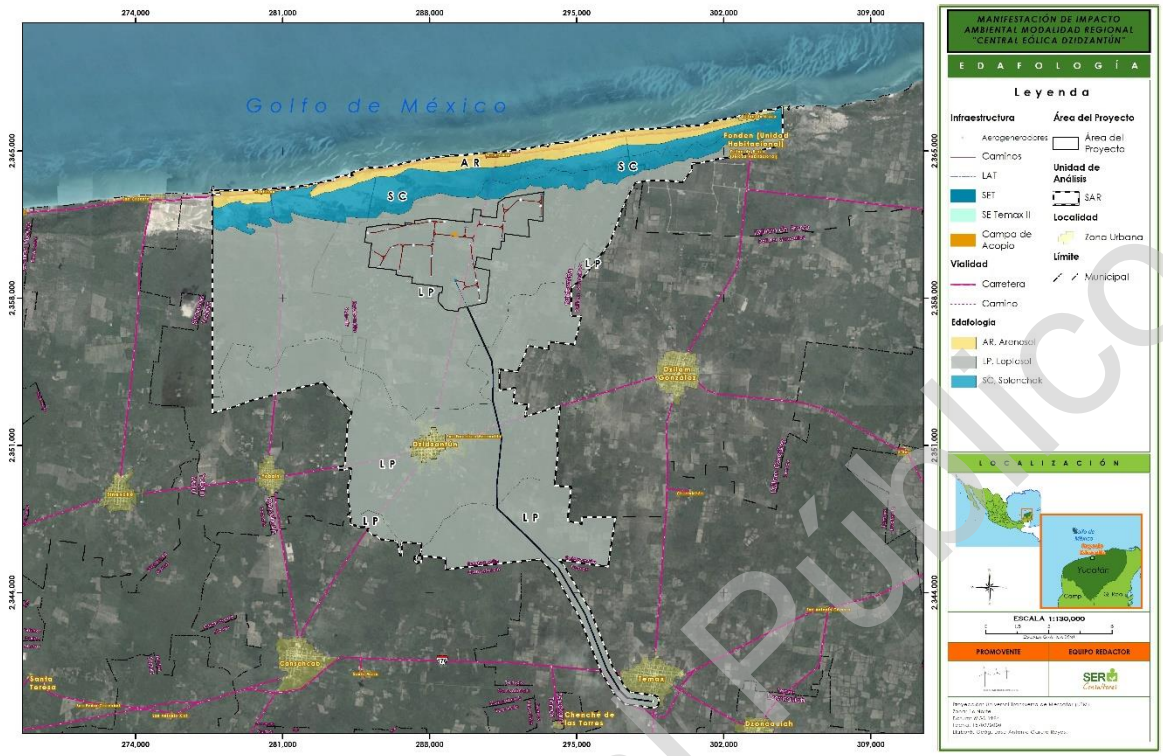


Figura 20. Edafología dentro del SAR.
Fuente**:** INEGI, elaboración propia.

UNIDAD	CLAVE	DESCRIPCIÓN	% SUPERFICIE
SAR	LPhurz+LPhuli+PHcalep/2	Leptosol hémico réndzico + Leptosol hémico letico + Phaeozem calcárico endoléptico de textura media	10.91
	LPhurz+LPhuli/3	Leptosol hémico réndzico + Leptosol hémico letico de textura fina	26.17
	SCgl+GLhusoh+LPhuso/3	Solonchak gleico + Gleisol hémico hipersódico + Leptosol hémico sódico de textura fina	2.85
	ARcasoh+GLhusoh+SCso/1	Arenosol calcárico hipersódico + Gleisol hémico hipersódico + Solonchak hipersódico de textura gruesa	4.85
	LPhuli/2	Leptosol hémico letico de textura media	37.76
	LPrzsk+LPhuli/3R	Leptosol rendzico esqueletico + Leptosol hémico letico de textura fina y superficie pedregosa	0.10
	SCszhsoh+GLhuso+LPhusoh/3	Solonchak hipersódico + Gleisol hémico sódico + Leptosol hémico sódico de textura fina	9.45

Consulta al Público

UNIDAD	CLAVE	DESCRIPCIÓN	% SUPERFICIE
ÁREA DEL PROYECTO	LPhurz+LPhuli+PHcalep/2	Leptosol hémico réndzico + Leptosol hémico letico + Phaeozem calcárico endoléptico de textura media	0.11
	LPhurz+LPhuli/3	Leptosol hémico réndzico + Leptosol hémico letico de textura fina	0.07
	LPhuli/2	Leptosol hémico letico de textura media	7.74
TOTAL			100.00

Tabla 3. Asociaciones edafológicas presentes en el SAR.
Fuente: INEGI. Elaboración Propia.

IV.3.1.1.3.1. Descripción de los grupos de suelos del SAR

GLEYSOL

Los Gleysoles son suelos lodosos de humedales (ocupan áreas deprimidas y posiciones bajas del paisaje). Se trata de suelos climáticamente azonales que, a menos que sean drenados, están saturados con agua freática somera por períodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyico. Este patrón está esencialmente hecho de colores rojizos, parduzcos o amarillentos en la cara de los agregados o en la capa o capas superficiales del suelo, en combinación con colores grisáceos/azulados en el interior de agregados o más profundo en el suelo.

Están formados por materiales no consolidados, principalmente fluviales, marinos y lacustres.

El principal obstáculo para la utilización de los Gleysoles es la necesidad de drenar el suelo para bajar la capa de agua freática. Drenados adecuadamente pueden usarse para cultivos arables, producción lechera y horticultura. La estructura del suelo será destruida por un largo tiempo si los suelos son laboreados cuando están muy mojados. En consecuencia, los Gleysoles en áreas deprimidas con posibilidades no satisfactorias de bajar la capa de agua freática se mantienen mejor bajo una cubierta permanente de vegetación natural.

LEPTOSOL

Son suelos muy someros sobre roca continua (en superficie o muy cerca de ella) y extremadamente gravillosos o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales, particularmente comunes en regiones montañosas, siendo un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Su drenaje interno excesivo y su escasa profundidad puede causar sequía incluso en ambientes húmedos (sequía fisiológica).

Consulta al Público

La erosión es su mayor amenaza, particularmente en regiones montañosas (los leptosoles en pendiente son generalmente más fértiles que los de tierras llanas). Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y conformación en terrazas, pero el precio de la erosión es severo.

PHAEOZEM

Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y están intensamente lixiviados. Son muy parecidos a Chernozems y Kastañozems pero están más intensamente lixiviados. Tienen horizonte superficial oscuro y pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas para diversas especies de granos. También se usan para cría de ganado y engorde en pastos mejorados. Sin embargo, la erosión eólica e hídrica son peligros serios para estos suelos.

SOLONCHAK

Los Solonchaks son suelos salinos de cualquier material no consolidado, que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. En áreas bajas, con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Allí donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad (Solonchaks internos).

IV.3.1.1.3.2. Degradación del suelo en el SAR y en el área del proyecto

Dentro del Sistema Ambiental Regional, se presentan dos grados de degradación del suelo, en su mayoría el SAR presenta degradación ligera y en menor proporción degradación extrema, la cual se ubica en la zona más cercana a la costa. En el caso del área del proyecto se tiene que el suelo presenta degradación en grado ligero.

En el siguiente mapa se muestra la degradación del suelo dentro del SAR.

Consulta al Público

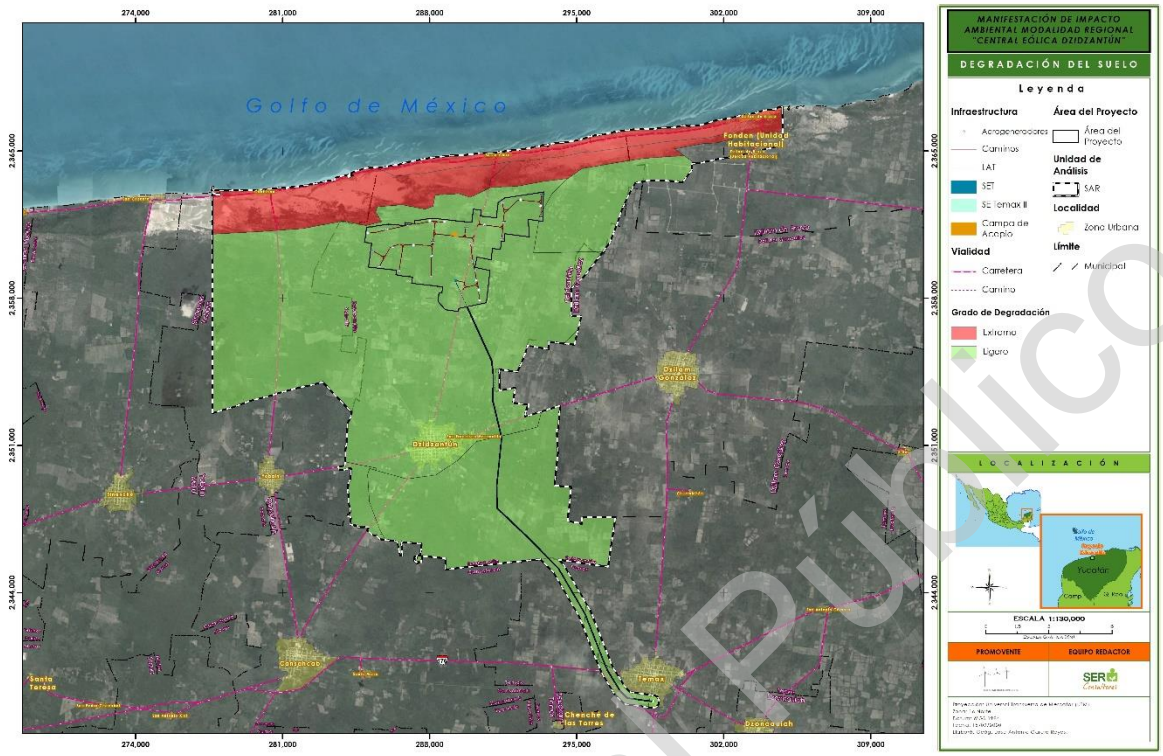


Figura 21. Degradación dentro del SAR.
Fuente**:** INEGI, elaboración propia.

En la siguiente tabla se definen el grado, el tipo y la causa de degradación del suelo presente en el SAR y en el área del proyecto.

UNIDAD	GRADO	TIPO	CAUSA	% SUPERFICIE
SAR	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	6.00
	Extremo	Degradación física por pérdida de la función productiva	Urbanización	3.56
	Extremo	Degradación física por pérdida de la función productiva	Urbanización	3.87
	Extremo	Degradación física por pérdida de la función productiva	Actividades industriales	8.45
	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	49.86
	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	0.06
	Ligero	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán	Actividades agrícolas	18.17

Consulta al Público

UNIDAD	GRADO	TIPO	CAUSA	% SUPERFICIE
	Ligero	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán	Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	1.15
	Ligero	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán	Actividades agrícolas	0.02
	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	0.92
Área del Proyecto	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	0.02
	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	7.79
	Ligero	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán	Actividades agrícolas	0.10
	Ligero	Degradación física por compactación	Sobrepastoreo	0.04
TOTAL				100.00

Tabla 4. Grado, tipo y causa de degradación del suelo en el SAR.
Fuente: INEGI. Elaboración Propia.

IV.3.1.1.4. Hidrología superficial y subterránea

IV.3.1.1.4.1. Ubicación Hidrogeográfica

De acuerdo con la información de INEGI[6], el SAR se ubica dentro de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán), la cual tiene una extensión territorial de 58,135 km^2, una precipitación normal anual (1981-2010) de 1,143 mm[7], de manera específica, el proyecto se ubica en la cuenca Yucatán dentro de la subcuenca Mérida. En la siguiente figura se muestra la ubicación del SAR respecto a la Región Hidrológica.

[6] INEGI, 2010. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0, Región Hidrográfica Tehuantepec (RH22), Cuenca hidrográfica L. Superior e Inferior (RH22A).

[7] Comisión Nacional del Agua. (2016). Estadísticas del agua en México, Edición 2016. Ciudad de México: SEMARNAT-CONAGUA.

Consulta al Público

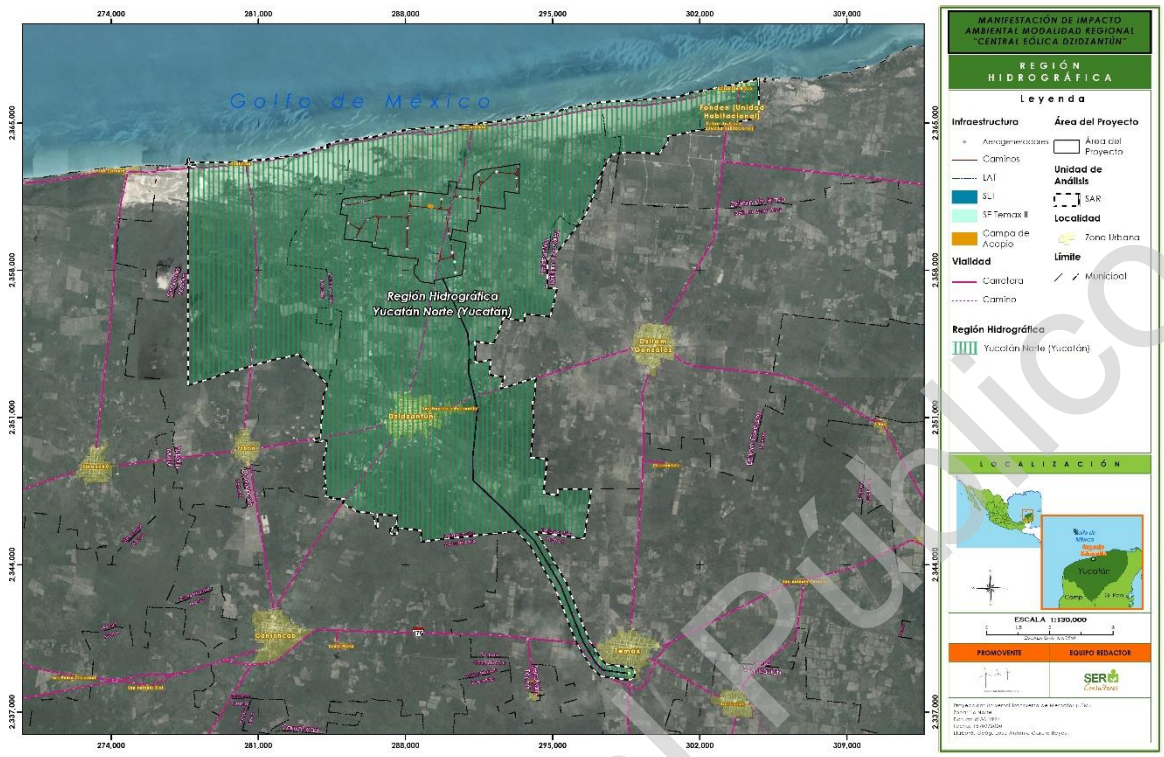


Figura 22. Región Hidrológica respecto al SAR y el AP.
Fuente**:** INEGI, elaboración propia.

De la misma forma, el SAR y el área del proyecto se encuentran inmersos en su totalidad en la Cuenca Hidrológica Yucatán, como se muestra en la siguiente figura.

Consulta al Público

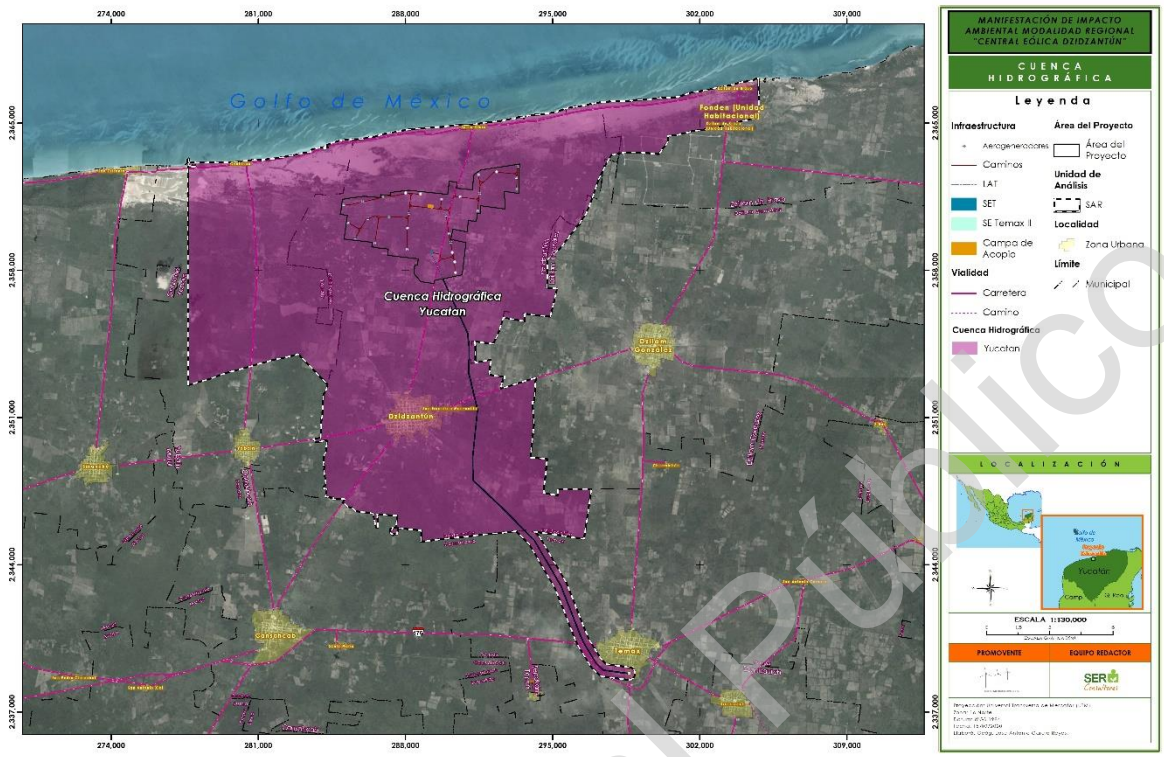


Figura 23. Cuenca Hidrográfica respecto al SAR y el AP.
Fuente**:** INEGI, elaboración propia.

Las subcuencas, están delimitadas por un parteaguas y es donde se concentran los escurrimientos que desembocan en el curso principal del río en este caso se refiere a los escurrimientos efímeros. El SAR y el área del proyecto se ubican dentro de la Subcuenca Mérida como se muestra a continuación.

Consulta al Público

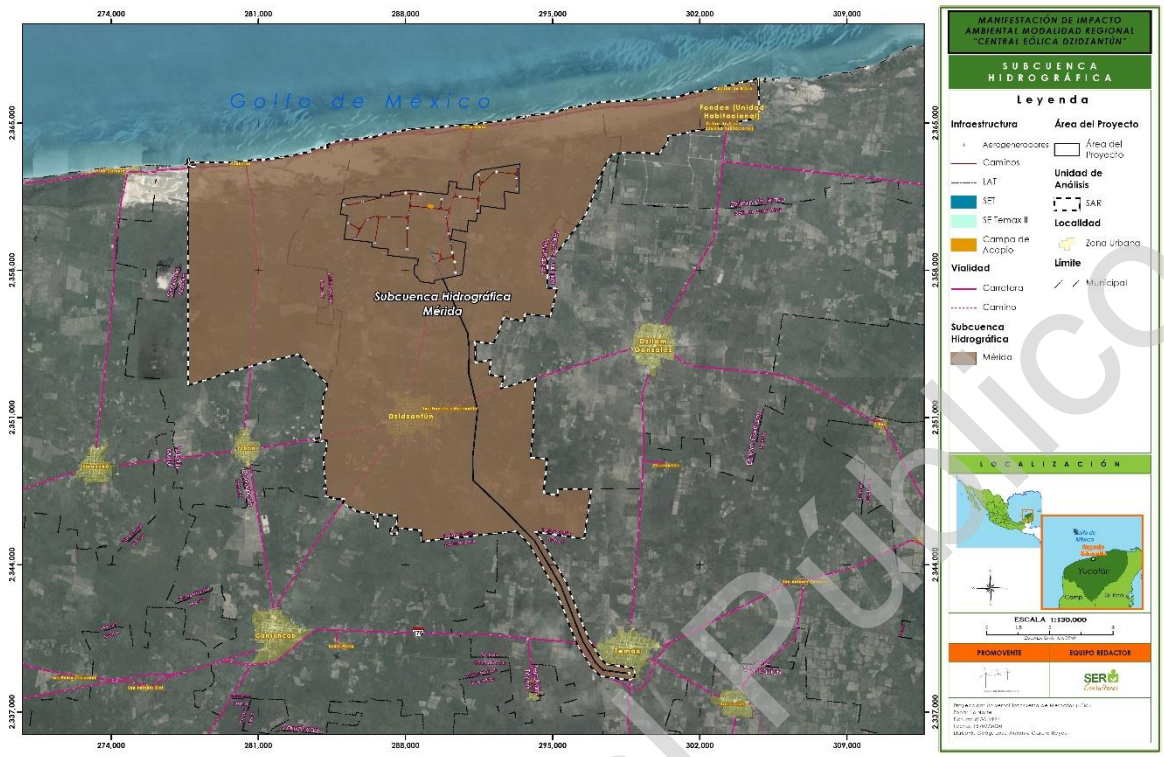


Figura 24. Cuenca Hidrográfica respecto al SAR y el AP.
Fuente: INEGI, elaboración propia.

IV.3.1.1.4.1.1. Hidrología superficial

En Yucatán no existen cuerpos acuíferos superficiales como ríos, arroyos o lagos, sin embargo, debido a las características del subsuelo, la karstificación propicia el almacenamiento y el movimiento del agua subterránea a través de una red de cavidades interconectadas con fracturas, conductos de disolución, oquedades y cavernas localizadas a diferentes profundidades. Está red de corrientes subterráneas se manifiestan a lo largo y ancho de la geografía estatal en forma de grutas y aguadas llamadas cenotes que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea, estos cuerpos a nivel del manto freático están conectados con otros flujos laminares subterráneos no expuestos que forman un sistema donde sus niveles varían de 130 metros en el vértice del sur del Estado a dos o tres metros en el cordón litoral, donde se realiza la descarga natural del acuífero rumbo a Celestún, Dzilam de Bravo y San Felipe,

Consulta al Público

que desembocan a manera de ríos y fluye hacia las lagunas costeras alimentando los esteros y lagunas costeras.[8]

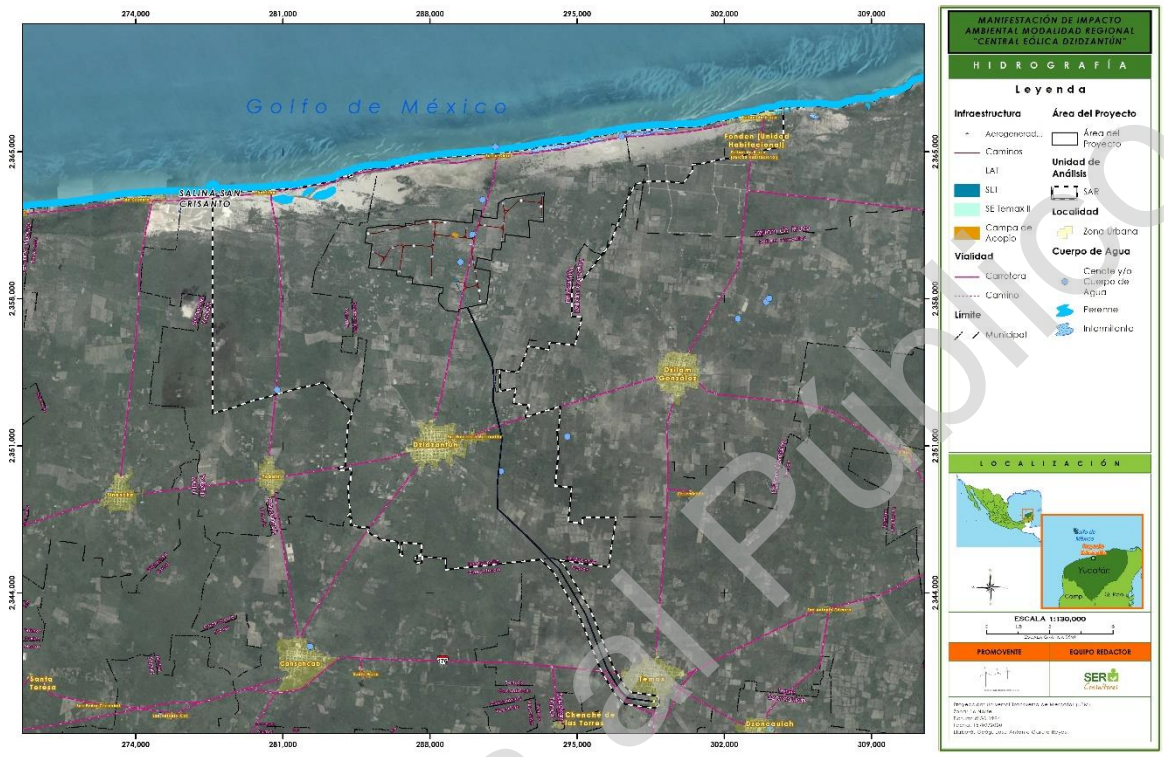


Figura 25. Hidrología superficial respecto al SAR y el AP
Fuente: INEGI, Elaboración propia

IV.3.1.1.4.1.2. Hidrología subterránea

El SAR y el proyecto se ubican en su totalidad sobre el acuífero denominado Península de Yucatán. A continuación, se describen las características principales de dicho acuífero.

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro.

Las rocas calizas constituidas por conchas y esqueletos de organismos se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primarias, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras que los estratos de caliza masiva

[8] Durán, R., & Méndez, M. (Eds.). (2010). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Yucatán: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Consulta al Público

presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal, como vertical a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

El acuífero presenta un notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie como cenotes y dolinas de gran tamaño, cuya alineación está asociada a debilidades estructurales. En el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán, clave 3105. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbramientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados. Se considera que el acuífero tiene una disponibilidad máxima de volumen de agua subterránea que puede extraerse de 7,271.2 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida[9].

[9] DOF 2013. ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Consulta al Público

- Cenotes

La palabra cenote viene del vocablo maya ts'ono'ot o d'zonot, que significa "caverna con depósito de agua". Este término se ha generalizado para designar a la mayoría de las manifestaciones kársticas en la península de Yucatán. Los cenotes son sistemas complejos y dinámicos. Por su origen se clasifican como lagos de disolución o generados por la actividad del agua sobre la roca soluble. El lago kárstico elemental es la dolina-colapso. El término cenote denota cualquier espacio subterráneo con agua, con la única condición de que esté abierto al exterior en algún grado. Es decir, incluye toda manifestación kárstica que alcance el nivel freático. El número aproximado de cenotes en la península no se ha determinado con exactitud dada la dinámica existente en su formación. El número considerado en el estado de Yucatán va de los 7 000 a los 8 000 cenotes; la cobertura de bosque ha hecho más difícil el cálculo para los estados de Campeche y Quintana Roo[10]. Para la búsqueda de información bibliográfica inicialmente se consultaron las fuentes oficiales, como es la Bitácora Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán con fecha del 12 de julio de 2007 y la Red Hidrográfica, Escala 1:50 000 de INEGI (2010), además para completar la información se utilizaron datos no oficiales del colectivo de trabajo Geocomunes[11]. Con los insumos bibliográficos antes mencionados se tiene que dentro del área del proyecto no se tiene registro de cenotes.

IV.3.1.1.4.1.3. Permeabilidad del suelo

La permeabilidad del suelo resulta de suma importancia para la recarga de los acuíferos, ya que cuanta mayor permeabilidad exista en el suelo mayor será la capacidad de transmitir agua y aire, favoreciendo su infiltración en el sitio.

De acuerdo a lo anterior, se tiene que dentro del SAR y el AP se presentan dos tipos de permeabilidad, mismas que se describen a continuación:

Permeabilidad de medio a alto de tipo generalizada. Tiene un origen del Pleistoceno y reciente, tiene una geología de terrazas marinas, gravas, arenas y limos y está formado principalmente de depósitos aluviales y lacustres.

[10] Beddows, Patricia, Paul Blanchon, Elva Escobar, Olmo Torres-Talamante, 2007. Los cenotes de la península de Yucatán, Arqueología Mexicana núm. 83, pp. 32-35.
[11] Geocomunes. 2019. Cenotes en la península de Yucatán, consultado 01-05-2020 en: http://132.248.14.102/layers/CapaBase:cenotes_completo2#more

Consulta al Público

Permeabilidad Alta de tipo localizada. Tiene su origen en el Cretácico medio e inferior, terciario, presenta rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas de tipo calizas y areniscas.

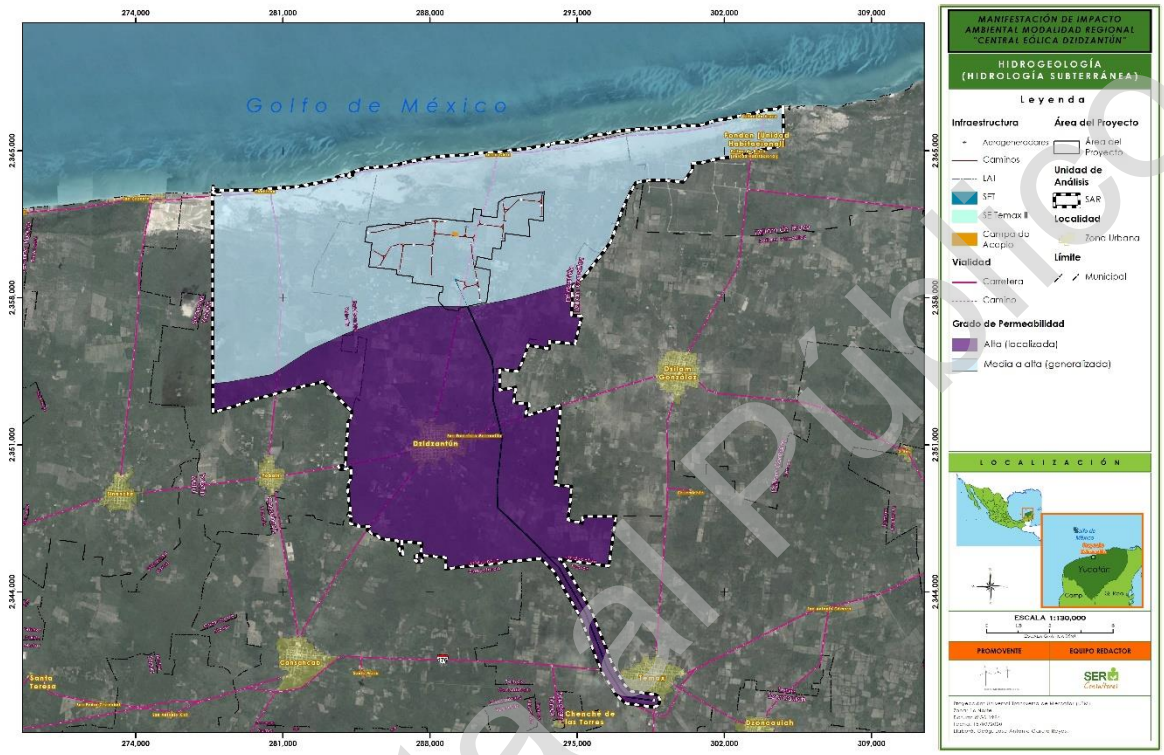


Figura 26. Permeabilidad en el SAR y AP.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

IV.3.1.1.5. Aire

En la Península de Yucatán, la Circulación General de la Atmosfera proporciona y causa fenómenos atmosféricos que rigen las condiciones hacia las celdas de flujo local de energía y con ello eventos locales. Aportes locales de estos flujos como son los frentes fríos que viajan desde los polos a más de 8 km de altura y se expande hasta las regiones tropicales sobrepasando los 14 km provoca en promedio más de 45 frentes fríos al año. Por su parte la inyección de calor a nivel global junto con la humedad que viaja en las regiones intertropicales provoca más de 20 perturbaciones ciclónicas en promedio en el verano.

Con lo cual, para verano significa las intensas lluvias que comienzan en mayo alimentados por las corrientes del Mar Caribe y Golfo de México principalmente y en menor medida por la vertiente del Pacífico. Para finales de cada año los nortes transportan humedad tierra adentro ya que esta no se pudo evaporar por la disminución de la radiación solar y enfriamiento de los océanos.

Consulta al Público

Los vientos alisios que predominan en Yucatán tienen direcciones este y noreste. Se mantienen durante todo el año y alcanzan velocidades máximas en rachas de hasta 30 km/h, en promedio. En diciembre, cuando se da inicio al invierno en el hemisferio norte y comienza el enfriamiento del continente, estos vientos son más fuertes y nos trae el frío de invierno. Como viene sobre el mar, arrastra vapor de agua y pueden causar fuertes precipitaciones e inundaciones en el Caribe Centroamericano.

En la siguiente figura se presenta la rosa de los vientos para la estación climatológica de Mérida y la de Dzilam de Bravo (la más cercana en proporcionar datos de viento para el área del proyecto).

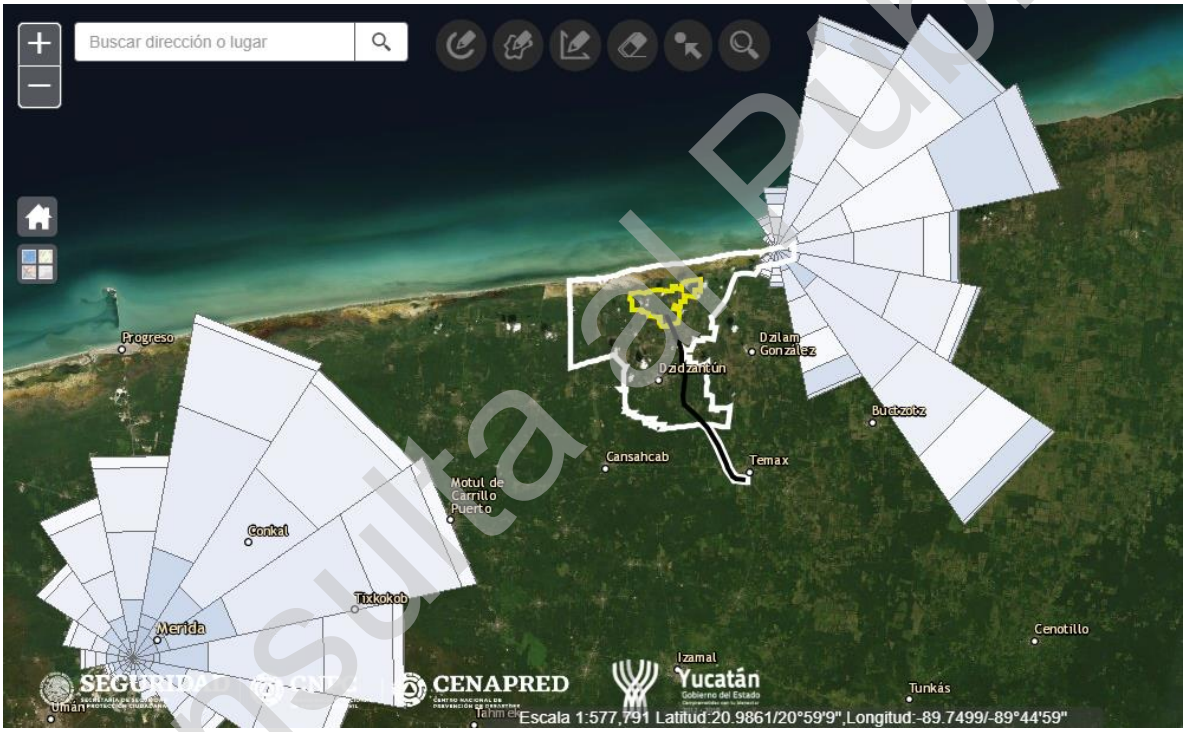


Figura 27. Intensidad de los vientos a lo largo del año en la estación Climatológica Mérida y Dzilam de Bravo
Fuente: Visualizador del Atlas Estatal de Riesgos de Yucatán

El vector resultante de los vientos está orientado con rumbo NE con más del 50% de eventos hacia esta dirección y un vector hacia el sureste.

Consulta al Público

IV.3.1.2. Medio Biótico

IV.3.1.2.1. Vegetación

México posee una de las floras más variadas de América, debido a la circunstancia de encontrarse situado entre la zona templada del norte y la zona tropical con bastante considerable extensión de zona subtropical. La variedad de la flora mexicana refleja en cierto modo la increíble diversidad de climas y suelos, causada por la accidentada topografía y la compleja estructura geológica de su suelo. Los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de la república van desde las selvas altas de las regiones muy húmedas del Sureste y vertiente del Atlántico hasta la vegetación de las zonas de desiertos áridos de partes de Chihuahua, Sonora y Baja California y hasta la de los desiertos frígidos de las partes más elevadas de los volcanes de la llamada a veces Cadena Volcánica Transversal[12] .

La península Yucatán mexicana (PYM) se puede concebir como un área de rocas fundamentalmente calizas con una geología cárstica. A diferencia de gran parte de México, el paisaje de la PYM se caracteriza por la ausencia de sistemas orográficos importantes, con elevaciones, en general, menores de 350 m (usualmente por debajo de 250 m); en ella se encuentran extensas planicies de acumulación marina, planicies estructurales casi horizontales, planicies con lomeríos y lomeríos[13]. Otro elemento característico y emblemático del área son los karst, paisaje propio de terrenos calizos, por el efecto que la disolución del agua tiene sobre ellos[14] y a los que se asocian los cenotes y sistemas de cavernas muy comunes en toda la región[2].

La vegetación de la PYM ha sido descrita por Miranda (1958), Rzedowski (1978) y Flores & Espejel (1994). La mayor parte de la superficie del estado de Yucatán, y en menor proporción en Campeche y Quintana Roo, está cubierta por selvas bajas caducifolias y selvas medianas caducifolias. En el norte de la PYM, cerca de la línea de costa, hay una variante muy interesante que se conoce como selva baja caducifolia espinosa, una vegetación sobre suelo somero, y con la roca caliza aflorada que no cubre más de 2 mil km^2. Cerca de la costa de los tres estados de la península, se desarrolla la vegetación halófila típica de la línea de costa, la duna costera y el matorral de duna costera que,

[12] Miranda, F., & Hernández X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de La Sociedad Botánica de México, 28, 29–179.
[13] Lugo-Hubp J, Aceves-Quesada JF, Espinosa-Pereña R. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Pe- nínsula de Yucatán. Revista del Instituto de Geología 10: 143-150.
[14] Beddows P, Blanchon P, Escobar E, Torres-Talamante O. 2007. Los cenotes de la Península de Yucatán. Arqueologia Mexicana 14: 32-35.

Consulta al Público

debido a sus características edáficas particulares, son el hábitat de varias plantas especializadas y restringidas a estos ambientes. En esta zona, también son frecuentes varios tipos de manglar y la marisma, que corresponden a un conjunto heterogéneo de todos los tipos anteriores de vegetación, incluyendo además al petén y a las sabanas húmedas[15].

En el siguiente apartado se presenta la descripción de los tipos de vegetación encontrados dentro del área de interés para el estudio.

IV.3.1.2.1.1. Uso de suelo y vegetación en el SAR de acuerdo a INEGI

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI[16] en el Sistema Ambiental Regional se registran cinco usos de suelo (Agricultura de riego permanente, Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal permanente, Agricultura de temporal semipermanente y asentamientos humanos), tres sitios sin vegetación que INEGI los cataloga como Desprovisto de vegetación, sin vegetación aparente y cuerpos de agua, y finalmente se presentan seis tipos de vegetación los cuales son: Manglar, Pastizal cultivado, Vegetación de dunas costeras, Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana caducifolia estas dos últimas se presentan en estado secundario. En la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por cada uso de suelo y vegetación dentro del SAR.

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	% de superficie
Agricultura de Riego Permanente	620.8497	2.28
Agricultura de Temporal Anual	129.6729	0.48
Agricultura de Temporal Permanente	1944.5463	7.14
Agricultura de Temporal Semipermanente	1088.1175	4.00
Asentamientos Humanos	516.9193	1.90
Cuerpo de Agua	62.0512	0.23

[15] Duno de Stefano, R., Ramírez Morillo, I., Tapia-Muñoz, J., Hernández-Aguilar, S., Lorena Can, L., Cetzal-Ix, W., Fernández-Concha, G. C. (2018). Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. Botanical Sciences, 96(3), 515–532.

16 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. México.

Consulta al Público

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	% de superficie
Desprovisto de Vegetación	39.8871	0.15
Manglar	1933.7956	7.10
Pastizal Cultivado	8513.5588	31.28
Sin Vegetación Aparente	2024.3910	7.44
Vegetación de Dunas Costeras	404.3104	1.49
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	4707.7825	17.29
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia	1393.8933	5.12
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	1368.3320	5.03
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Caducifolia	976.2349	3.59
Vegetación Secundaria herbácea de Selva Mediana Caducifolia	1496.6095	5.50
Total general	27220.9519	100

Tabla 5. Uso de Suelo y vegetación presentes en el SAR.
Fuente: Carta de Usos de Suelo y Vegetación, Serie VI, INEGI; Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de los tipos de vegetación y uso de suelo que conforman al SAR los más representativos son: **pastizal cultivado (31.28%), vegetación de selva baja espinosa caducifolia en sus diferentes estados secundarios (22.32%) y vegetación de selva mediana caducifolia en sus diferentes estados secundarios (14.21%).** Por otro lado, la agricultura en conjunto solo representa el 13.90% de superficie del SAR.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los tipos de vegetación y usos de suelo presentes dentro del SAR y el área de proyecto, de acuerdo con INEGI:

Consulta al Público

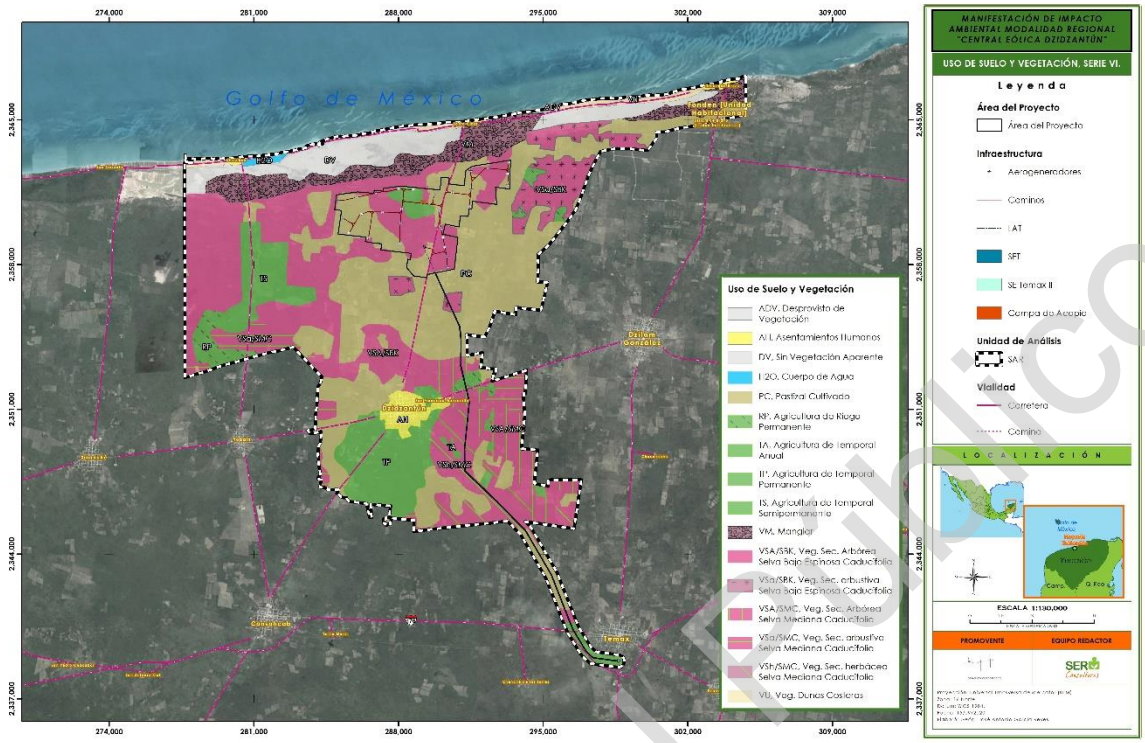


Figura 28. Uso de Suelo y Vegetación del SAR y el área del proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

A continuación, se describen brevemente los tipos de vegetación presentes dentro del SAR.

- Agricultura de riego permanente

Se refiere al tipo de agricultura cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera. De acuerdo con la temporalidad en el caso de ser permanente su ciclo vegetativo es mayor a diez años.

- Agricultura de temporal

Se refiere al tipo de agricultura donde el agua necesaria para el desarrollo vegetativo de las plantas de cultivo es suministrada por la lluvia.

  - Anual: su ciclo vegetativo no es mayor a un año.
  - Semipermanente: el periodo de su ciclo vegetativo dura entre 2 y 10 años.
  - Permanente: su ciclo vegetativo es mayor a diez años.

- Manglar

Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos

Consulta al Público

profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros. En México predominan cuatro especies en los manglares: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle salado (*Avicennia germinans*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

- Pastizal cultivado

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

- Vegetación de dunas costeras

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son Nopal (*Opuntia dillenii*), Riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), Alfombrilla (*Abronia maritima*), *Croton spp.*, Verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el Uvero (*Coccoloba uvifera*), Pepe (*Chrysobalanus icaco*), Cruceto (*Randia sp.*), Espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Zacate salado (*Distichlis spicata*), Zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

Consulta al Público

- Selva Baja Espinosa Caducifolia

Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones que van de 350 a 1 200 mm y temperaturas medias anuales entre 20 y 27°C. Se puede desarrollar sobre terrenos planos o muy ligeramente ondulados desde cerca del nivel del mar hasta los 1 000 m s.n.m. Es una comunidad de porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca; sólo *Ebenopsis ebano*, una de las especies dominantes, queda sin hojas durante un lapso muy corto. Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10 m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 12 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

- Selva Mediana Caducifolia

Se encuentra en climas AW1 y AW2 cálidos subhúmedos con condiciones más húmedas que AW0, con una temperatura media anual que va desde los 18 a 28°C y precipitaciones que se enmarcan entre los 700 y 1500mm la precipitación es estacional concentrándose en 3 a 4 meses presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 metros con estratos arbustivos y herbáceos reducidos.

La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros. Los suelos presentan características de la roca madre la cual puede ser ígnea, metamórfica o sedimentaria marina.

Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad edáfica que la Selva Baja Caducifolia. Las condiciones del suelo son bastante variables, las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, el PH de ácido a ligeramente alcalino, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica y de diferentes colores. Por lo general son suelos jóvenes y bien drenados. Prospera en lugares más protegidos y con suelos más profundos, su altura es de 15 a 20 metros. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

Consulta al Público

- Vegetación secundaria

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "vegetación secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Dentro del SAR podemos encontrar áreas con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y selva baja espinosa caducifolia.

IV.3.1.2.1.2. Uso de suelo y vegetación en el área de proyecto de acuerdo a INEGI

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI dentro del área del proyecto se registran dos usos de suelo (Agricultura de riego permanente y Agricultura de temporal permanente, y se presentan tres tipos de vegetación los cuales son: Pastizal cultivado, Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana caducifolia, estas dos últimas se presentan en estado secundario. En la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por cada uso de suelo y vegetación dentro del área de proyecto.

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	%
Agricultura de Riego Permanente	1.8919	0.08
Agricultura de Temporal Permanente	221.1660	9.54
Pastizal Cultivado	1109.3849	47.83
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	959.4585	41.37
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia	6.6817	0.29
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	2.5442	0.11
Vegetación Secundaria herbácea de Selva Mediana Caducifolia	18.1957	0.78
Total general	2319.3229	100

Tabla 6. Uso de Suelo y vegetación presentes en el AP.
Fuente: Carta de Usos de Suelo y Vegetación, Serie VI, INEGI; Elaboración propia.

Consulta al Público

IV.3.1.2.1.3. Caracterización de la vegetación en el Área de Proyecto y en SAR

Con la finalidad de corroborar y complementar la información proporcionada por INEGI, se planificó la realización de trabajo de campo, con el objetivo principal de caracterizar la vegetación mediante sitios de muestreo que evidenciaran la composición florística del sitio a fin de definir adecuadamente la vegetación dentro del área del proyecto y del SAR.

IV.3.1.2.1.3.1. Metodología

IV.3.1.2.1.3.1.1. Diseño de muestreo

La metodología utilizada para este proyecto se basa en la propuesta por la CONAFOR[17] en 2015 para los procedimientos de muestreo del Inventario Nacional Forestal para un adecuado muestreo y análisis de la vegetación. Este método permite colocar las zonas de muestreo o unidades muestrales con un patrón regular por toda la zona de estudio de una forma sistemática, a diferencia de un muestreo aleatorio, la aplicación del diseño es más rápida y permite detectar variaciones espaciales en la comunidad.

La Comisión Nacional Forestal señala las siguientes especificaciones para cada subunidad:

- La subunidad muestral principal mide 400 m^2, en esta se registra todo el arbolado cuyo diámetro normal a la altura del pecho (1.30 m sobre la superficie del suelo) sea igual o mayor a 7.5 cm.
- La siguiente subunidad mide 12.56 m^2, en ella se registra por género la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), cuyas plantas o árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.
- La última subunidad mide 1 m^2, en ella se registran las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes.

Tomando en cuenta los parámetros anteriores y las características del área de Proyecto y el SAR, así como del tipo de vegetación, para este estudio se realizaron modificaciones a esta metodología, realizando un muestreo sistemático estratificado, debido a que las unidades de estudio se dividirán en subunidades muestrales o estratos (arbóreo, arbustivo,

17 Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimiento de muestreo. Guadalajara, Jal.: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Consulta al Público

herbáceo y de cactáceas). A continuación, se describen las unidades submuestrales a analizar.

- La primera subunidad fue llamada: Estrato Arbóreo; con un área de 400 m^2 (40x10 m), tomando en cuenta individuos con tallo leñoso con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 7.5 cm.

- La segunda subunidad fue llamada: Estrato Arbustivo; midió 100 m^2 (10x10 m). A causa de la diversidad de especies presentes en la zona; se tomaron en cuenta todos los individuos mayores a 50 cm de altura, en caso de tener el tallo leñoso se tomaba en cuenta a individuos con diámetros a la altura del pecho menores a 7.5 cm.

- La tercera subunidad fue nombrada: Estrato Herbáceo; con un área de 1 m^2, tomando en cuenta especies herbáceas menores a 0.5 m de alto.

- Además, se consideró una cuarta subunidad nombrada: Estrato de cactáceas; en ella se incluyeron cactáceas, agaves, bromelias y similares, no importando sus dimensiones, estos individuos fueron muestreados dentro de la subunidad del estrato arbóreo en los 400 m^2 (40x10 m).

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. El tamaño de los cuadrantes depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos, con ellos se hacen muestreos más homogéneos y con menor impacto de borde, además, es más fácil determinar la cobertura de especies. Consiste en colocar un cuadrado o rectángulo sobre la vegetación, como se muestra en la siguiente figura, con el fin de determinar la densidad, la cobertura y la frecuencia de las plantas[18].

Con base en las modificaciones empleadas para este sitio, la técnica consistirá en cuadrantes de diferentes dimensiones dependiendo del estrato: arbóreo y cactáceas 400 m^2 (40x10 m); Arbustivo 100 m^2 (10x10 m) y Herbáceo de 1 m^2 (1x1 m); tal y como se muestra en la siguiente figura.

[18] *Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. N.Y., USA: John Wiley & Sons.*

Consulta al Público

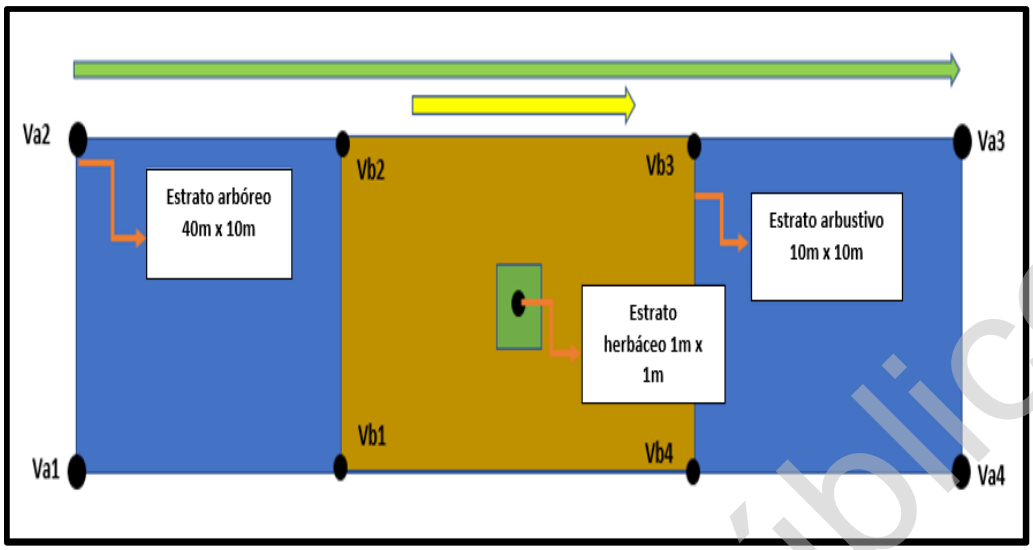


Figura 29. Modificaciones del método de cuadrantes.
Fuente: elaboración propia.

IV.3.1.2.1.3.1.2. Levantamiento de datos

Como parte del trabajo que se realizó en campo, se ubicó la Cuenca Hidrológico Forestal, posteriormente se establecieron los puntos de muestreo de acuerdo con las condiciones generales de la vegetación del sitio y los sitios propuestos en la metodología en gabinete y se trazaron las unidades y subunidades de muestreo como se mencionaron anteriormente; en cada vértice de los sitios de muestreo se colocó una estaca de madera y cada estrato se delimito con rafia para un mayor control de los individuos censados, además, con el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) marca Garmin modelo Etrex 10 se tomaron coordenadas de cada vértice de los diferentes estratos.

El levantamiento de datos de la flora consistió en el registro de la siguiente información:

- Nombre común.
- Nombre científico.
- Altura.
- DAP (Diámetro a la altura del pecho).
- Cobertura máxima y mínima.
- Estrato.
- Porcentaje de cobertura (en caso del estrato herbáceo).
- Observaciones.

Consulta al Público

En las observaciones se anotan rasgos característicos del organismo para su posterior identificación (cuando no pudieron ser determinadas taxonómicamente en campo) además de tomar fotografías de todos los taxones para facilitar su identificación.



Figura 30. Delimitación de los sitios de muestreo en el trabajo de campo.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.2.1.3.1.3. Análisis de gabinete

- **Identificación taxonómica**

Para la identificación de las especies que se registraron durante el muestreo se consultaron diferentes bibliografías, entre las que destacan los Listados Florísticos de México (Instituto de Biología, UNAM), bases de datos Enciclovida de CONABIO y Portal de Datos Abiertos de la UNAM, también se utilizaron páginas de internet como Tropicos.org de Missouri Botanical Garden, Plantlist.org, Flora de la Península de Yucatán a cargo del Herbario CICY, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. entre otras fuentes.

Consulta Público

IV.3.1.2.1.3.1.4. Análisis de Información

- **Evaluación de la importancia ecológica**

Para realizar la evaluación de la importancia ecológica se necesita el Índice de Valor de Importancia (IVI) que nos permite comparar el "peso ecológico" o la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de un tipo específico de vegetación, revelando el valor en la comunidad vegetal.

La obtención del índice de valor de importancia similar para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura, entre sitios.

- **Índice de Valor de Importancia**

De acuerdo con Franco *et al.* (1989)[19], el valor de importancia de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, frecuencia y dominancia. Esta suma nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

$$IVI = D_R + F_R + D_{OR}$$

Dónde:

D_R = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.

Densidad = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

F_R = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.

Frecuencia = Número de muestras en las que se encuentra una especie.

Do_R = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.

Dominancia = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

[19] *Franco, J., De la Cruz, J., Cruz, G., Rocha, R., Navarrete, S., Flores, M. y Bedina, S. (1989). Manual de ecología. México: Trillas.*

Consulta al Público

- **Análisis de Diversidad**

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas que miden, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos[20].

Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se lleva a cabo la separación de los componentes en alfa, beta y gamma:

- La diversidad alfa (**α**) es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea.

- Diversidad beta (**β**) es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje.

- Diversidad gamma (**γ**) es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

Para el caso de este estudio solo se hará uso y referencia de la diversidad alfa o diversidad local; a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados con apoyo del software Past (*Paleontological Statistics* versión 3.06)[21] y la hoja de cálculo de Excel de Microsoft.

- **Índice de Shannon-Wiener[22] (H')**

20 Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
21 Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. D. (2001). PAST:Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 1–9.
22 Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol I). Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.

Consulta al Público

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para poder obtener la riqueza específica se lleva a cabo un inventario con el número total de especies (S).

El índice de Shannon-Wiener es el más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos). Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{s} pi\ ln\ pi}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln = Logaritmo natural (loge)

pi = Abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Equidad de Pielou**

Se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies y se calcula de la siguiente forma;

$$\boldsymbol{J = \frac{H'}{\ln(S)}}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln= Logaritmo natural (loge)

S = Número total de especies.

Consulta al Público

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- **Especies protegidas**

Para las especies registradas dentro de la Cuenca Hidrológica Forestal se consultó su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

- **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Esta norma establece las siguientes categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo

Consulta al Público

que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

- **Estatus de Origen**

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies Endémicas, Nativas, Exóticas y Exótica-Invasora, aunque hay especies que no se tiene información de su estatus de origen por lo cual no están incluidas en las categorías anteriores. De acuerdo con CONABIO, gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país. Algunas están restringidas a islas o las partes altas de las montañas, otras a ríos, lagos o lagunas, otras a cenotes o cuevas. Su distribución actual es producto de una larga historia. Algunas tuvieron distribuciones amplias en otros tiempos y ahora están restringidas. Estas especies se conocen como endémicas, tienen su distribución restringida a un territorio determinado. Puede ser endémica de México, de algún estado, de alguna montaña, cueva, lago, río o manantial. El tamaño y la capacidad de dispersión de las especies tienen gran influencia en su rango de distribución.

IV.3.1.2.1.3.2. Resultados obtenidos.

IV.3.1.2.1.3.2.1. Ubicación de los sitios de muestreo.

En total se realizaron 40 sitios de muestreos, 20 sitios para el SAR y 20 sitios para el Área del proyecto, lo cual equivale a un área muestreada de 1.60 ha.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR y el Área de Proyecto.

Consulta al Público

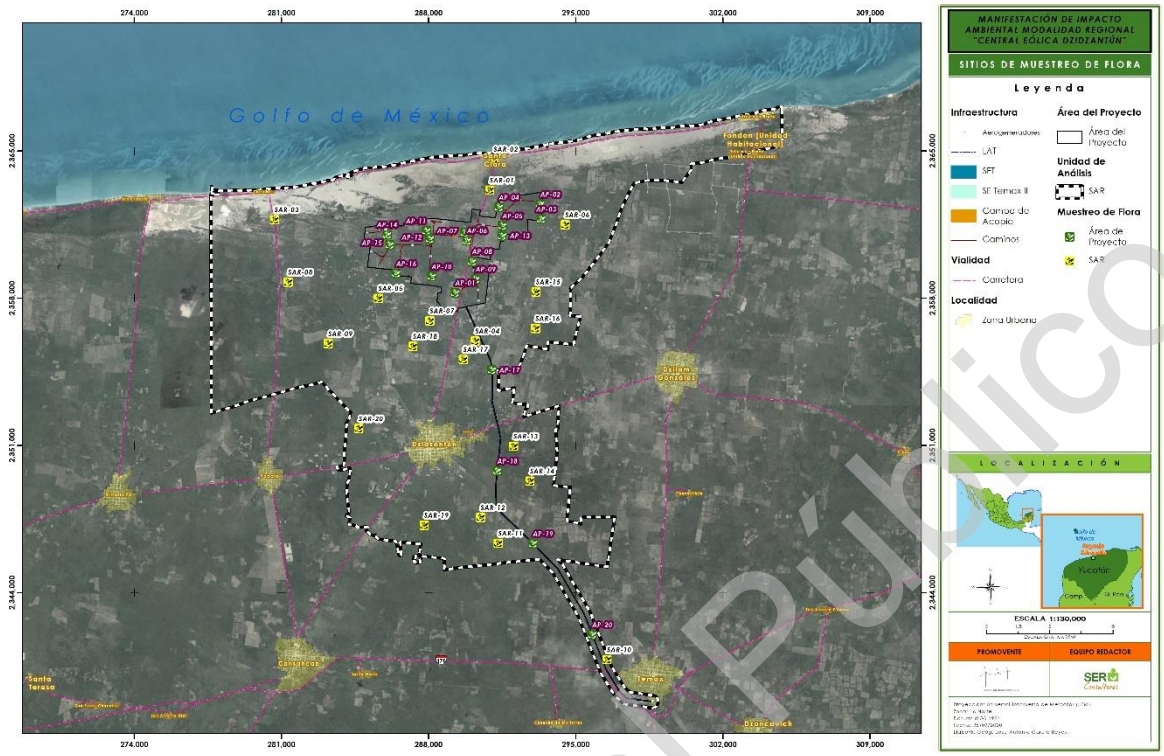


Figura 31. Ubicación de los puntos de muestreo de Flora en la Cuenca Hidrológica Forestal.
Fuente: Trabajo de campo; elaboración propia.

- Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR.

Dentro del Sistema Ambiental Regional se realizaron 20 sitios de muestreo. La ubicación de estos sitios se realizó tomando en cuenta los tipos de vegetación presentes en el SAR, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI y las características propias de los sitios. En la siguiente tabla se registran las coordenadas de los sitios de muestreo del SAR.

Sitio de muestreo	X	Y	Vegetación identificada en campo
SAR-01	290902	2363145	Manglar
SAR-02	291087	2364617	Manglar

Consulta al Público

Sitio de muestreo	X	Y	Vegetación identificada en campo
SAR-03	280673.79	2361737.32	Manglar
SAR-04	290211.214	2355970.95	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-05	285605.27	2357996.79	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-06	294486.971	2361499.48	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-07	288053	2356930	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-08	281319	2358765	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-09	283220.719	2355844.46	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-10	296484.018	2340819.33	Selva mediana caducifolia
SAR-11	291312.001	2346351	Selva mediana caducifolia
SAR-12	290476.886	2347578.38	Selva mediana caducifolia
SAR-13	292040	2350966	Selva mediana caducifolia
SAR-14	292821.52	2349314.43	Selva mediana caducifolia
SAR-15	293110.003	2358307	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-16	293085.004	2356566	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-17	289645.003	2355093	Selva baja espinosa caducifolia
SAR-18	287252.004	2355717	Selva baja espinosa caducifolia

Consulta al Público

Sitio de muestreo	X	Y	Vegetación identificada en campo
SAR-19	287792.668	2347210.38	Selva mediana caducifolia
SAR-20	284675.794	2351808.03	Selva baja espinosa caducifoli

Tabla 7. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de proyecto

La ubicación final de los puntos de muestreo es un trabajo conjunto de gabinete (diseño de la metodología) y campo (búsqueda de puntos de acuerdo a las condiciones generales de la vegetación en sitio), para la ubicación de los sitios de muestreo se utilizaron las parcelas para dividir el área y poder hacer un muestreo representativo de la vegetación. Se realizaron 20 sitios de muestreo distribuidos entre el área donde se pretende ubicar los aerogeneradores y en el área de la Línea de Transmisión Eléctrica. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas UTM del punto central de los sitios realizados.

Sitio de muestreo	X	Y	Vegetación identificada en campo
AP-02	293310.936	2362473.6	Selva baja espinosa caducifolia
AP-03	293361	2361766	Selva baja espinosa caducifolia
AP-04	291341.821	2362326.9	Selva baja espinosa caducifolia
AP-05	291512.048	2361448.4	Selva baja espinosa caducifolia
AP-06	289820.397	2360735.85	Selva baja espinosa caducifolia
AP-07	289726.114	2361117.37	Selva baja espinosa caducifolia
AP-08	290063.248	2359747.19	Selva baja espinosa caducifolia

Consulta al Publico

Sitio de muestreo	X	Y	Vegetación identificada en campo
AP-09	290228.868	2358908.15	Selva baja espinosa caducifolia
AP-10	288137	2359037	Selva baja espinosa caducifolia
AP-11	287884.495	2361203.33	Selva baja espinosa caducifolia
AP-12	288050.587	2360817.43	Selva baja espinosa caducifolia
AP-13	291502.883	2360966.55	Selva baja espinosa caducifolia
AP-14	286027.372	2361025.01	Selva baja espinosa caducifolia
AP-15	286146.932	2360551.76	Selva baja espinosa caducifolia
AP-16	286458	2359180	Selva baja espinosa caducifolia
AP-17	291004.36	2354588.33	Selva baja espinosa caducifolia
AP-18	291268.002	2349794	Selva baja espinosa caducifolia
AP-19	292960.826	2346338.67	Selva baja espinosa caducifolia
AP-20	295778.584	2342010.1	Selva mediana caducifolia

Tabla 8. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

IV.3.1.2.1.3.2.2. Composición florística del Sistema Ambiental Regional

Para el análisis de la flora en el Sistema ambienta Regional se realizaron 20 sitios de muestreo registrando un total de 2176 individuos. Derivado del análisis de los sitios de muestreo se registró a 83 especies pertenecientes a 36 familias.

Las Familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 21 especies, Cactaceae con 6 y Malvaceae con 6, las familias restantes presentan tres o menos especies cada familia. En el **Anexo IV.1 Flora (Base de Datos)** se presentan los datos de registro de cada individuo, así como los análisis realizados. En la siguiente tabla se presentan las especies registradas dentro del SAR y el Área del Proyecto, su estatus de origen, y su estatus dentro de la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro	x		Nativa	Amenazada (A)
Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Hierba de la calentura	x	x	Nativa	N/A
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quintonil verde		x	Nativa	N/A
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	x		Nativa	N/A
Annonaceae	*Mosannona depressa*	Éelemuy	x	x	Nativa	N/A
Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	x		Nativa	N/A
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Cacalosúchil	x		Nativa	N/A
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	x	x	Endémica	N/A
Asteraceae	*Bidens alba*	Aceitilla	x	x	Nativa	N/A
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tajonal	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anil aak'	x	x	Nativa	N/A
Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	Pepino de monte	x	x	Nativa	N/A
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	x	x	Nativa	N/A
Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Chacana	x		Nativa	N/A
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Ch'om	x	x	Nativa	N/A
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Cha-kah	x	x	Nativa	N/A
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Xnun-tzutzui	x	x	Nativa	
Cactaceae	*Mammillaria gaumeri*	Biznaga pol tsakam		x	Endémica	En Peligro de Extinción (P)
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	x	x	Endémica	N/A
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Yaaxpakan	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	Pitayo viejo	x	x	Nativa	N/A
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Órgano kanzacam	x	x	Endémica	En Peligro de Extinción (P)
Cactaceae	*Stenocereus laevigatus*	Pitayo	x	x	Endémica	N/A
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya de monte	x	x	Nativa	N/A
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	x		Nativa	Amenazada (A)
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	x		Nativa	Amenazada (A)
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Pah-tsa		x	Nativa	N/A
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de mar	x	x	Nativa	N/A
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	Cundeamor	x	x	Exótica	N/A
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	Sak silil	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	x	x	Nativa	N/A
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	x	x	Nativa	N/A
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaya de monte	x	x	Nativa	N/A
Euphorbiaceae	*Croton chichenensis*	Xikin ch'	x	x	Endémica	N/A
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Chul	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Subin che'	x		Nativa	N/A
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Chimay	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	X-kitin-ché	x		Nativa	N/A
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Verde lucero	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chak te'	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Diphysa yucatanensis*	Dzutuk	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Colorín yucateco	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Erythrostemon yucatanensis*	Chuum	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Balche'ke'	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guachín	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Habín	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Chucum blanco	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Boox káatsim	x	x	Endémica	N/A
Fabaceae	*Senna atomaria*	Xtuab	x	x	Nativa	N/A
Fabaceae	*Senna racemosa*	Ja'abin peeck'	x	x	Nativa	N/A
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Xaax nik	x	x	Nativa	N/A
Malvaceae	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	X	X	Nativa	N/A
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ceibo	x	x	Nativa	N/A
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guácimo	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majahua	x	x	Endémica	N/A
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	x	x	Nativa	N/A
Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Chichité	x	x	Nativa	N/A
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Choben-che		x	Nativa	N/A
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Cobó	x	x	Nativa	N/A
Myrtaceae	*Eugenia foetida*	Sak-loob	x	x	Nativa	N/A
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	x	x	Nativa	N/A
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	x	x	Nativa	N/A
Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa		x	Nativa	N/A
Poaceae	*Bothriochloa pertusa*	Su'uk	x	x	Nativa	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	x	x	Nativa	N/A
Polygonoaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilché	x	x	Nativa	N/A
Polygonoaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	x	x	Endémica	N/A
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	x	x	Exótica	N/A
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole	x		Nativa	N/A
Rhamnaceae	*Colubrina elliptica*	Amole	x		Nativa	N/A
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	L u'um che'	x	x	Nativa	N/A
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle colorado	x		Nativa	Amenazada (A)
Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Manzanillo		x	Endémica	N/A
Rubiaceae	*Randia obcordata*	K'atoch	x	x	Endémica	N/A

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	SAR	AP	Estatus de Origen	NOM-59
Rutaceae	*Amyris elemifera*	Palo de gas	x		Nativa	N/A
Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Hok ob	x	x	Nativa	N/A
Rutaceae	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	x	x	Nativa	N/A
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Canchunup	x		Endémica	N/A
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	x	x	Nativa	N/A
Sapotaceae	*Sideroxylon sp.*	Zapotillo	x	x	Nativa	N/A
Solanaceae	*Lycium carolinianum*	Saladilla	x		Nativa	N/A
Solanaceae	*Solanum tridynamum*	Berenjena	x	x	Endémica	N/A
Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	x	x	Nativa	Amenazada (A)

Tabla 9. Listado de especies registradas en el Área del Proyecto y en el SAR
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional

Para el análisis de la vegetación y el peso ecológico de cada especie se utilizó el índice de valor de importancia (IVI) para establecer los parámetros que caracterizan la vegetación del sitio de muestreo. Para la estimación del IVI en el Sistema Ambiental Regional se realizaron los cálculos con base a los datos registrados al realizar el levantamiento en campo en los sitios de muestreo, considerando el tipo de vegetación, en este caso se registraron tres tipos de vegetación, Manglar, Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana caducifolia.

- **Manglar**

Dentro del Manglar se realizaron tres sitios de muestreo que equivalen a un área de 1200 m^2, en esta área se registraron 324 individuos. Se determinaron 10 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de Manglar en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbóreo se identificaron cuatro especies. La especie más abundante fue *Laguncularia racemosa* con 102 individuos seguida de *Conocarpus erectus* con 17 individuos. El resto de las especies tiene 13 o menos individuos como se observa en la siguiente tabla.

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Laguncularia racemosa	102	0.0850	76.12	1.000	37.50	2.055	73.45	187.07
Avicennia germinans	13	0.0108	9.70	1.000	37.50	0.383	13.71	60.91
Conocarpus erectus	17	0.0142	12.69	0.333	12.50	0.312	11.15	36.34

Consulta al Público

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Rhizophora mangle	2	0.0017	1.49	0.333	12.50	0.047	1.70	15.69

Tabla 10. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas del Manglar dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro del Manglar en el SAR; *Laguncularia racemosa* es la especie con el valor de IVI más alto con 187.07, seguido de *Avicennia germinans*, 60.91. Dentro del manglar es común que se presenten los cuatro tipos de mangle sin embargo las características particulares de cada sitio va a ser un factor importante en la dominancia de alguna de las especies.

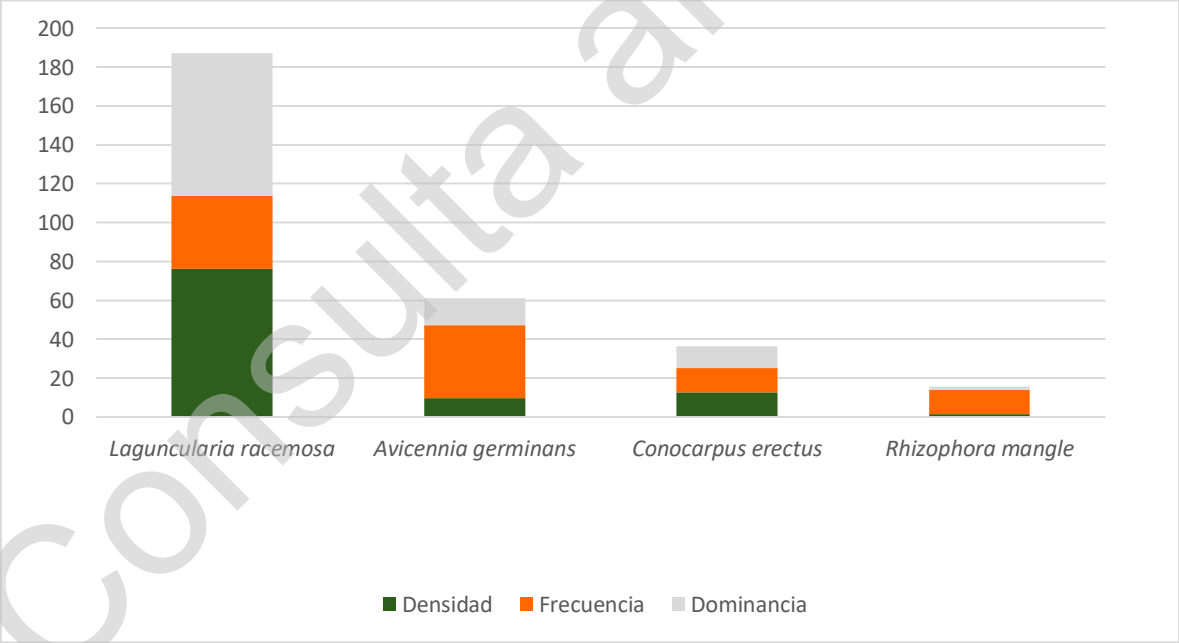


Gráfico 1. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo del Manglar en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de Manglar en el Sistema Ambiental Regional.

Consulta al Público

En el caso del estrato de cactáceas para la vegetación de manglar solo se presentó un individuo de *Aechmea bracteata,* el cual pertenece a la familia Bromeliaceae, esta especie es característica de la vegetación de manglar ya que presenta resistencia a suelos con salinidades elevadas.

- Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de Manglar en el Sistema Ambiental Regional.

En el estrato arbustivo del Manglar en el Sistema Ambiental Regional se identificaron ocho especies. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia. La especie arbustiva más abundante fue *Laguncularia racemosa* con 67 individuos, seguido de *Avicennia germinans* con 65 individuos y *Rhizophora mangle* con 35 individuos, dentro de las especies restantes solo se registraron seis o menos individuos en cada una.

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Avicennia germinans	65	0.217	35.1	1.0	21.4	0.436	39.7	96.30
Rhizophora mangle	35	0.117	18.9	0.7	14.3	0.465	42.4	75.60
Laguncularia racemosa	67	0.223	36.2	1.0	21.4	0.151	13.8	71.40
Bonellia macrocarpa	5	0.017	2.7	0.7	14.3	0.012	1.1	18.07
Neea psychotrioides	5	0.017	2.7	0.3	7.1	0.021	1.9	11.76
Solanum tridynamum	6	0.020	3.2	0.3	7.1	0.001	0.1	10.44
Lycium carolinianum	1	0.003	0.5	0.3	7.1	0.010	1.0	8.64
Metopium brownei	1	0.003	0.5	0.3	7.1	0.001	0.1	7.79

Tabla 11. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo del Manglar dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Las especies con el índice de valor de importancia más elevados son *Avicennia germinans* con un valor de 96.30, *Rhizophora mangle* con 71.60 y *Laguncularia racemosa* con 71.40. Claramente existe una dominancia de los "mangles", los cuales presentan características particulares para este tipo de vegetación. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

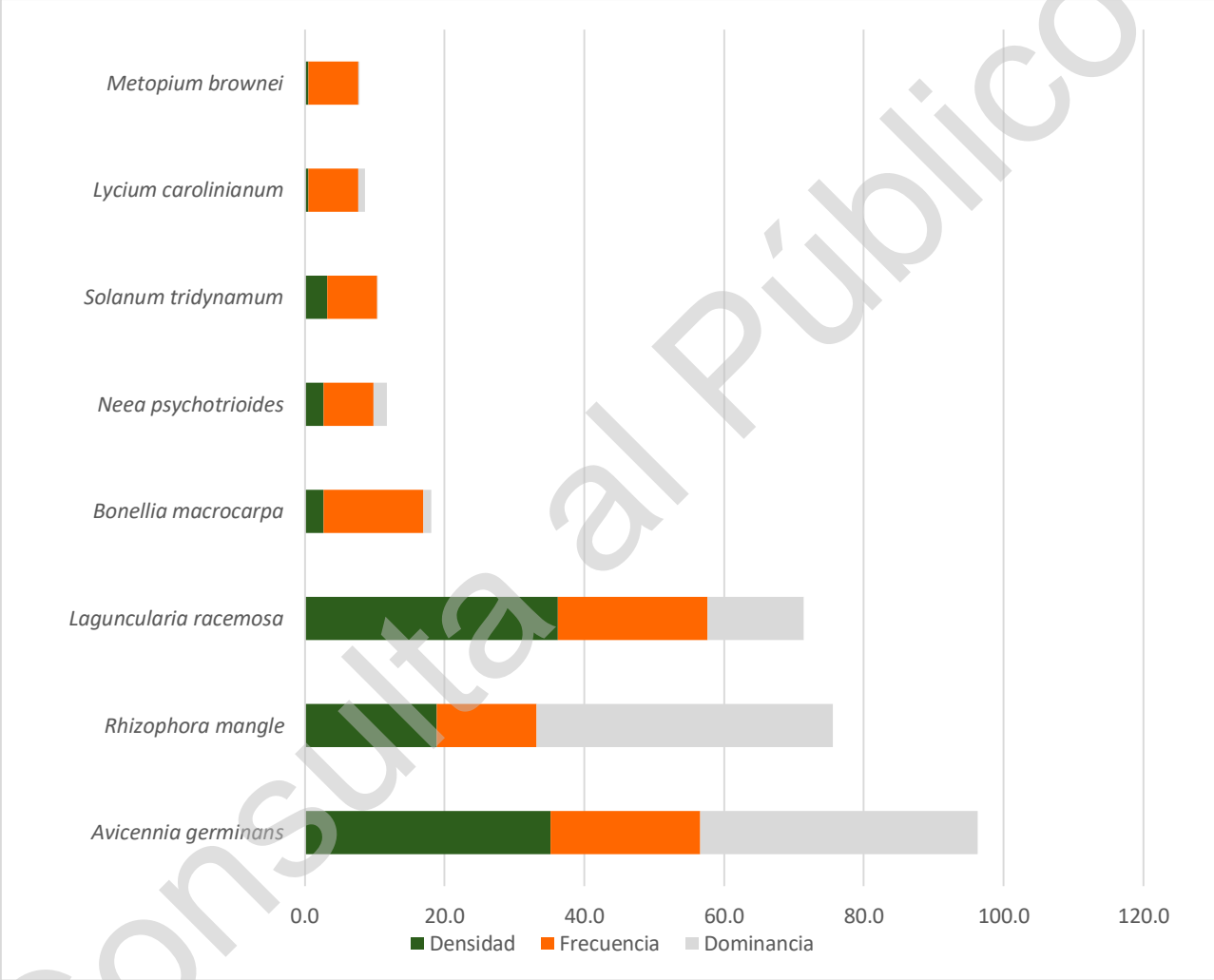


Gráfico 2. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del Manglar en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

- Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de Manglar en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato herbáceo del Manglar en el Sistema Ambiental Regional se identificaron tres especies las cuales son: *Laguncularia racemosa (1)*, *Avicennia germinans(1)* y Rhizophora *mangle (2,)* la abundancia que se presenta no permite que se forme un estrato herbáceo bien definido. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Avicennia germinans	1	0.001	25.0	0.3	25.00	0.0000	25.00	75.00
Laguncularia racemosa	1	0.001	25.0	0.3	25.00	0.0000	25.00	75.00
Rhizophora mangle	2	0.002	50.0	0.7	50.00	0.0000	50.00	150.00

Tabla 12. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo del Manglar dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso el índice de valor de importancia es muy similar debido a que solo se registran 4 individuos. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

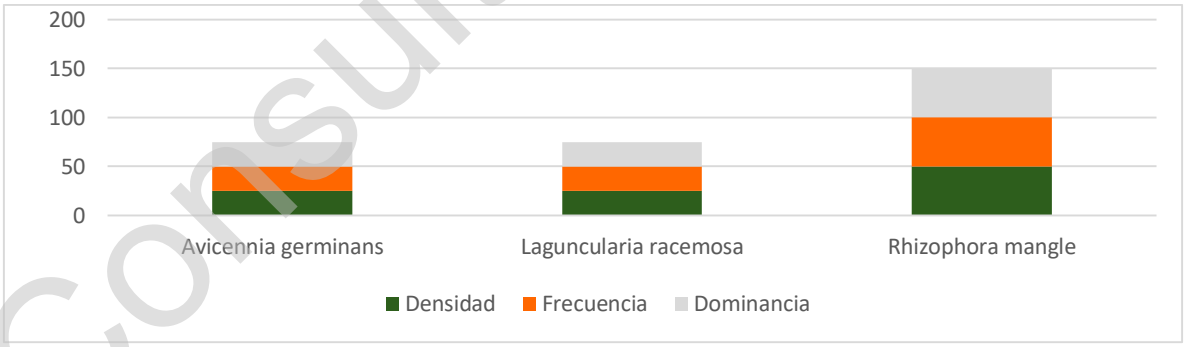


Gráfico 3. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del Manglar en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- **Selva mediana caducifolia**

Dentro de la vegetación de Selva mediana caducifolia se realizaron seis sitios de muestreo que equivalen a un área de 2400 m^2, en esta área se registraron 611 individuos y se

Consulta al Público

determinaron 58 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de Selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbóreo se identificaron 21 especies. La especie más abundante fue *Piscidia piscipula* con 36 individuos seguida de *Gymnopodium floribundum* con 35 individuos, *Cenostigma gaumeri* con 17 y *Bursera simaruba* con 15. El resto de las especies tiene ocho o menos individuos como se observa en la siguiente tabla.

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Piscidia piscipula	36	0.0150	25.71	0.833	13.16	0.330	25.53	64.40
Gymnopodium floribundum	35	0.0146	25.00	0.333	5.26	0.237	18.35	48.62
Bursera simaruba	15	0.0063	10.71	0.667	10.53	0.184	14.21	35.46
Cenostigma gaumeri	17	0.0071	12.14	0.333	5.26	0.165	12.76	30.17
Havardia albicans	8	0.0033	5.71	0.500	7.89	0.104	8.08	21.68
Senegalia gaumeri	7	0.0029	5.00	0.667	10.53	0.062	4.83	20.36
Pithecellobium dulce	3	0.0013	2.14	0.333	5.26	0.020	1.55	8.96
Lonchocarpus xuul	3	0.0013	2.14	0.333	5.26	0.017	1.32	8.73
Lysiloma latisiliquum	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.064	4.97	8.31
Chloroleucon mangense	3	0.0013	2.14	0.167	2.63	0.034	2.67	7.44
Hampea trilobata	2	0.0008	1.43	0.333	5.26	0.008	0.63	7.33

Consulta al Público

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Erythrostemon yucatanensis	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.012	0.91	4.26
Guazuma ulmifolia	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.012	0.91	4.26
Platymiscium yucatanum	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.010	0.77	4.11
Leucaena leucocephala	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.007	0.57	3.92
Coulteria mollis	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.007	0.51	3.86
Esenbeckia pentaphylla	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.005	0.41	3.75
Neomillspaughia emarginata	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.005	0.41	3.75
Jatropha gaumeri	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.004	0.31	3.66
Acacia cornigera	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.002	0.16	3.50
Randia obcordata	1	0.0004	0.71	0.167	2.63	0.002	0.13	3.47

Tabla 13. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la Selva mediana caducifolia en el SAR; *Piscidia piscipula* con un valor de 64.40, seguida de *Gymnopodium floribundum* con 48.62, *Bursera simaruba* con 35.46 y *Cenostigma gaumeri* con 30.17, estas especies son de importancia en la región para actividades melíferas.

Consulta al Público

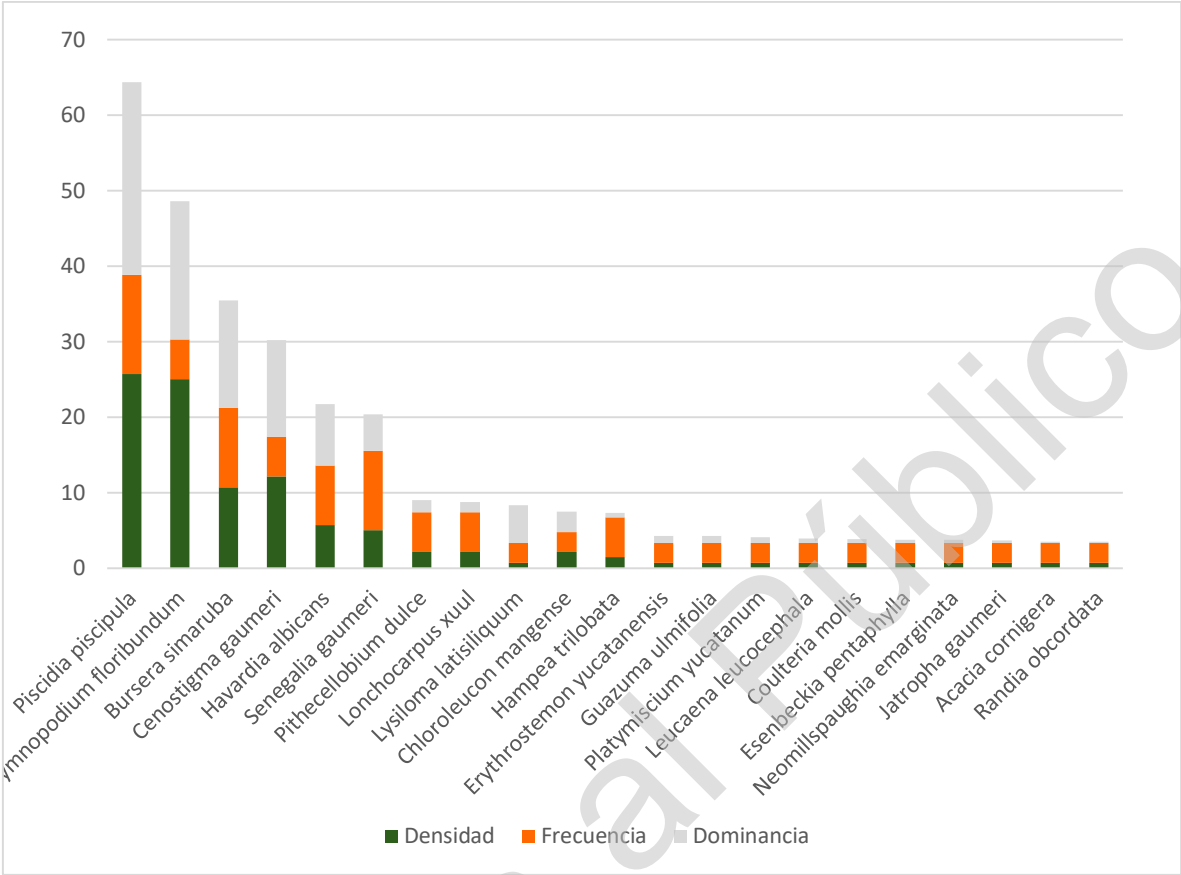


Gráfico 4. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la Selva mediana caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de la Selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato de cactáceas en la selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron cinco especies. La especie más abundante y representativa fue *Bromelia pinguin* con 19 individuos, seguido de *Acanthocereus tetragonus* con nueve individuos, dentro de las especies restantes solo se registraron dos o un individuo en cada una. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

Consulta al Público

CACTÁCEAS								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bromelia pinguin	19	0.008	59.4	0.3	55.6	0.059	89.0	203.90
Acanthocereus tetragonus	9	0.004	28.1	0.1	11.1	0.005	8.2	47.39
Agave angustifolia	2	0.001	6.3	0.1	11.1	0.002	2.9	20.21
Opuntia inaperta	1	0.000	3.1	0.1	11.1	0.000	0.0	14.26
Pterocereus gaumeri	1	0.000	3.1	0.1	11.1	0.000	0.0	14.24

Tabla 14. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Bromelia pinguin fue la especie con el valor de importancia más alto en este estrato, probablemente porque el suelo en el que se desarrolla y la poca competencia en este tipo de vegetación benefician su crecimiento y establecimiento. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

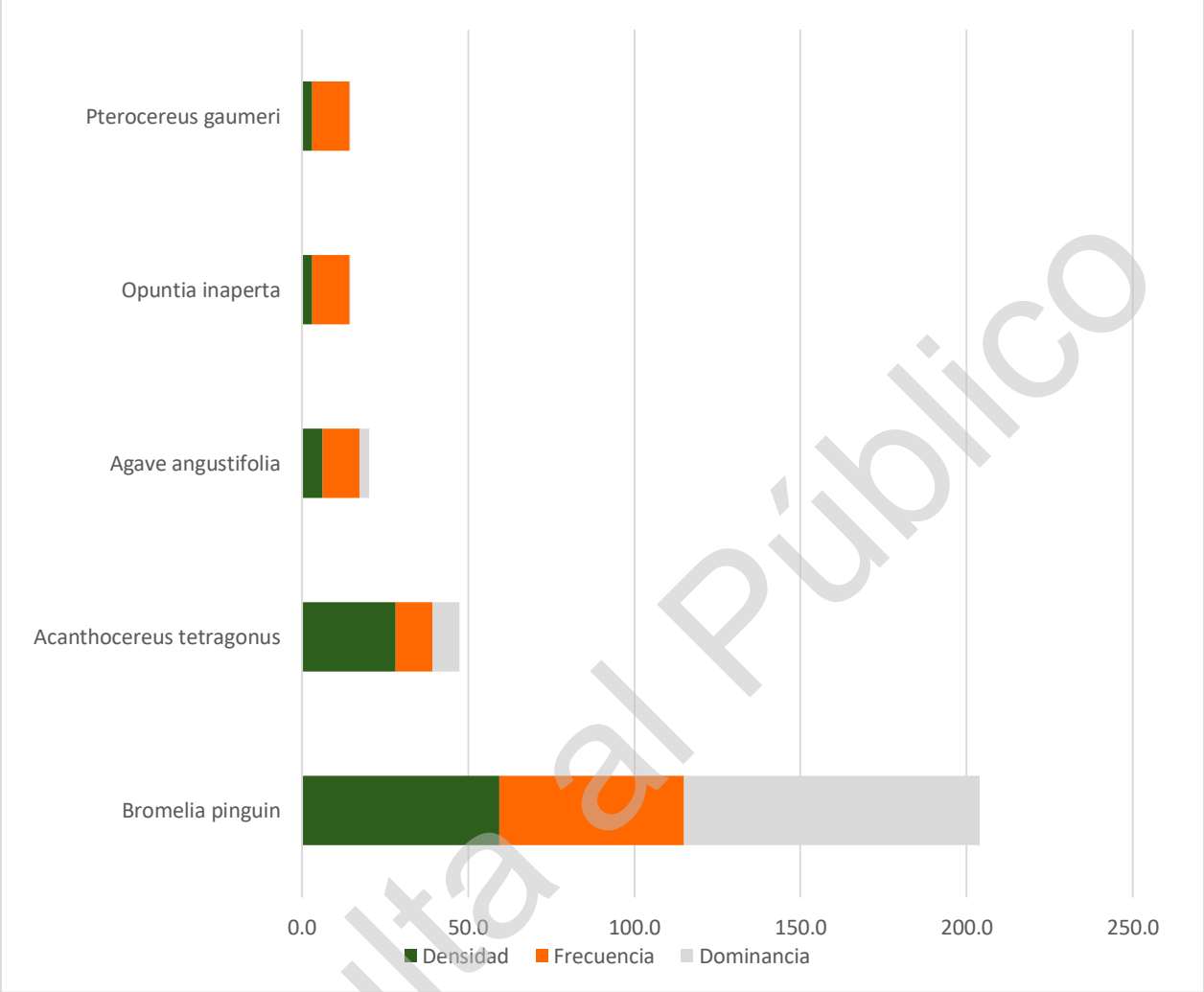


Gráfico 5. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas de la Selva mediana caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de la Selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbustivo de la selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 45 especies. La especie arbustiva más abundante fue *Gymnopodium floribundum* con 60 individuos seguido de *Croton chichenensis* con 30, *Senegalia gaumeri y Neomillspaughia emarginata* con 26 individuos cada uno. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Gymnopodium floribundum	60	0.100	15.8	0.67	4.1237	0.5094	32.1599	52.07
Senegalia gaumeri	26	0.043	6.8	1.00	6.1856	0.1938	12.2361	25.26
Cenostigma gaumeri	22	0.037	5.8	0.50	3.0928	0.1656	10.4577	19.34
Lonchocarpus xuul	19	0.032	5.0	0.67	4.1237	0.0527	3.3300	12.45
Randia obcordata	14	0.023	3.7	0.67	4.1237	0.0701	4.4248	12.23
Croton chichenensis	30	0.050	7.9	0.50	3.0928	0.0181	1.1402	12.13
Sideroxylon sp.	10	0.017	2.6	0.83	5.1546	0.0586	3.7026	11.49
Guazuma ulmifolia	16	0.027	4.2	0.67	4.1237	0.0498	3.1461	11.48
Piscidia piscipula	13	0.022	3.4	0.67	4.1237	0.0578	3.6516	11.20
Neomillspaughia emarginata	26	0.043	6.8	0.50	3.0928	0.0138	0.8697	10.80
Lasiacis ruscifolia	21	0.035	5.5	0.67	4.1237	0.0141	0.8914	10.54
Hampea trilobata	10	0.017	2.6	0.67	4.1237	0.0327	2.0629	8.82
Senna racemosa	7	0.012	1.8	0.67	4.1237	0.0047	0.2962	6.26
Bursera simaruba	7	0.012	1.8	0.33	2.0619	0.0343	2.1667	6.07
Abutilon permolle	10	0.017	2.6	0.50	3.0928	0.0045	0.2859	6.01
Neea psychotrioides	5	0.008	1.3	0.50	3.0928	0.0091	0.5720	4.98
Havardia albicans	3	0.005	0.8	0.33	2.0619	0.0332	2.0967	4.95

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Esenbeckia pentaphylla	7	0.012	1.8	0.17	1.0309	0.0315	1.9861	4.86
Bauhinia divaricata	10	0.017	2.6	0.17	1.0309	0.0160	1.0079	4.67
Mosannona depressa	5	0.008	1.3	0.50	3.0928	0.0040	0.2549	4.66
Gliricidia sepium	6	0.010	1.6	0.17	1.0309	0.0322	2.0312	4.64
Fridericia floribunda	7	0.012	1.8	0.33	2.0619	0.0081	0.5140	4.42
Zanthoxylum fagara	6	0.010	1.6	0.33	2.0619	0.0121	0.7669	4.41
Carica papaya	3	0.005	0.8	0.17	1.0309	0.0392	2.4751	4.30
Pouteria reticulata	5	0.008	1.3	0.33	2.0619	0.0103	0.6516	4.03
Pisonia aculeata	2	0.003	0.5	0.17	1.0309	0.0257	1.6201	3.18
Senna atomaria	2	0.003	0.5	0.33	2.0619	0.0091	0.5774	3.17
Diospyros anisandra	4	0.007	1.1	0.17	1.0309	0.0112	0.7053	2.79
Bothriochloa pertusa	2	0.003	0.5	0.33	2.0619	0.0020	0.1287	2.72
Acacia cornigera	2	0.003	0.5	0.17	1.0309	0.0167	1.0565	2.61
Thouinia paucidentata	4	0.007	1.1	0.17	1.0309	0.0017	0.1063	2.19
Platymiscium yucatanum	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0138	0.8730	2.17
Parmentiera millspaughiana	3	0.005	0.8	0.17	1.0309	0.0053	0.3345	2.15

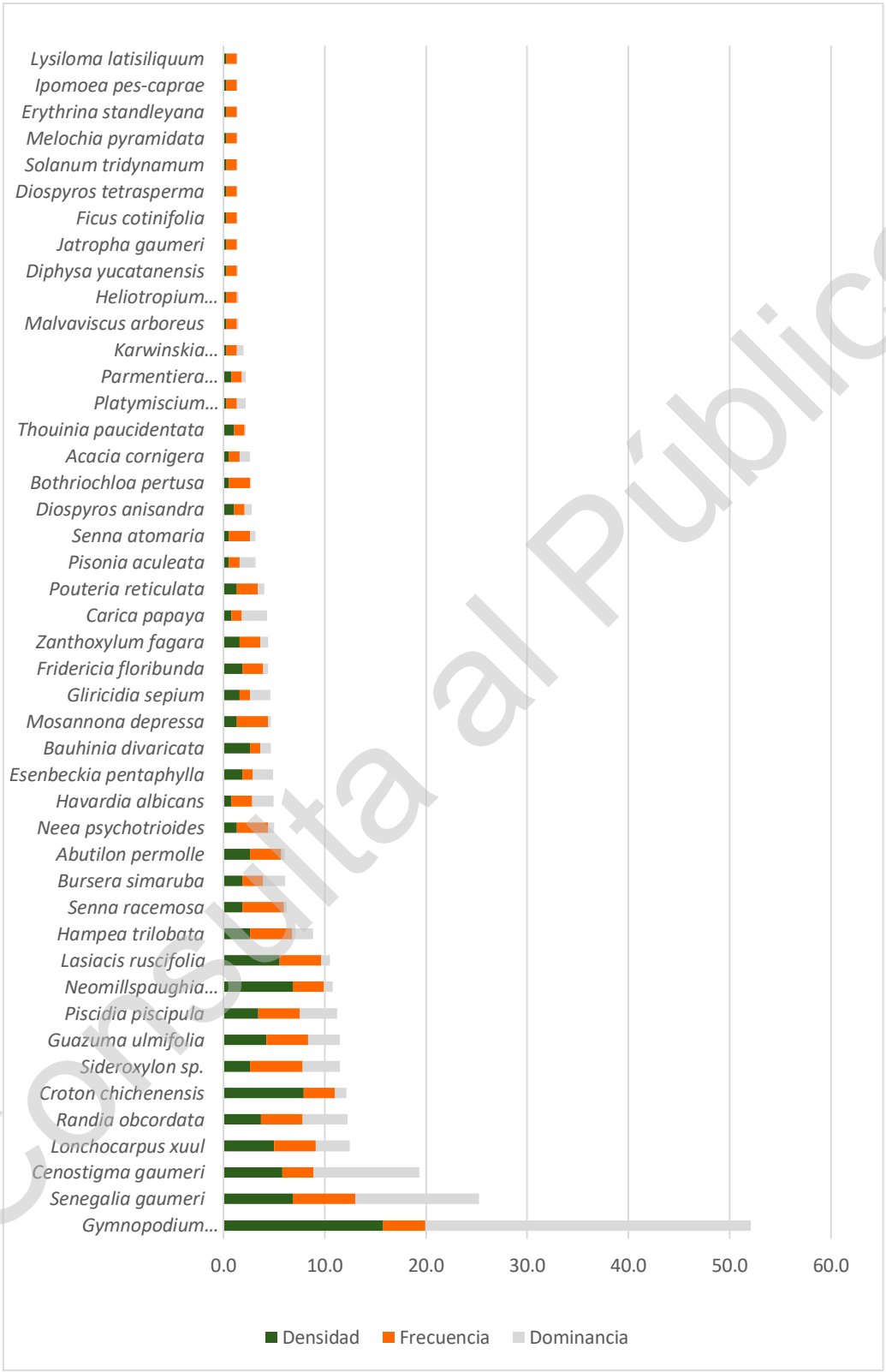
Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Karwinskia humboldtiana	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0103	0.6480	1.94
Malvaviscus arboreus	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0031	0.1986	1.49
Heliotropium angiospermum	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0030	0.1884	1.48
Diphysa yucatanensis	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0019	0.1190	1.41
Jatropha gaumeri	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0012	0.0786	1.37
Ficus cotinifolia	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0011	0.0677	1.36
Diospyros tetrasperma	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0009	0.0563	1.35
Solanum tridynamum	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0004	0.0273	1.32
Melochia pyramidata	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0003	0.0219	1.32
Erythrina standleyana	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0001	0.0082	1.30
Ipomoea pes-caprae	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0001	0.0046	1.30
Lysiloma latisiliquum	1	0.002	0.3	0.17	1.0309	0.0000	0.0015	1.30

Tabla 15. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el índice de valor de importancia más elevados son *Gymnopodium floribundum* con un valor de 52.07, *Senegalia gaumeri* con 25.26 y *Cenostigma gaumeri con 19.34*, estas tres especies se encuentran dentro de las más abundantes y las de mayor peso ecológico para este estrato. En el siguiente gráfico se observan los valores de importancia de todas las especies.

Consulta al Público



Consulta al Público

Gráfico 6. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la selva mediana caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de la selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional.

En el estrato herbáceo de la vegetación de la selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 13 especies las cuales *Abutilon permolle y Viguiera dentata* son las más abundantes con 13 y 20 individuos respectivamente. Estas especies son anuales por lo cual su presencia está dominada por la estacionalidad. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Abutilon permolle	13	2.167	22.0	0.3	11.8	0.000	21.2	54.99
Viguiera dentata	20	3.333	33.9	0.2	5.9	0.000	7.6	47.41
Ruellia nudiflora	2	0.333	3.4	0.3	11.8	0.000	31.4	46.51
Gymnopodium floribundum	3	0.500	5.1	0.2	5.9	0.000	21.2	32.15
Ipomoea pes-caprae	2	0.333	3.4	0.3	11.8	0.000	11.0	26.17
Momordica charantia	4	0.667	6.8	0.3	11.8	0.000	1.7	20.24
Havardia albicans	4	0.667	6.8	0.2	5.9	0.000	0.8	13.51
Lonchocarpus xuul	4	0.667	6.8	0.2	5.9	0.000	0.8	13.51
Bothriochloa pertusa	3	0.500	5.1	0.2	5.9	0.000	0.8	11.81
Croton chichenensis	1	0.167	1.7	0.2	5.9	0.000	0.8	8.42
Melochia pyramidata	1	0.167	1.7	0.2	5.9	0.000	0.8	8.42
Mosannona depressa	1	0.167	1.7	0.2	5.9	0.000	0.8	8.42

Consulta al Público

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Senegalia gaumeri	1	0.167	1.7	0.2	5.9	0.000	0.8	8.42

Tabla 16. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso el índice de valor de importancia de *Abutilon permolle* es de 54.99, *Viguiera dentata* tiene un valor de 47.41 y *Ruellia nudiflora* alcanza un valor de 46.51. La dominancia de especies anuales en este estrato está relacionada con que el muestreo se realizó en época de lluvias. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

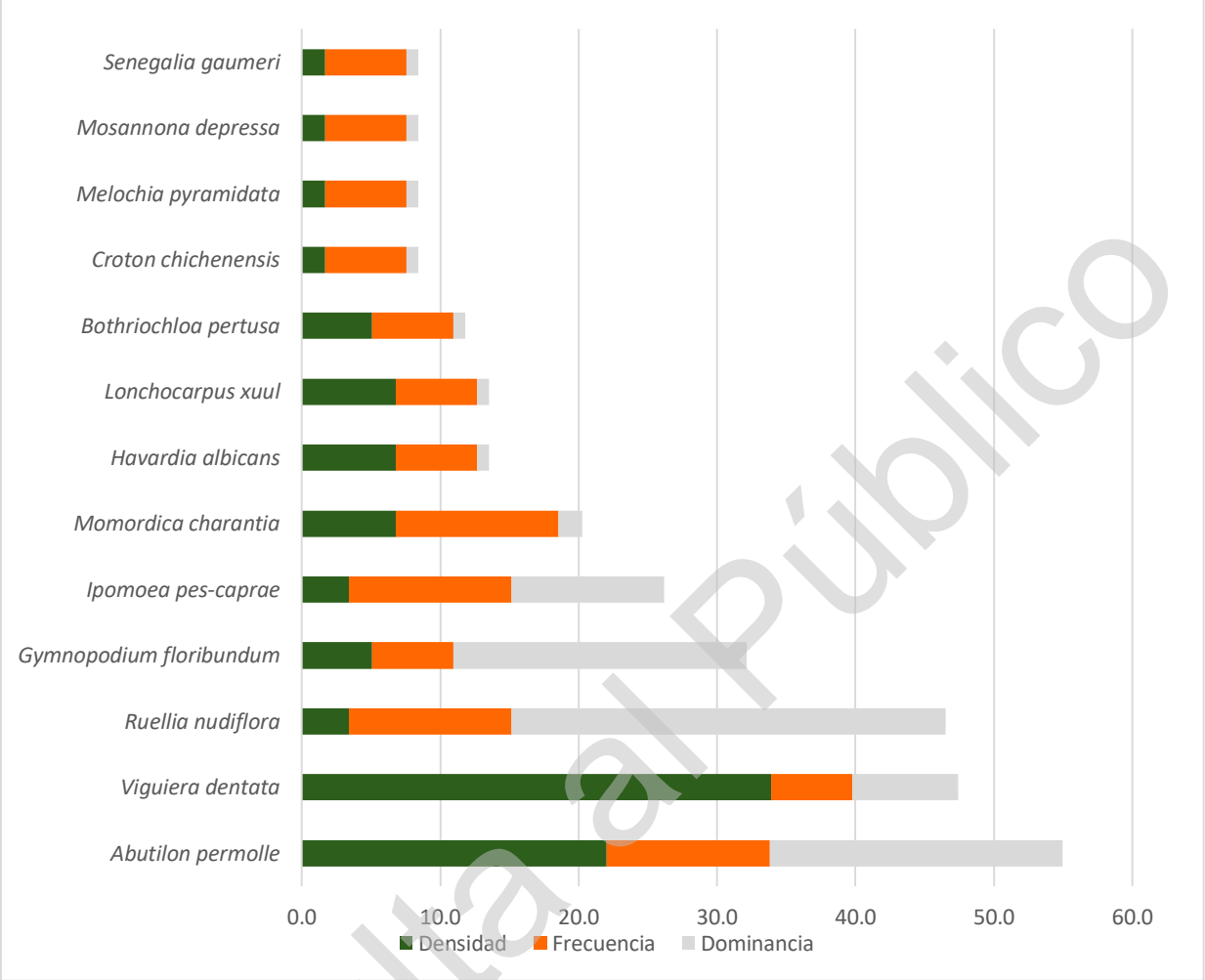


Gráfico 7. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva medina caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- **Selva baja espinosa caducifolia**

Dentro de la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia se realizaron 11 sitios de muestreo que equivalen a un área de 4400 m^2, en esta área se registraron 1241 individuos y se determinaron 65 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

Consulta al Público

En el estrato arbóreo se identificaron 26 especies. La especie más abundante fue *Senegalia gaumeri* con 35 individuos, seguida de *Erythrostemon yucatanensis* con 22 individuos, *Piscidia piscipula* con 16, *Platymiscium yucatanum* y *Bursera simaruba* con 15 individuos cada uno. El resto de las especies tiene siete o menos individuos como se observa en la siguiente tabla.

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Senegalia gaumeri	35	0.0080	22.73	0.727	13.11	0.167	24.51	60.35
Erythrostemon yucatanensis	22	0.0050	14.29	0.364	6.56	0.066	9.72	30.56
Platymiscium yucatanum	15	0.0034	9.74	0.273	4.92	0.081	11.91	26.57
Piscidia piscipula	16	0.0036	10.39	0.455	8.20	0.043	6.35	24.94
Bursera simaruba	15	0.0034	9.74	0.182	3.28	0.050	7.43	20.45
Chloroleucon mangense	7	0.0016	4.55	0.364	6.56	0.043	6.36	17.46
Pithecellobium dulce	6	0.0014	3.90	0.364	6.56	0.029	4.29	14.75
Lonchocarpus xuul	5	0.0011	3.25	0.273	4.92	0.021	3.15	11.32
Lysiloma latisiliquum	2	0.0005	1.30	0.182	3.28	0.031	4.52	9.10
Leucaena leucocephala	3	0.0007	1.95	0.273	4.92	0.014	2.13	8.99
Prosopis juliflora	2	0.0005	1.30	0.182	3.28	0.028	4.18	8.76
Jatropha gaumeri	3	0.0007	1.95	0.273	4.92	0.013	1.84	8.71
Senna racemosa	4	0.0009	2.60	0.182	3.28	0.005	0.78	6.65

Consulta al Público

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Amyris elemifera	3	0.0007	1.95	0.091	1.64	0.020	2.88	6.46
Vitex gaumeri	2	0.0005	1.30	0.182	3.28	0.007	1.08	5.65
Senna atomaria	2	0.0005	1.30	0.182	3.28	0.005	0.70	5.28
Sideroxylon sp.	2	0.0005	1.30	0.182	3.28	0.004	0.66	5.23
Havardia albicans	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.011	1.68	3.97
Coulteria mollis	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.010	1.48	3.77
Colubrina elliptica	2	0.0005	1.30	0.091	1.64	0.004	0.55	3.49
Carica papaya	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.008	1.11	3.40
Acacia cornigera	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.004	0.66	2.95
Gymnopodium floribundum	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.004	0.66	2.95
Acacia pennatula	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.004	0.53	2.82
Ceiba pentandra	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.003	0.42	2.71
Plumeria rubra	1	0.0002	0.65	0.091	1.64	0.003	0.42	2.71

Tabla 17. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la Selva mediana caducifolia en el SAR, las especies con los valores de IVI más altos son *Senegalia gaumeri* con 60.35, seguida de *Erythrostemon yucatanensis* con 30.56, Platymiscium yucatanum con 26.57 y *Piscidia piscipula* con 24.94. Estas especies son las más representativas para este estrato, las cuatro son de la familia Fabaceae, tienen importancia melífera y ganadera para sombra.

Consulta al Público

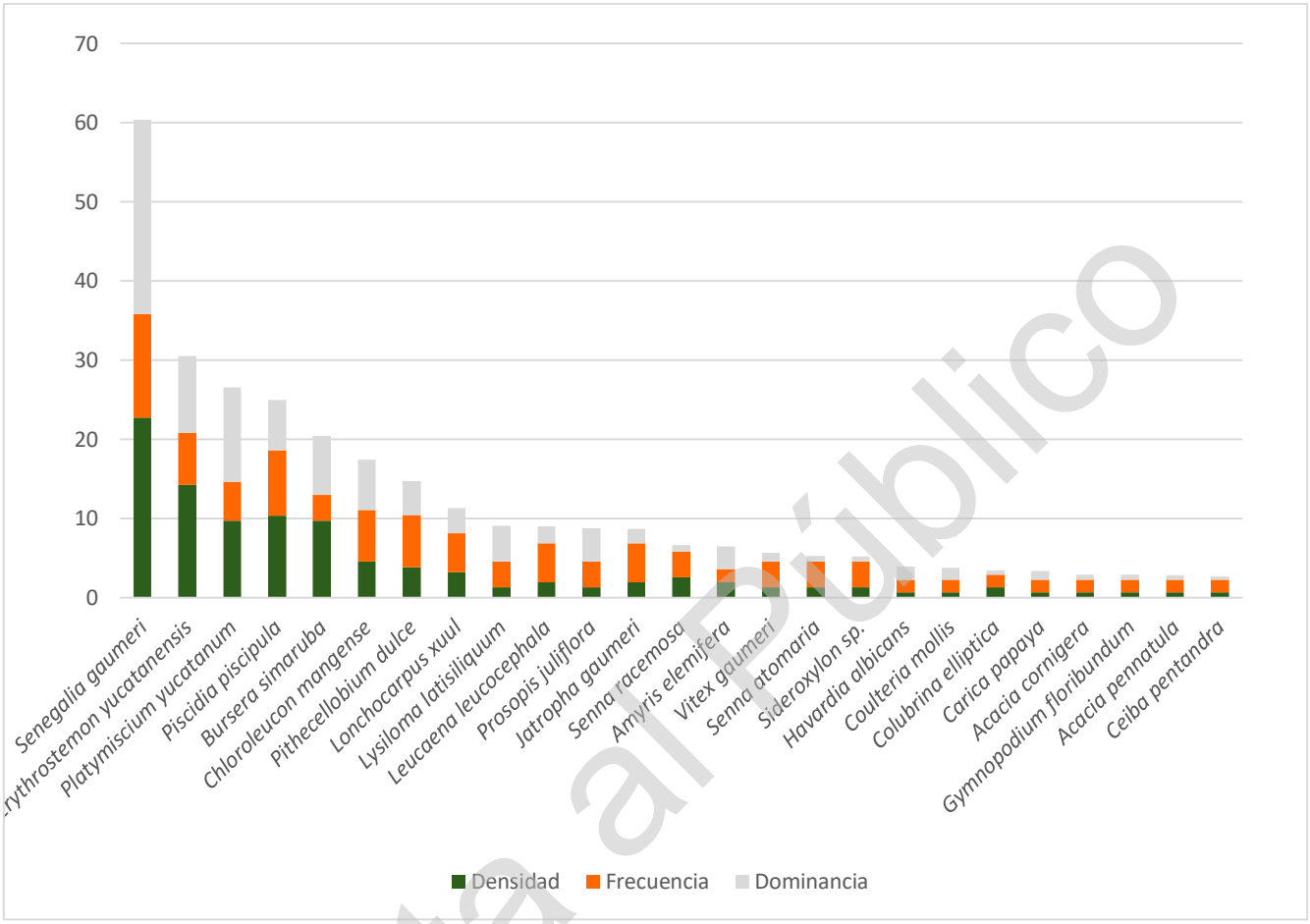


Gráfico 8. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la Selva baja espinosa caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de la Selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato de cactáceas en la selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron ocho especies. La especie más abundante y representativa fue *Opuntia inaperta* con 146 individuos, seguida de *Acanthocereus tetragonus* con 114, ambas especies son características de este tipo de vegetación. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

Consulta al Público

CACTÁCEAS								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Acanthocereus tetragonus	114	0.026	28.9	0.6	24.4	0.035	46.7	99.93
Opuntia inaperta	146	0.033	37.0	0.6	24.4	0.024	31.9	93.21
Pilosocereus gaumeri	52	0.012	13.2	0.3	12.2	0.002	2.4	27.74
Stenocereus laevigatus	44	0.010	11.1	0.3	12.2	0.002	2.6	25.89
Bromelia pinguin	15	0.003	3.8	0.2	9.8	0.008	10.8	24.36
Opuntia stricta	17	0.004	4.3	0.2	7.3	0.003	3.7	15.27
Agave angustifolia	5	0.001	1.3	0.1	4.9	0.002	2.1	8.20
Pterocereus gaumeri	2	0.000	0.5	0.1	4.9	0.000	0.0	5.40

Tabla 18. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el valor de IVI más alto fueron *Acanthocereus tetragonus* con un valor de 99.93, lo cual casi representa una tercera parte del valor total de IVI para este estrato. De igual forma *Opuntia linaperta* tiene un valor de 93.21. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

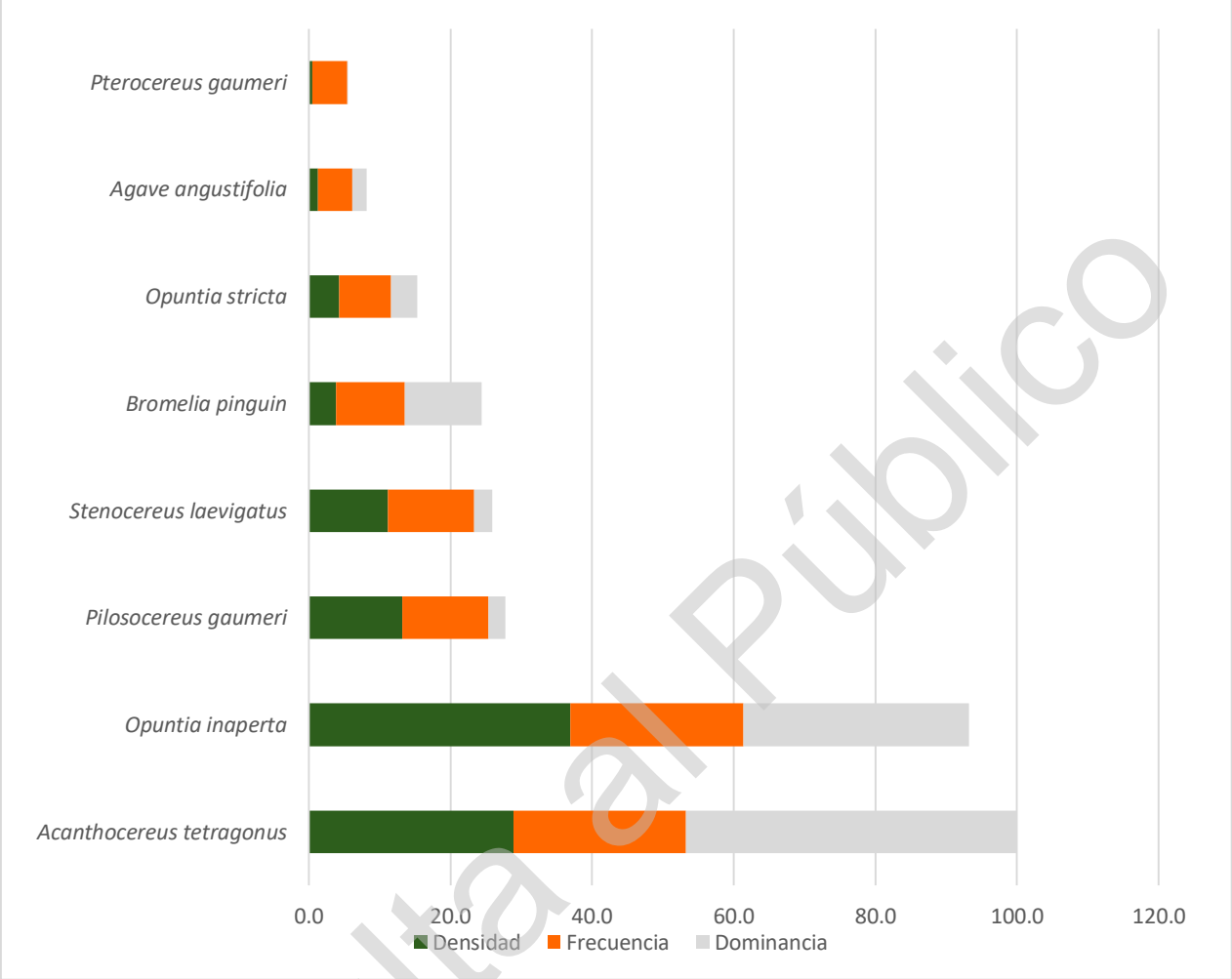


Gráfico 9. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas de la Selva baja espinosa caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de la Selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbustivo de la selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 42 especies. Las especies más abundantes son: *Parmentiera millspaughiana* 83 individuos, *Gymnopodium floribundum* con 80 individuos seguido de *Lonchocarpus xuul* con 61 y finalmente *Senegalia gaumeri* con 54 individuos.

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Gymnopodium floribundum	80	0.073	13.6	0.91	6.9930	0.2751	23.2669	43.89
Parmentiera millspaughiana	83	0.075	14.1	0.82	6.2937	0.1249	10.5665	31.00
Senegalia gaumeri	54	0.049	9.2	0.91	6.9930	0.1751	14.8071	31.00
Lonchocarpus xuul	61	0.055	10.4	0.64	4.8951	0.1204	10.1799	25.47
Randia obcordata	46	0.042	7.8	0.82	6.2937	0.0582	4.9206	19.05
Piscidia piscipula	27	0.025	4.6	0.55	4.1958	0.0427	3.6106	12.41
Acacia pennatula	15	0.014	2.6	0.55	4.1958	0.0422	3.5716	10.32
Ipomoea pes-caprae	16	0.015	2.7	0.45	3.4965	0.0305	2.5776	8.80
Neomillspaughia emarginata	16	0.015	2.7	0.36	2.7972	0.0259	2.1902	7.71
Sideroxylon sp.	10	0.009	1.7	0.55	4.1958	0.0168	1.4187	7.32
Eugenia foetida	7	0.006	1.2	0.45	3.4965	0.0210	1.7751	6.46
Abutilon permolle	14	0.013	2.4	0.45	3.4965	0.0061	0.5122	6.39
Melochia pyramidata	15	0.014	2.6	0.45	3.4965	0.0040	0.3382	6.39
Diospyros anisandra	10	0.009	1.7	0.36	2.7972	0.0188	1.5864	6.09
Erythrostemon yucatanensis	12	0.011	2.0	0.27	2.0979	0.0199	1.6790	5.82
Zanthoxylum fagara	9	0.008	1.5	0.36	2.7972	0.0171	1.4460	5.78

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Neea psychotrioides	11	0.010	1.9	0.45	3.4965	0.0043	0.3597	5.73
Croton chichenensis	16	0.015	2.7	0.27	2.0979	0.0065	0.5456	5.37
Pisonia aculeata	3	0.003	0.5	0.18	1.3986	0.0365	3.0826	4.99
Cnidoscolus aconitifolius	11	0.010	1.9	0.36	2.7972	0.0038	0.3188	4.99
Diospyros tetrasperma	10	0.009	1.7	0.36	2.7972	0.0055	0.4682	4.97
Mosannona depressa	9	0.008	1.5	0.18	1.3986	0.0228	1.9294	4.86
Platymiscium yucatanum	6	0.005	1.0	0.18	1.3986	0.0210	1.7733	4.19
Erythroxylum rotundifolium	3	0.003	0.5	0.27	2.0979	0.0065	0.5493	3.16
Esenbeckia pentaphylla	12	0.011	2.0	0.09	0.6993	0.0031	0.2612	3.00
Lysiloma latisiliquum	2	0.002	0.3	0.09	0.6993	0.0200	1.6884	2.73
Diphysa yucatanensis	5	0.005	0.9	0.18	1.3986	0.0034	0.2891	2.54
Chloroleucon mangense	2	0.002	0.3	0.09	0.6993	0.0156	1.3225	2.36
Viguiera dentata	4	0.004	0.7	0.09	0.6993	0.0093	0.7901	2.17
Bursera simaruba	3	0.003	0.5	0.09	0.6993	0.0096	0.8135	2.02
Thouinia paucidentata	2	0.002	0.3	0.18	1.3986	0.0014	0.1214	1.86
Erythrina standleyana	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0056	0.4734	1.34

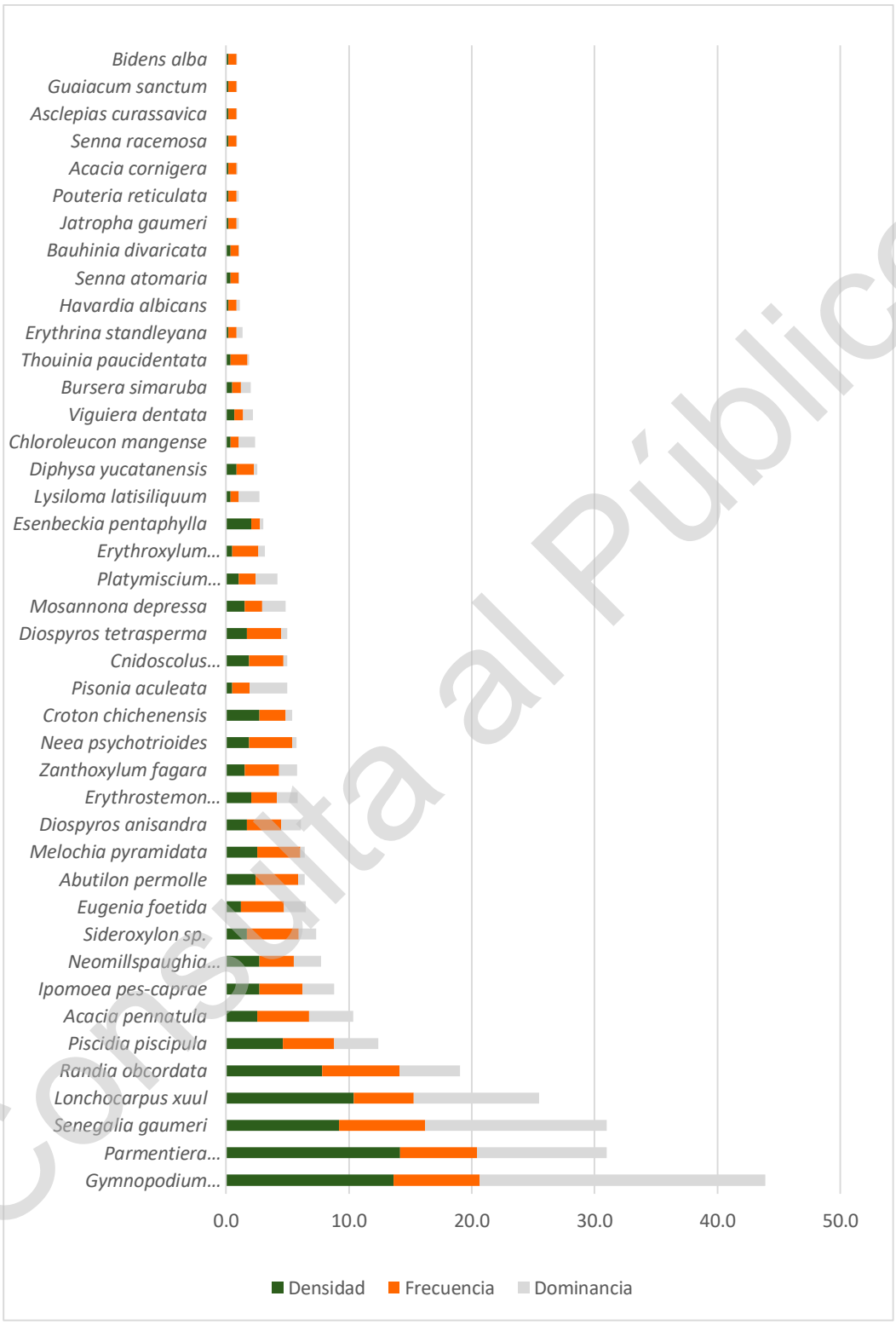
Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Havardia albicans	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0030	0.2550	1.12
Senna atomaria	2	0.002	0.3	0.09	0.6993	0.0004	0.0350	1.08
Bauhinia divaricata	2	0.002	0.3	0.09	0.6993	0.0003	0.0227	1.06
Jatropha gaumeri	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0019	0.1634	1.03
Pouteria reticulata	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0017	0.1451	1.01
Acacia cornigera	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0009	0.0731	0.94
Senna racemosa	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0003	0.0267	0.90
Asclepias curassavica	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0003	0.0259	0.90
Guaiacum sanctum	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0002	0.0183	0.89
Bidens alba	1	0.001	0.2	0.09	0.6993	0.0000	0.0020	0.87

Tabla 19. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el índice de valor de importancia más elevado son *Gymnopodium floribundum* con un valor de 43.89, *Parmentiera millspaughiana* con un valor de 31, *Senegalia gaumeri* con 31 y *Lonchocarpus xuul con 25.47*. Estas especies son características de la selva baja espinosa caducifolia a la cual se le designa el nombre de Calichal por las particularidades que presenta.

Consulta al Público



Consulta al Público

Gráfico 10. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la selva baja espinosa caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional.

En el estrato herbáceo de la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 12 especies, de las cuales *Viguiera dentata* y *Portulaca oleraceae* son las más abundantes con 70 y 10 individuos respectivamente. Estas especies son anuales y en época de lluvias muy abundantes, por lo cual su presencia está dominada por la estacionalidad. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Viguiera dentata	70	6.364	66.7	0.3	10.5	0.009	47.6	124.78
Portulaca oleracea	10	0.909	9.5	0.5	21.1	0.004	18.9	49.47
Momordica charantia	2	0.182	1.9	0.3	10.5	0.006	28.1	40.49
Bothriochloa pertusa	6	0.545	5.7	0.3	10.5	0.000	1.5	17.71
Abutilon permolle	7	0.636	6.7	0.3	10.5	0.000	0.5	17.70
Mosannona depressa	2	0.182	1.9	0.1	5.3	0.000	0.9	8.07
Randia obcordata	2	0.182	1.9	0.1	5.3	0.000	0.9	8.07
Ruellia nudiflora	2	0.182	1.9	0.1	5.3	0.000	0.6	7.74
Lonchocarpus xuul	1	0.091	1.0	0.1	5.3	0.000	0.9	7.11
Lasiacis ruscifolia	1	0.091	1.0	0.1	5.3	0.000	0.1	6.36
Bursera simaruba	1	0.091	1.0	0.1	5.3	0.000	0.0	6.25

Consulta al Público

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Jatropha gaumeri	1	0.091	1.0	0.1	5.3	0.000	0.0	6.25

Tabla 20. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso el índice de valor de importancia de *Viguiera dentata* tiene un valor de 124.78, mientras que *Portulaca oleracea* presenta un valor de 49.47, finalmente *Momordica charantia,* aunque tiene una abundancia baja, presenta un valor de importancia de 40.49.

La dominancia de especies anuales en este estrato está relacionada con que el muestreo se realizó en época de lluvias. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

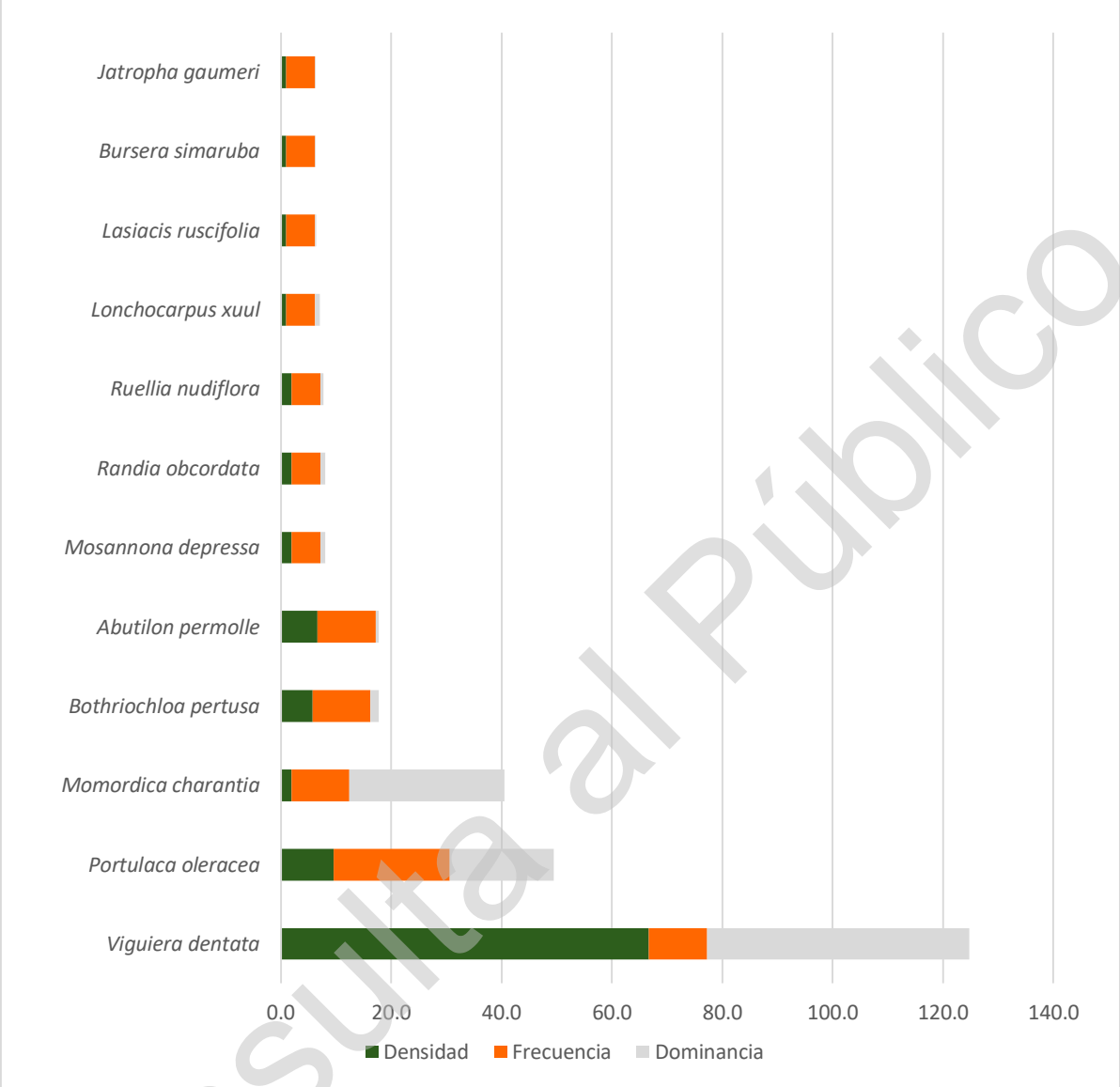


Gráfico 11. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia en el SAR.
Fuente: Elaboración propia.

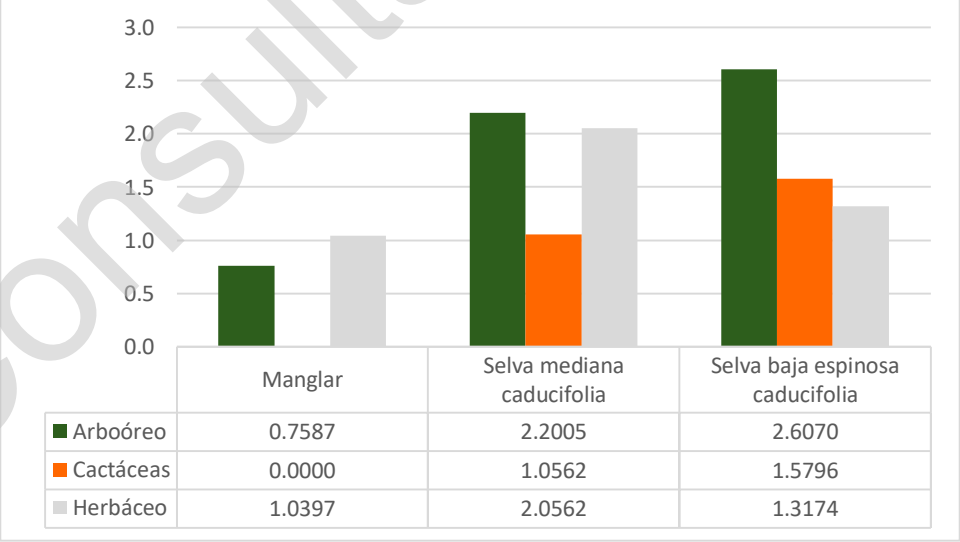
Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el Sistema Ambiental

En los ecosistemas naturales este índice de diversidad varía entre "0" y sin límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra y cuando hay un valor alto (>5) las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que podrían superar este valor.

Consulta al Público

En la siguiente figura se representa el valor de diversidad de Shannon en los diferentes tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional. En el Manglar el valor del estrato arbóreo fue de 0.7587, el arbustivo de 1.4132, el herbáceo 1.0397 y en el caso del estrato de cactáceas no aplica ya que solo se registró una especie. Los valores del índice de Shannon en la selva mediana caducifolia para el estrato arbóreo fueron de 2.2005, en el de cactáceas de 1.0562, el arbustivo de 3.2075 y el estrato de herbáceas de 2.0562. Finalmente, en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia los valores para los diferentes estratos fueron: arbóreo de 2.6070, cactáceas 1.5796, el estrato arbustivo de 3.0093 y el estrato de herbáceas de 1.3174. A excepción del estrato arbustivo en la vegetación de Selva mediana caducifolia (3.2075) y selva baja espinosa caducifolia (3.0093) que presentan una diversidad de moderada a alta, en general los valores del índice de Shannon para la vegetación del Sistema Ambiental Regional muestran que la diversidad es de baja a moderada, considerando que ecosistemas conservados presentan valores superiores a 3, esto se debe a que existe una dominancia muy marcada por parte de algunas especies.

En el estrato arbustivo de los diferentes tipos de vegetación se presentaron los valores de diversidad más altos, esto es debido que los arbustos son parte fundamental de los ecosistemas tropicales de nuestro país. El estrato de cactáceas presenta valores bajos de diversidad.



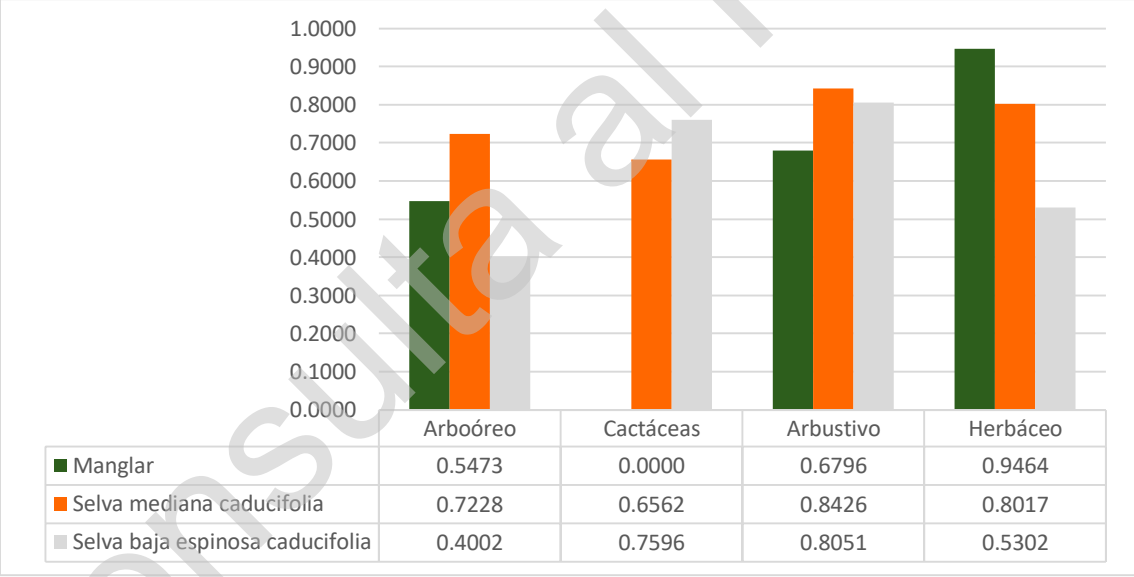
	Manglar	Selva mediana caducifolia	Selva baja espinosa caducifolia
Arboóreo	0.7587	2.2005	2.6070
Cactáceas	0.0000	1.0562	1.5796
Herbáceo	1.0397	2.0562	1.3174

Gráfico 12. Índice de biodiversidad de Shannon (H') en los tres tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

El índice de Equidad de Pielou toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, sabiendo que el valor máximo de equidad es 1. Los valores que se presentan en los estratos en el Manglar son: Arbóreo, 0.5473; arbustos 0.6796 y herbáceas 0.9464. En el estrato de selva mediana caducifolia los valores de equitatividad para los estratos fueron: árboles, 0.7228; cactáceas, 0.6562; arbustos 0.8426 y herbáceas 0.8017; finalmente, para la selva baja espinosa caducifolia los valores fueron los siguientes: árboles, 0.4002; cactáceas, 0.7596; arbustos 0.8051 y el estrato herbáceo 0.5302.

La equidad en los diferentes tipos de vegetación que se presenta va de 0.5302 a 0.9464; estos valores nos demuestran que la vegetación en el Sistema Ambiental Regional presenta cierta uniformidad en relación a las especies y su abundancia, esto como consecuencia del impacto antropogénico que presentan las áreas adyacentes al proyecto tanto por el establecimiento de zonas agrícolas, como por el sobrepastoreo en áreas de vegetación natural.



	Arbooreo	Cactáceas	Arbustivo	Herbáceo
Manglar	0.5473	0.0000	0.6796	0.9464
Selva mediana caducifolia	0.7228	0.6562	0.8426	0.8017
Selva baja espinosa caducifolia	0.4002	0.7596	0.8051	0.5302

Gráfico 13. Índice de Equidad de Pielou (J') en los tres tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.2.1.3.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Sistema Ambiental Regional

Después de realizar los muestreos, recorridos e identificación de las especies de flora en el Sistema Ambiental Regional se registraron seis especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies registradas fueron las siguientes:

Consulta al Publico

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-59
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro	Amenazada (A)
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	Amenazada (A)
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Amenazada (A)
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle colorado	Amenazada (A)
Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	Amenazada (A)
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Órgano kanzacam	En Peligro de Extinción (P)

Tabla 21. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010; elaboración propia.

En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans y Conocarpus erectus*), todas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 debido a lo frágil de estos ecosistemas. Los humedales costeros, en particular los manglares, brindan una gran variedad de servicios ambientales: son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción pesquera, son utilizados como combustible (leña), poseen un alto valor estético y recreativo, actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros.

Por otro lado, *Guaiacum sanctum* (Guayacán), que pertenece a la familia Zygophyllaceae, se caracteriza por tener hábito arbóreo, de crecimiento monopodial, un tallo con una madera dura, de hojas compuestas opuestas, las flores son solitarias, púrpuras y el fruto es una cápsula que presenta una o dos semillas con un arilo rojo. *Guaiacum sanctum* está cercanamente relacionada con *G. officinale* L., considerada una especie con mucha importancia en el campo farmacéutico además de que su madera es muy apreciada.

Pterocereus gaumeri es una especie endémica de la Península de Yucatán, cuya distribución se restringe básicamente a la selva baja con cactáceas candelabriformes del norte de Yucatán. Sus poblaciones presentan bajas densidades (alrededor de 100 adultos/ha), en comparación con otras cactáceas columnares que comparten el mismo hábitat (*Stenocereus eichlamii*: 400 adultos/ha; *Pilosocereus gaumeri*: 165 adultos/ha;

Consulta al Público

Méndez *et al.*, 2004[23]), así como de cactáceas columnares de otras áreas. Por lo limitado de su distribución y las bajas densidades poblacionales que presenta, es considerada como una especie rara de acuerdo con Reveal (1981), quien define a la rareza como el estado actual de un taxón, el cual, por cualquier combinación de factores físicos o biológicos, se encuentra restringido en sus números, en el área que ocupa, o en ambos, a un nivel que es demostrablemente menor que otros organismos de entidades taxonómicas comparables.

A continuación, se muestra un mapa con la ubicación de los registros de flora de los muestreos realizados que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SAR.

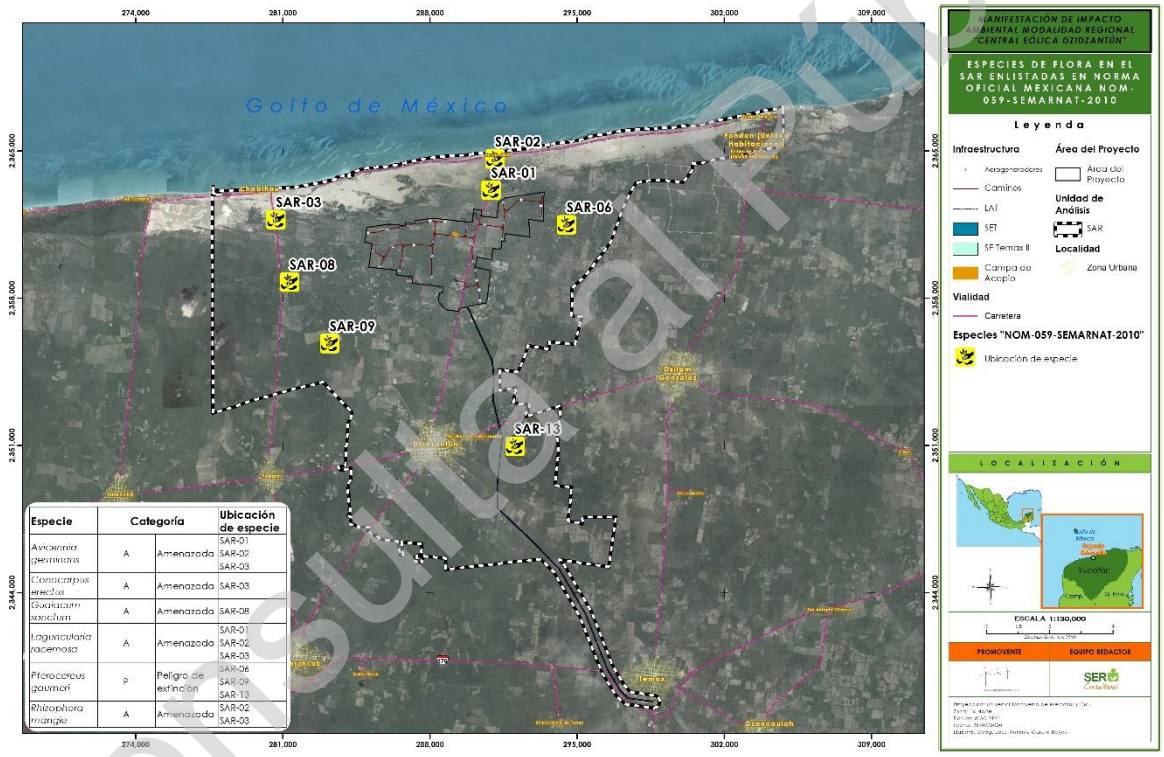


Figura 32. Ubicación de los registros de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

Estatus de Origen

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies Endémicas, Nativas, Exóticas y Exótica-Invasora. De acuerdo con CONABIO (2020), gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país. Dentro del área del SAR se registraron 83 especies

[23] Méndez M., Durán R., Olmsted I. y Oyama K. 2004. Population dynamics of Pterocereus gaumeri, a rare and endemic columnar cactus of Mexico. Biotropica 36:492-504

Consulta al Público

de las cuales 65 son nativas, 16 son endémicas y dos son exóticas, tal como se muestra en la siguiente gráfica. Por lo tanto, se puede apreciar que si bien es un ecosistema que se encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación se considera nativa y endémica casi en su totalidad.

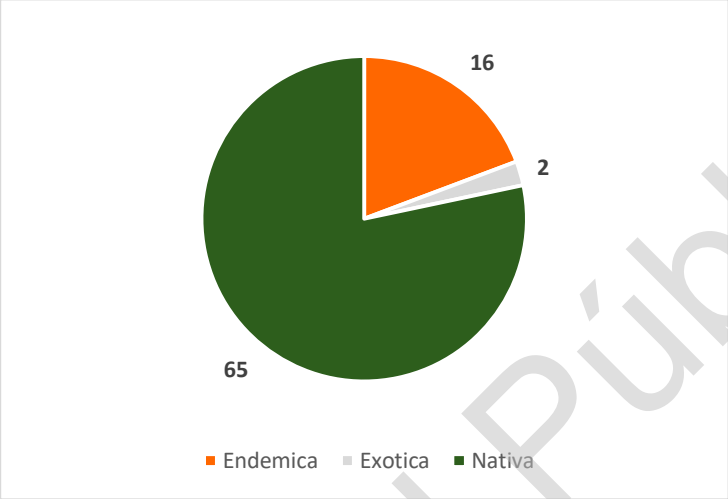


Gráfico 14. Estatus de Origen de las especies presentes en el Sistema Ambiental Regional.
Fuente: CONABIO; elaboración propia.

IV.3.1.2.1.3.2.4. Composición florística del Área de Proyecto

Para el análisis de la flora en el Área de Proyecto se realizaron 20 sitios de muestreo, 17 en las áreas donde se ubicarán los aerogeneradores y 3 en la Línea de Transmisión Eléctrica registrando un total de 3900 individuos. Derivado del análisis de los sitios de muestreo se registró a 74 especies pertenecientes a 34 familias taxonómicas.

Las Familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 19 especies, Cactaceae con siete y Malvaceae con seis, las familias restantes presentan tres o menos especies cada una. En el **Anexo IV.1 Flora (Base de datos)** se presentan los datos de registro de cada individuo, así como los análisis realizados.

Adicionalmente se presenta el catálogo de las especies que se distribuyen dentro del área del proyecto.

Ver Anexo IV.1 Flora (Catálogo de flora)

Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación en el Área de Proyecto

Para el análisis de la vegetación y el peso ecológico de cada especie se utilizó el índice de valor de importancia (IVI) para establecer los parámetros que caracterizan la vegetación

Consulta al Público

del sitio de muestreo. Para la estimación del IVI en el AP se realizaron los cálculos con base a los datos registrados al realizar el levantamiento en campo en los sitios de muestreo, considerando el tipo de vegetación, en este caso se registraron dos tipos de vegetación, Selva mediana caducifolia y Selva baja espinosa caducifolia.

- **Selva mediana caducifolia**

Dentro de la vegetación de Selva mediana caducifolia se realizaron tres sitios de muestreo que equivalen a un área de 1200 m^2, en esta área se registraron 296 individuos y se determinaron 39 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de Selva mediana caducifolia en el AP

En el estrato arbóreo se identificaron 9 especies. Las especies más abundantes fueron *Piscidia piscipula* con 21 individuos y *Senegalia gaumeri* con cinco. El resto de las especies tienen cuatro o menos individuos, como se observa en la siguiente tabla.

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Piscidia piscipula	21	0.0175	52.50	1.000	25.00	0.382	56.23	133.73
Senegalia gaumeri	5	0.0042	12.50	0.333	8.33	0.079	11.60	32.44
Havardia albicans	2	0.0017	5.00	0.667	16.67	0.048	7.14	28.80
Chloroleucon mangense	4	0.0033	10.00	0.333	8.33	0.039	5.77	24.10
Leucaena leucocephala	4	0.0033	10.00	0.333	8.33	0.034	5.01	23.35
Ceiba pentandra	1	0.0008	2.50	0.333	8.33	0.059	8.70	19.54

Consulta al Público

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Erythrostemon yucatanensis	1	0.0008	2.50	0.333	8.33	0.016	2.41	13.24
Guazuma ulmifolia	1	0.0008	2.50	0.333	8.33	0.013	1.95	12.79
Pithecellobium dulce	1	0.0008	2.50	0.333	8.33	0.008	1.18	12.01

Tabla 22. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva mediana caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la Selva mediana caducifolia en el AP donde *Piscidia piscipula* es la especie con el valor ecológico más alto, con 133.73, esta especie es de importancia melífera para la región.

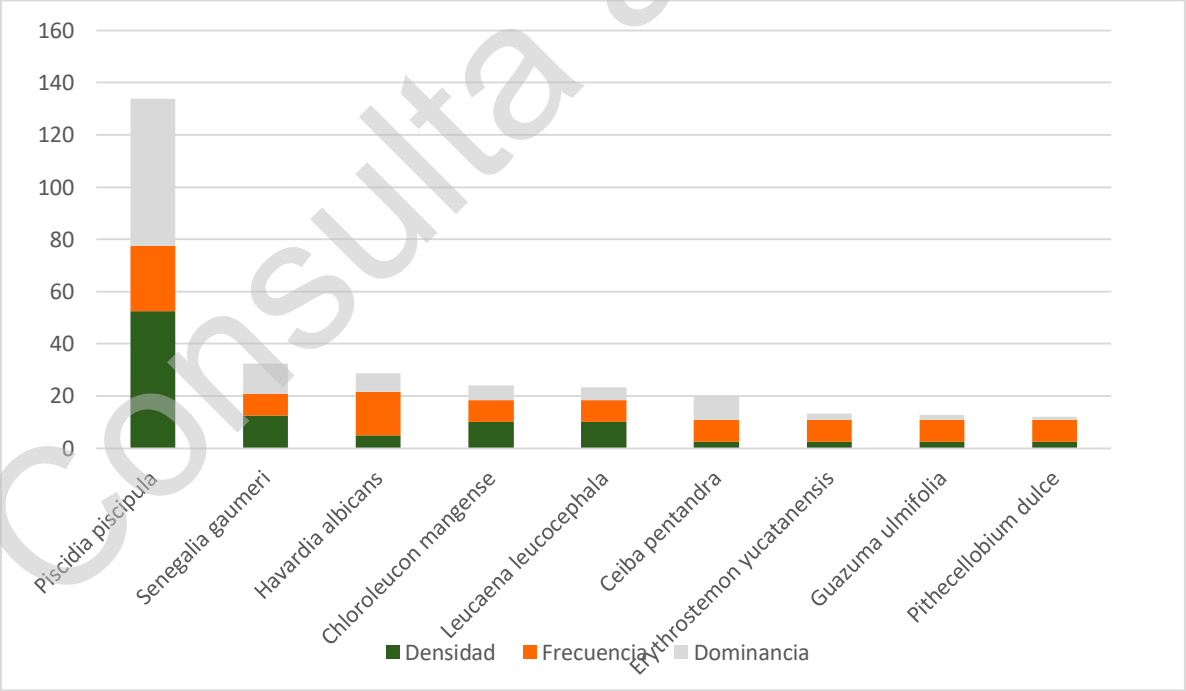


Gráfico 15. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la Selva mediana caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de la Selva mediana caducifolia en el Área de proyecto

En el estrato de cactáceas en la selva mediana caducifolia en el Área de proyecto se identificaron tres especies. La especie más abundante y representativa fue *Bromelia pinguin* con ocho individuos, seguido de *Opuntia inaperta* y *Acanthocereus tetragonus*. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

CACTÁCEAS								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bromelia pinguin	8	0.007	72.7	0.7	50.0	0.016	77.1	199.86
Opuntia inaperta	2	0.002	18.2	0.3	25.0	0.003	14.8	57.97
Acanthocereus tetragonus	1	0.001	9.1	0.3	25.0	0.002	8.1	42.17

Tabla 23. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva mediana caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

Bromelia pinguin fue la especie con el valor de importancia más alto en este estrato, probablemente porque el suelo en el que se desarrolla es óptimo, aunado a la poca competencia en este tipo de vegetación, que beneficia su crecimiento y establecimiento. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

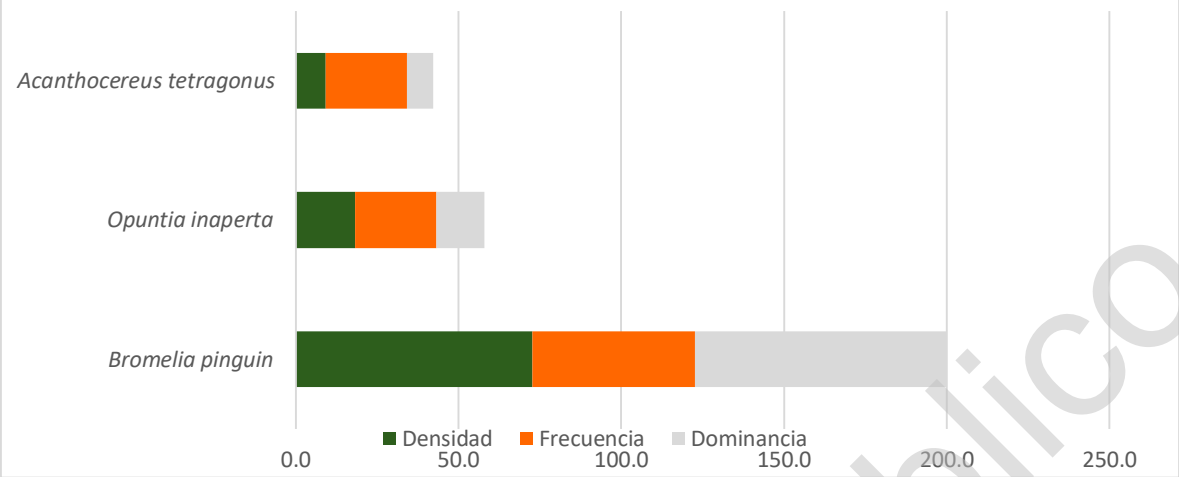


Gráfico 16. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas de la Selva mediana caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de la Selva mediana caducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbustivo de la selva mediana caducifolia en el Área de proyecto se identificaron 29 especies. La especie arbustiva más abundante fue *Guazuma ulmifolia* con 38 individuos, seguido de *Senegalia gaumeri con 26, Siderozxylon sp. con 19 y Lonchocarpus xuul* con 18. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Guazuma ulmifolia	38	0.127	16.5	0.33	2.1739	0.1921	14.3215	32.95
Senegalia gaumeri	26	0.087	11.3	0.67	4.3478	0.1995	14.8718	30.48
Lonchocarpus xuul	18	0.060	7.8	0.67	4.3478	0.2292	17.0897	29.23
Sideroxylon sp.	19	0.063	8.2	0.67	4.3478	0.1742	12.9885	25.56
Hampea trilobata	14	0.047	6.1	1.00	6.5217	0.0965	7.1935	19.78

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Piscidia piscipula	12	0.040	5.2	1.00	6.5217	0.0842	6.2764	17.99
Solanum tridynamum	23	0.077	10.0	0.33	2.1739	0.0073	0.5467	12.68
Mosannona depressa	6	0.020	2.6	0.67	4.3478	0.0672	5.0097	11.95
Senna racemosa	6	0.020	2.6	1.00	6.5217	0.0377	2.8116	11.93
Lasiacis ruscifolia	12	0.040	5.2	0.67	4.3478	0.0131	0.9753	10.52
Randia obcordata	5	0.017	2.2	1.00	6.5217	0.0165	1.2323	9.92
Croton chichenensis	12	0.040	5.2	0.33	2.1739	0.0340	2.5365	9.91
Senna atomaria	4	0.013	1.7	0.67	4.3478	0.0397	2.9620	9.04
Esenbeckia pentaphylla	8	0.027	3.5	0.67	4.3478	0.0086	0.6388	8.45
Bursera simaruba	2	0.007	0.9	0.33	2.1739	0.0646	4.8180	7.86
Neomillspaughia emarginata	7	0.023	3.0	0.33	2.1739	0.0268	2.0001	7.20
Gliricidia sepium	2	0.007	0.9	0.67	4.3478	0.0036	0.2694	5.48
Bauhinia divaricata	2	0.007	0.9	0.67	4.3478	0.0011	0.0800	5.29
Neea psychotrioides	3	0.010	1.3	0.33	2.1739	0.0085	0.6324	4.11
Diospyros tetrasperma	3	0.010	1.3	0.33	2.1739	0.0072	0.5367	4.01
Fridericia floribunda	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0127	0.9447	3.55
Ficus cotinifolia	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0073	0.5411	3.15

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Cnidoscolus aconitifolius	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0043	0.3173	2.92
Zanthoxylum fagara	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0020	0.1494	2.76
Acacia pennatula	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0016	0.1172	2.72
Malvaviscus arboreus	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0009	0.0634	2.67
Carica papaya	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0006	0.0431	2.65
Momordica charantia	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0003	0.0206	2.63
Abutilon permolle	1	0.003	0.4	0.33	2.1739	0.0002	0.0122	2.62

Tabla 24. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el índice de valor de importancia más elevado son *Guazuma ulmifolia* con 32.95, *Senegalia gaumeri* con 30.48, *Lonchocarpus xuul* con 18 y *Sideroxylon* sp. con 25.56, las especies restantes tienen un valor menor a 20. En el siguiente grafico se observa los valores de importancia de todas las especies.

Consulta al Público

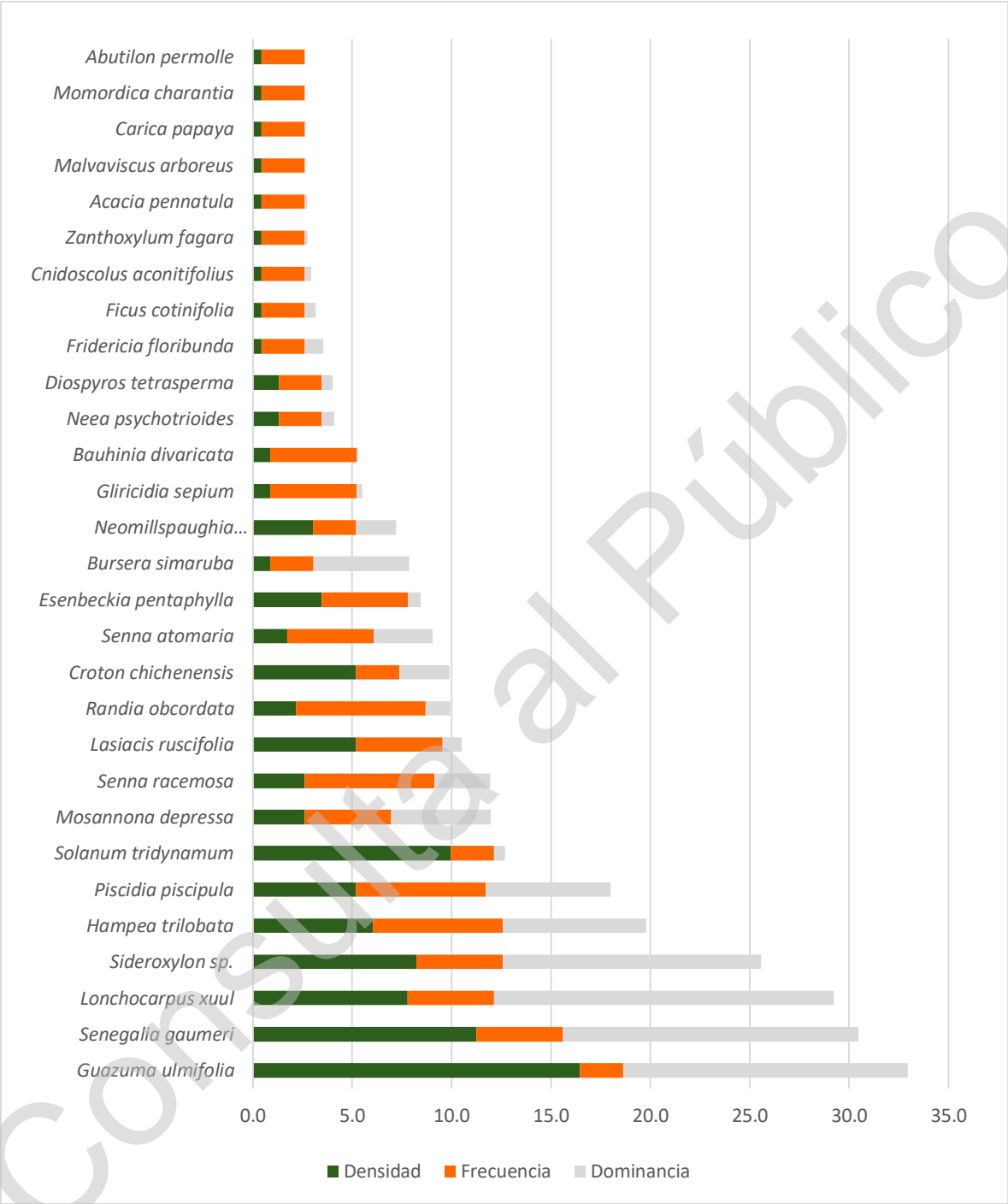


Gráfico 17. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la selva mediana caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de la selva mediana caducifolia en el Área de proyecto.

Consulta al Público

En el estrato herbáceo de la vegetación de la selva mediana caducifolia en el Área de proyecto se identificaron seis especies, las cuales presentan abundancias similares entre, 3 y 1. Estas especies son anuales por lo cual su presencia está dominada por la estacionalidad. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Neea psychotrioides	2	0.118	14.3	0.3	14.3	0.002	60.6	89.18
Lasiacis ruscifolia	3	0.176	21.4	0.7	28.6	0.001	34.2	84.24
Abutilon permolle	3	0.176	21.4	0.3	14.3	0.000	0.6	36.32
Mosannona depressa	3	0.176	21.4	0.3	14.3	0.000	0.2	35.87
Ruellia nudiflora	2	0.118	14.3	0.3	14.3	0.000	3.8	32.36
Piscidia piscipula	1	0.059	7.1	0.3	14.3	0.000	0.6	22.03

Tabla 25. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso el índice de valor de importancia de *Neea psychotrioides* es de 89.18, *Lasiacis ruscifolia* tiene un valor de 84.24. La dominancia de especies anuales en este estrato está relacionada con que el muestreo se realizó en época de lluvias. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

Consulta al Público

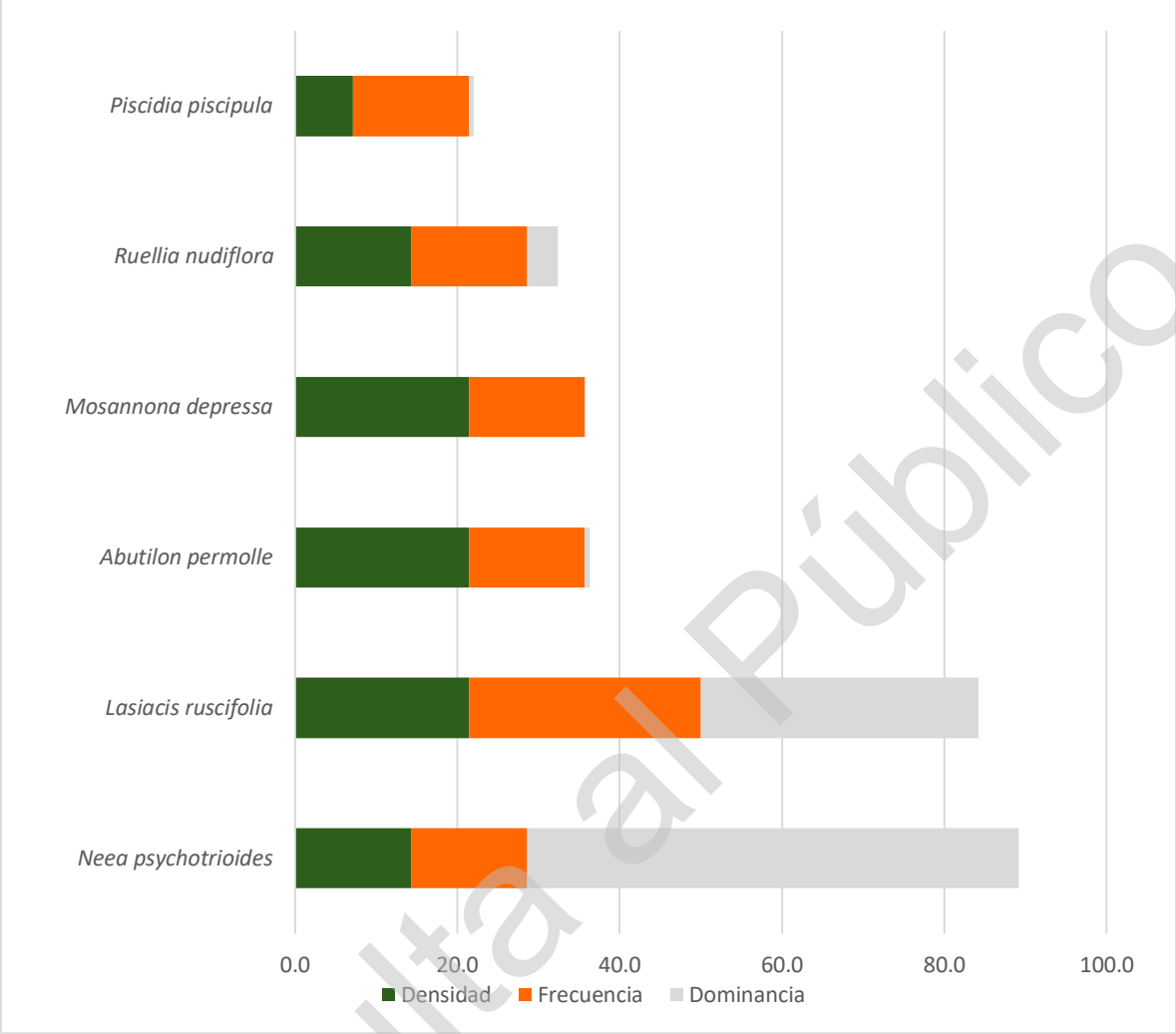


Gráfico 18. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva medina caducifolia en el AP. Fuente: Elaboración propia.

- **Selva baja espinosa caducifolia**

Dentro de la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia en el área de proyecto se realizaron 17 sitios de muestreo que equivalen a un área de 6800 m^2, en esta área se registraron 3604 individuos y se determinaron 66 especies en cuatro estratos. A continuación se presenta el análisis de la vegetación.

- Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia en el Área de Proyecto.

Consulta al Público

En el estrato arbóreo se identificaron 23 especies. Las especies más abundantes fueron *Coulteria mollis* con 16 individuos, *Bursera simaruba* con 11 individuos, *Prosopis juliflora* con 10 individuos, *Pithecellobium dulce* con 9 y *Senegalia gaumeri* con 9 individuos. El resto de las especies tiene seis o menos individuos como se observa en la siguiente tabla.

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Coulteria mollis	16	0.0024	15.53	0.294	9.80	0.033	10.31	35.65
Pithecellobium dulce	9	0.0013	8.74	0.176	5.88	0.050	15.52	30.14
Senegalia gaumeri	9	0.0013	8.74	0.353	11.76	0.026	8.00	28.51
Prosopis juliflora	10	0.0015	9.71	0.118	3.92	0.047	14.55	28.18
Bursera simaruba	11	0.0016	10.68	0.235	7.84	0.021	6.47	25.00
Lysiloma latisiliquum	6	0.0009	5.83	0.235	7.84	0.026	7.90	21.56
Chloroleucon mangense	6	0.0009	5.83	0.118	3.92	0.020	6.25	15.99
Havardia albicans	4	0.0006	3.88	0.176	5.88	0.014	4.47	14.24
Erythrostemon yucatanensis	4	0.0006	3.88	0.176	5.88	0.007	2.30	12.06
Erythroxylum rotundifolium	3	0.0004	2.91	0.118	3.92	0.008	2.55	9.39
Piscidia piscipula	3	0.0004	2.91	0.118	3.92	0.008	2.54	9.37
Guettarda gaumeri	3	0.0004	2.91	0.118	3.92	0.005	1.43	8.26
Erythrina standleyana	3	0.0004	2.91	0.059	1.96	0.010	3.22	8.09

Consulta al Público

ARBÓREO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Karwinskia humboldtiana	2	0.0003	1.94	0.059	1.96	0.013	4.01	7.91
Leucaena leucocephala	2	0.0003	1.94	0.118	3.92	0.006	1.70	7.57
Senna atomaria	2	0.0003	1.94	0.118	3.92	0.005	1.61	7.48
Neomillspaughia emarginata	3	0.0004	2.91	0.059	1.96	0.005	1.69	6.56
Gymnopodium floribundum	1	0.0001	0.97	0.059	1.96	0.006	1.75	4.68
Jatropha gaumeri	2	0.0003	1.94	0.059	1.96	0.002	0.77	4.67
Esenbeckia pentaphylla	1	0.0001	0.97	0.059	1.96	0.003	1.08	4.01
Vitex gaumeri	1	0.0001	0.97	0.059	1.96	0.003	0.89	3.82
Sideroxylon sp.	1	0.0001	0.97	0.059	1.96	0.002	0.72	3.65
Platymiscium yucatanum	1	0.0001	0.97	0.059	1.96	0.001	0.27	3.20

Tabla 26. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la Selva baja espinosa caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la Selva mediana caducifolia en el AP, las especies con los valores de IVI mas alto son *Coulteria mollis con un valor de 35.65, Pithecellobium dulce con 30.14, Senegalia gaumeri* con 28.51 y *Prosopis juliflora* con 28.51. Estas especies son las más representativas para este estrato, las cuatro son de la familia Fabaceae, con importancia para las actividades melíferas y, en el caso de la ganadera, para dar sombra.

Consulta al Público

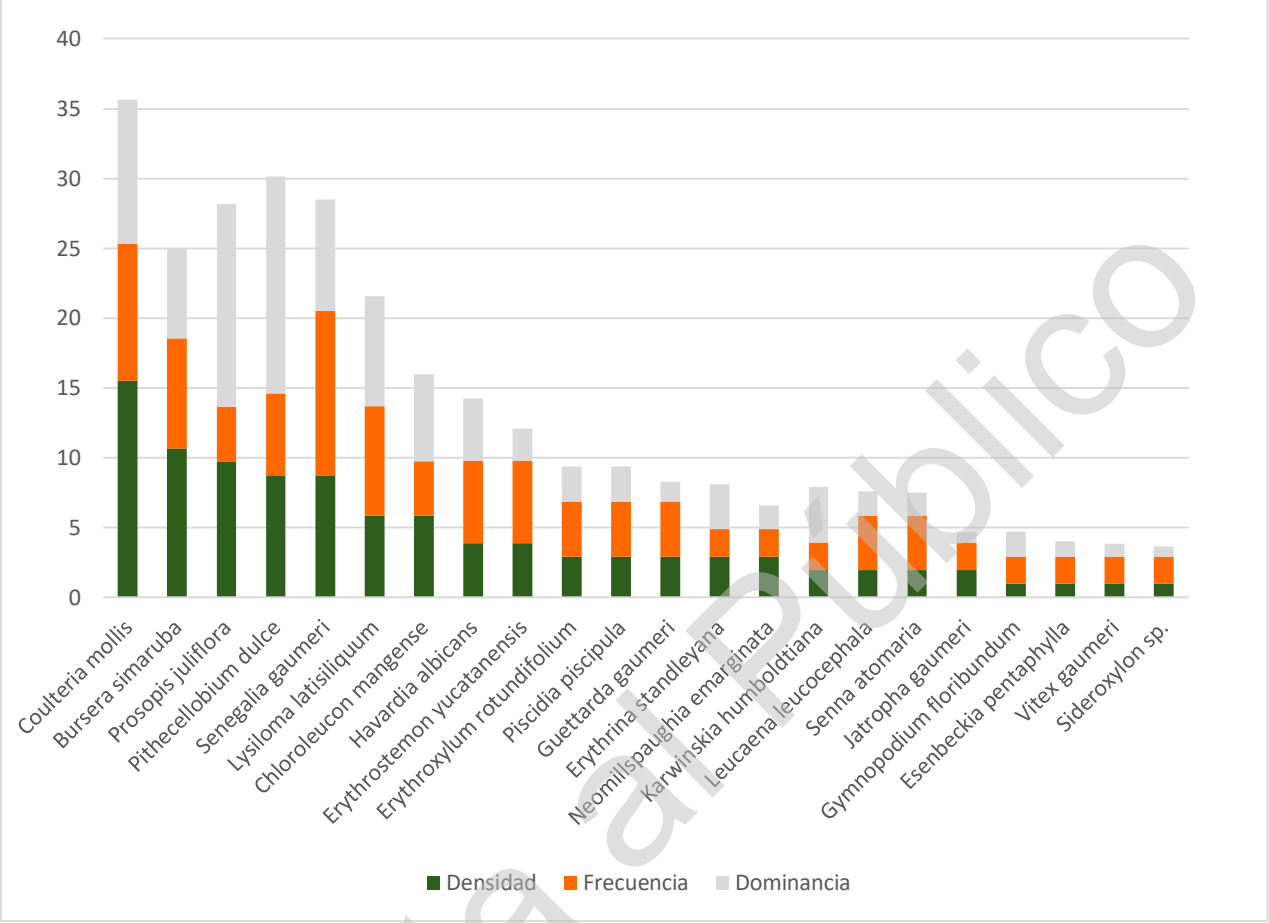


Gráfico 19. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la Selva baja espinosa caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de la Selva baja espinosa caducifolia en el Área de proyecto.

En el estrato de cactáceas en la selva baja espinosa caducifolia en el Área de proyecto se identificaron nueve especies. La especie más abundante y representativa fue *Opuntia Inaperta* con 875, seguida de *Opuntia stricta* con 440 individuos, *Stenocereus laevigatus* con 240 individuos y *Acanthocereus tetragonus* con 239, estas especies son características de este tipo de vegetación en la Península de Yucatan. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

Consulta al Público

CACTÁCEAS								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Opuntia inaperta	875	0.129	43.1	0.9	17.9	0.022	23.2	84.09
Acanthocereus tetragonus	239	0.035	11.8	0.9	19.0	0.026	26.8	57.64
Opuntia stricta	440	0.065	21.7	0.6	13.1	0.018	18.4	53.12
Stenocereus laevigatus	240	0.035	11.8	0.8	16.7	0.014	14.4	42.84
Pilosocereus gaumeri	124	0.018	6.1	0.6	13.1	0.004	4.3	23.47
Agave angustifolia	86	0.013	4.2	0.6	11.9	0.006	6.1	22.20
Bromelia pinguin	22	0.003	1.1	0.2	4.8	0.007	6.9	12.76
Pterocereus gaumeri	5	0.001	0.2	0.1	2.4	0.000	0.0	2.63
Mammillaria gaumeri	1	0.000	0.0	0.1	1.2	0.000	0.0	1.26

Tabla 27. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la Selva baja espinosa caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el valor de IVI más alto son *Opuntia inaperta* con un valor de 84.09, *Acanthocereus tetragonus* con 57.64, *Opuntia stricta* con 53.12 y *Stenocereus laevigatus* con 42.84. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica. La especie con el índice de valor de importancia más bajo es *Mammillaria gaumeri*.

Consulta al Público

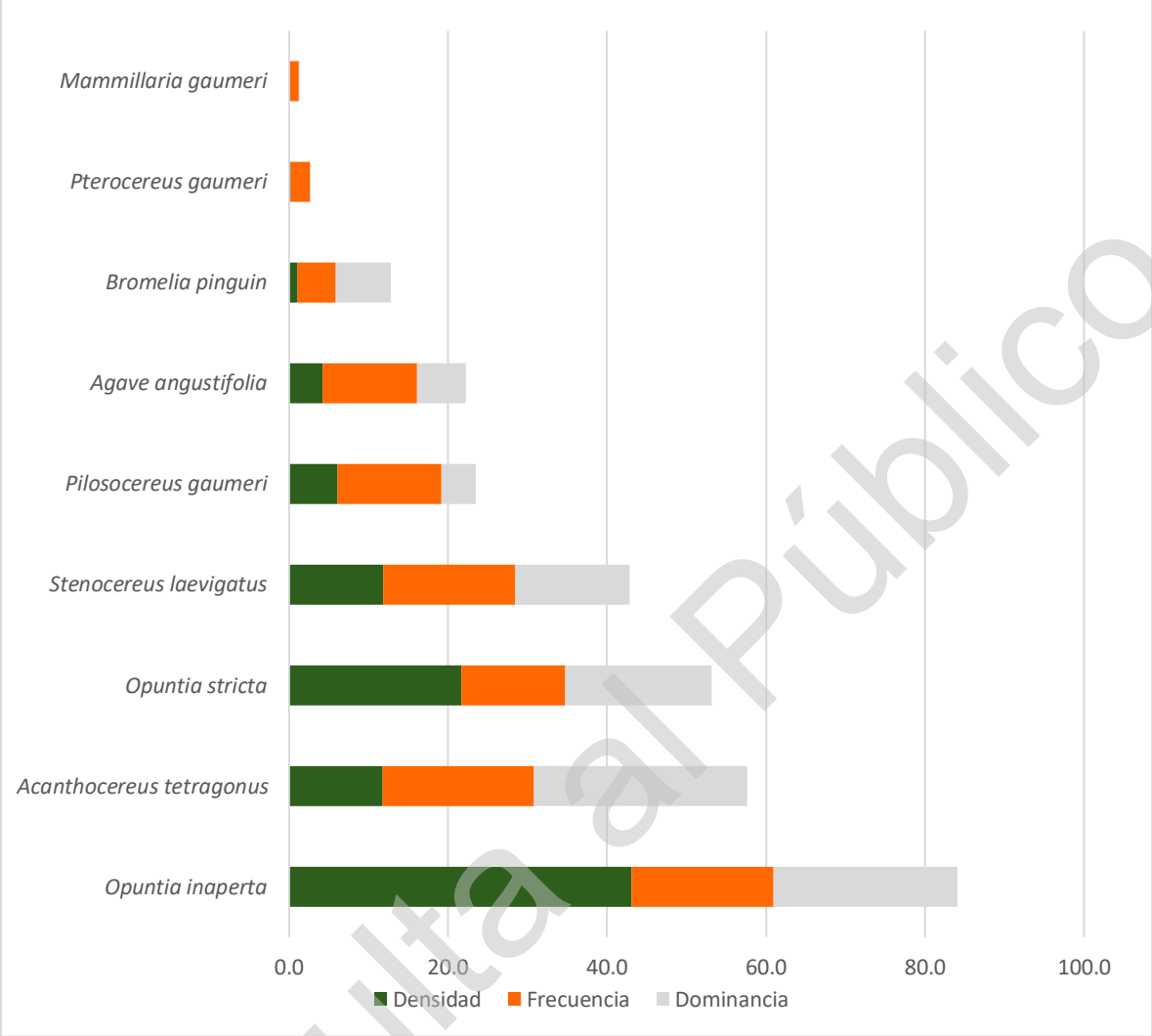


Gráfico 20. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas de la Selva baja espinosa caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de la Selva baja espinosa caducifolia en el Área de Proyecto.

En el estrato arbustivo de la selva baja espinosa caducifolia en el Área de proyecto se identificaron 50 especies. Las especies más abundantes son: *Melochia pyramidata* con 224 individuos, *Gymnopodium floribundum* con 140 individuos seguido de *Leucaena leucocephala* con 87 y finalmente *Randia obcordata* con 83 individuos.

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Gymnopodium floribundum	140	0.021	11.3	1.00	7.7626	0.1926	24.8926	43.91
Melochia pyramidata	224	0.033	18.0	0.76	5.9361	0.0158	2.0423	25.98
Senegalia gaumeri	72	0.011	5.8	0.71	5.4795	0.1082	13.9856	25.25
Randia obcordata	83	0.012	6.7	0.94	7.3059	0.0384	4.9665	18.94
Neomillspaughia emarginata	64	0.009	5.1	0.59	4.5662	0.0616	7.9651	17.68
Sideroxylon sp.	54	0.008	4.3	0.53	4.1096	0.0233	3.0104	11.46
Leucaena leucocephala	87	0.013	7.0	0.29	2.2831	0.0100	1.2924	10.57
Abutilon permolle	76	0.011	6.1	0.35	2.7397	0.0056	0.7214	9.57
Parmentiera millspaughiana	55	0.008	4.4	0.35	2.7397	0.0110	1.4204	8.58
Erythrostemon yucatanensis	16	0.002	1.3	0.53	4.1096	0.0195	2.5218	7.92
Lonchocarpus xuul	28	0.004	2.3	0.47	3.6530	0.0155	2.0075	7.91
Diospyros tetrasperma	26	0.004	2.1	0.53	4.1096	0.0130	1.6847	7.88
Croton chichenensis	41	0.006	3.3	0.35	2.7397	0.0079	1.0199	7.06
Diospyros anisandra	18	0.003	1.4	0.53	4.1096	0.0116	1.4935	7.05
Esenbeckia pentaphylla	35	0.005	2.8	0.29	2.2831	0.0114	1.4671	6.56

Consulta al Público

ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Ipomoea pes-caprae	22	0.003	1.8	0.12	0.9132	0.0273	3.5221	6.20
Chloroleucon mangense	15	0.002	1.2	0.12	0.9132	0.0297	3.8431	5.96
Senna atomaria	8	0.001	0.6	0.29	2.2831	0.0178	2.2987	5.22
Pithecellobium dulce	3	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0245	3.1697	4.32
Acacia pennatula	4	0.001	0.3	0.18	1.3699	0.0191	2.4716	4.16
Mosannona depressa	23	0.003	1.8	0.12	0.9132	0.0101	1.3109	4.07
Piscidia piscipula	9	0.001	0.7	0.35	2.7397	0.0028	0.3604	3.82
Neea psychotrioides	13	0.002	1.0	0.29	2.2831	0.0025	0.3284	3.66
Cnidoscolus aconitifolius	8	0.001	0.6	0.24	1.8265	0.0081	1.0476	3.52
Prosopis juliflora	7	0.001	0.6	0.18	1.3699	0.0101	1.3108	3.24
Guaiacum sanctum	8	0.001	0.6	0.24	1.8265	0.0055	0.7048	3.17
Erythroxylum rotundifolium	7	0.001	0.6	0.18	1.3699	0.0067	0.8653	2.80
Senna racemosa	7	0.001	0.6	0.24	1.8265	0.0025	0.3215	2.71
Jatropha gaumeri	7	0.001	0.6	0.12	0.9132	0.0079	1.0234	2.50
Pisonia aculeata	6	0.001	0.5	0.12	0.9132	0.0077	0.9933	2.39
Vitex gaumeri	5	0.001	0.4	0.12	0.9132	0.0069	0.8859	2.20
Malvaviscus arboreus	13	0.002	1.0	0.12	0.9132	0.0011	0.1421	2.10

Consulta al Público

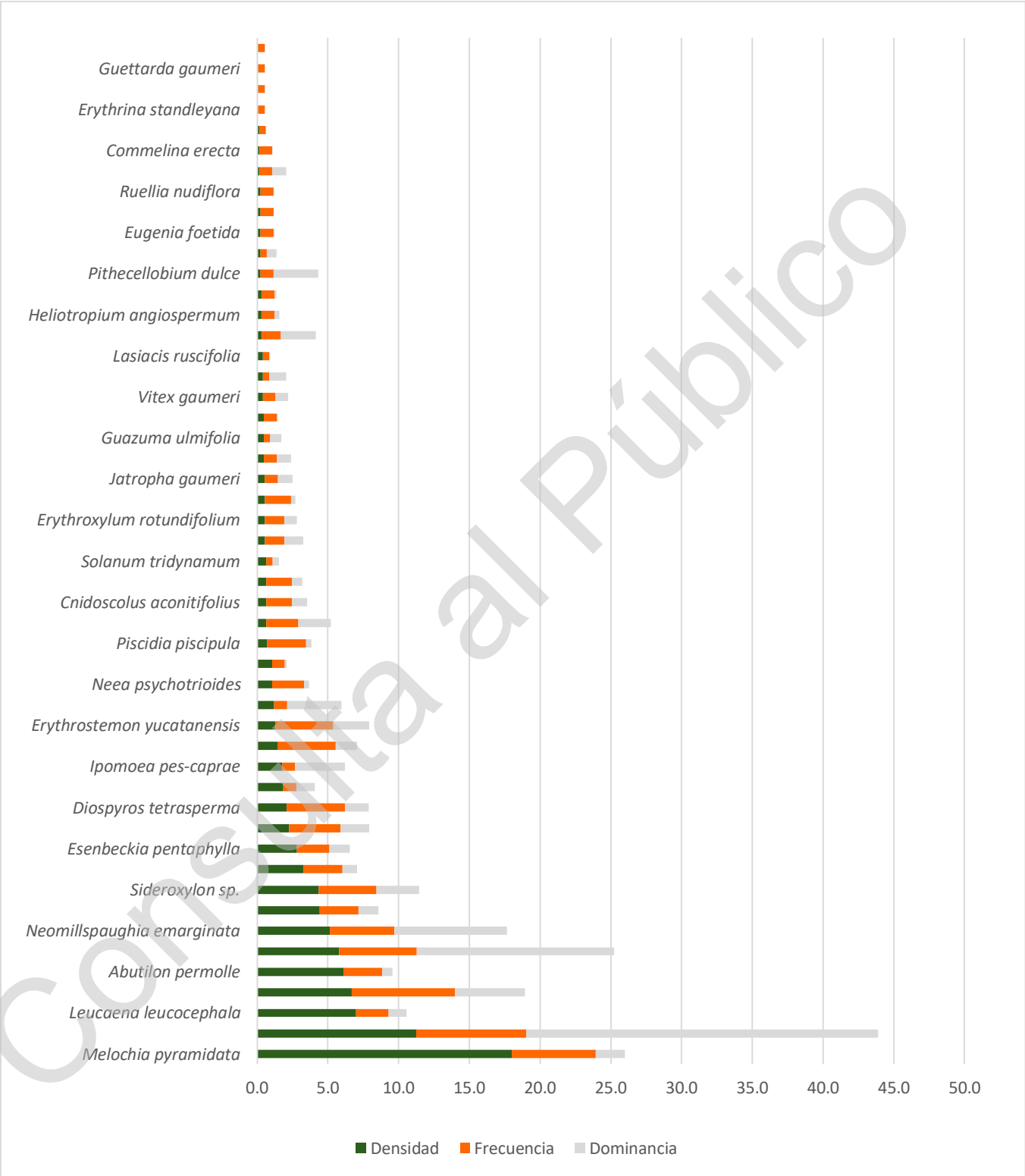
ARBUSTIVO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bursera simaruba	5	0.001	0.4	0.06	0.4566	0.0094	1.2092	2.07
Havardia albicans	2	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0075	0.9746	2.05
Guazuma ulmifolia	6	0.001	0.5	0.06	0.4566	0.0060	0.7813	1.72
Heliotropium angiospermum	4	0.001	0.3	0.12	0.9132	0.0027	0.3461	1.58
Solanum tridynamum	8	0.001	0.6	0.06	0.4566	0.0035	0.4584	1.56
Trichilia hirta	6	0.001	0.5	0.12	0.9132	0.0005	0.0639	1.46
Coulteria mollis	4	0.001	0.3	0.12	0.9132	0.0012	0.1492	1.38
Diphysa yucatanensis	3	0.000	0.2	0.06	0.4566	0.0052	0.6677	1.37
Eugenia foetida	3	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0005	0.0624	1.22
Rivina humilis	3	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0002	0.0292	1.18
Ruellia nudiflora	3	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0000	0.0051	1.16
Commelina erecta	2	0.000	0.2	0.12	0.9132	0.0000	0.0061	1.08
Lasiacis ruscifolia	5	0.001	0.4	0.06	0.4566	0.0005	0.0683	0.93
Pouteria reticulata	2	0.000	0.2	0.06	0.4566	0.0004	0.0480	0.67
Erythrina standleyana	1	0.000	0.1	0.06	0.4566	0.0001	0.0187	0.56
Bauhinia divaricata	1	0.000	0.1	0.06	0.4566	0.0001	0.0171	0.55
Guettarda gaumeri	1	0.000	0.1	0.06	0.4566	0.0000	0.0024	0.54
Bidens alba	1	0.000	0.1	0.06	0.4566	0.0000	0.0018	0.54

Consulta al Público

Tabla 28. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la Selva mediana caducifolia dentro del SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Las especies con el índice de valor de importancia más elevados son *Gymnopodium floribundum* con 43.91, *Melochia pyramidata* con 25.98, *Senegalia gaumeri* con 25.25 y *Randia obcordata* con 18.94.

Consulta al Público



Consulta al Público

Gráfico 21. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la selva baja espinosa caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

- Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia en el Área del Proyecto.

En el estrato herbáceo de la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia en el área del proyecto se identificaron 18 especies, entre las cuales *Bothriochloa pertusa* con 104 individuos y *Amaranthus hybridus* con 29 individuos son las más abundantes. Estas especies son anuales y en época de lluvias muy abundantes, por lo cual su presencia está dominada por la estacionalidad. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia, dominancia.

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bothriochloa pertusa	104	0.347	46.2	0.7	27.9	0.001	49.2	123.30
Portulaca oleracea	20	0.067	8.9	0.2	7.0	0.000	23.3	39.16
Amaranthus hybridus	29	0.097	12.9	0.2	9.3	0.000	13.8	35.95
Abutilon permolle	18	0.060	8.0	0.2	7.0	0.000	1.3	16.28
Melochia pyramidata	10	0.033	4.4	0.2	7.0	0.000	0.3	11.69
Ruellia nudiflora	7	0.023	3.1	0.2	7.0	0.000	0.6	10.69
Commelina erecta	3	0.010	1.3	0.2	7.0	0.000	1.8	10.11
Ipomoea pes-caprae	4	0.013	1.8	0.1	2.3	0.000	5.7	9.82
Randia obcordata	10	0.033	4.4	0.1	2.3	0.000	2.1	8.83
Gymnopodium floribundum	2	0.007	0.9	0.1	4.7	0.000	1.4	6.98
Viguiera dentata	8	0.027	3.6	0.1	2.3	0.000	0.4	6.24
Mosannona depressa	4	0.013	1.8	0.1	2.3	0.000	0.1	4.16
Croton chichenensis	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.1	2.83

Consulta al Público

HERBÁCEO								
ESPECIE	ABUNDANCIA	DENSIDAD		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Lasiacis ruscifolia	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.1	2.83
Bauhinia divaricata	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.0	2.78
Bidens alba	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.0	2.78
Karwinskia humboldtiana	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.0	2.78
Senegalia gaumeri	1	0.003	0.4	0.1	2.3	0.000	0.0	2.78

Tabla 29. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, el índice de valor de importancia de *Bothriochloa pertusa* presenta un valor de 123.30, mientras que *Portulaca oleracea* tieneun valor de 39.16 y finalmente, el valor de *Amaranthus hybridus* es de 35.95. *Bothriochloa pertusa* es una especie que cubre grandes áreas en poco tiempo por su rápido crecimiento.

Consulta al Público

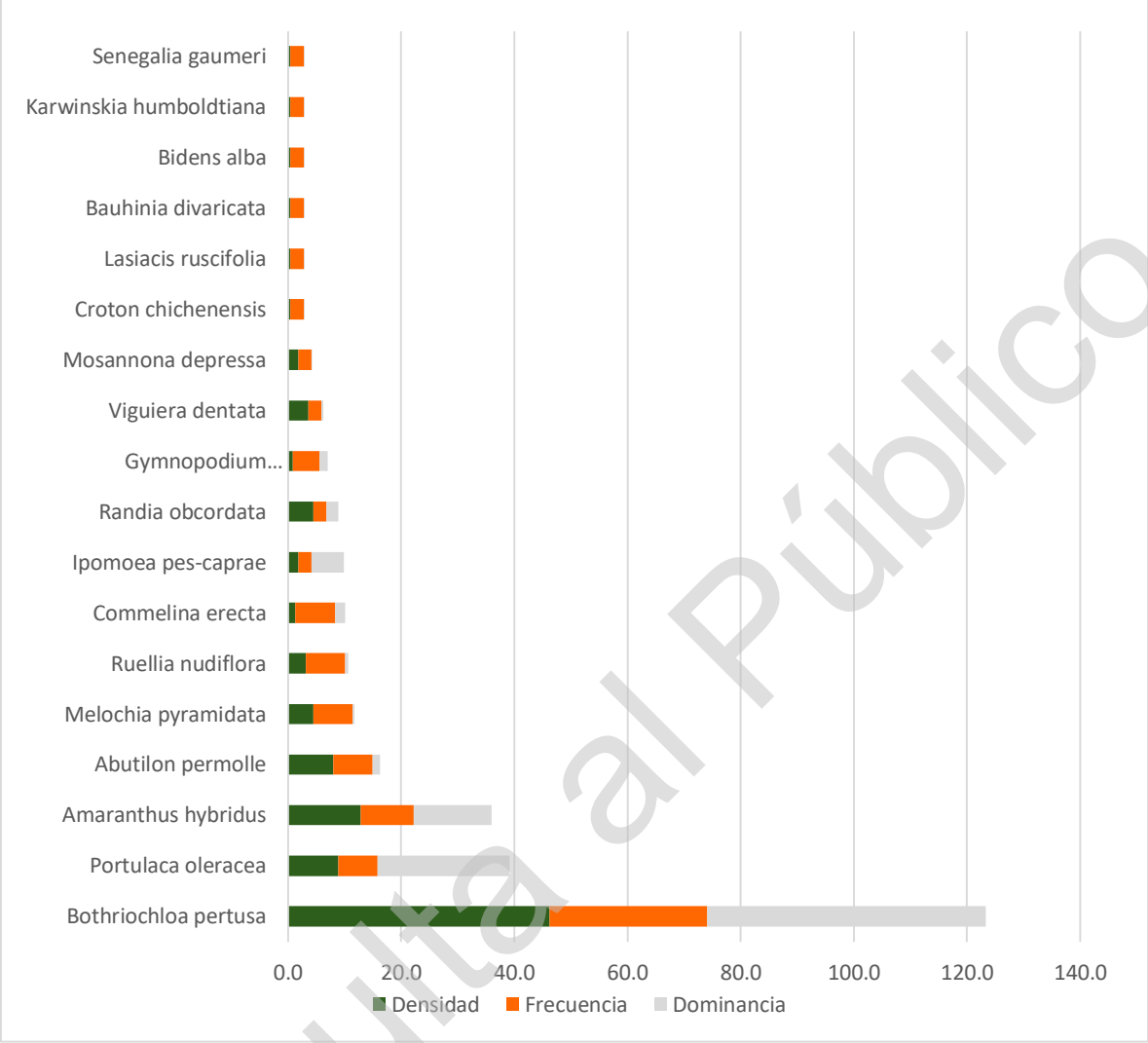


Gráfico 22. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva baja espinosa caducifolia en el AP.
Fuente: Elaboración propia.

Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el Sistema Ambiental

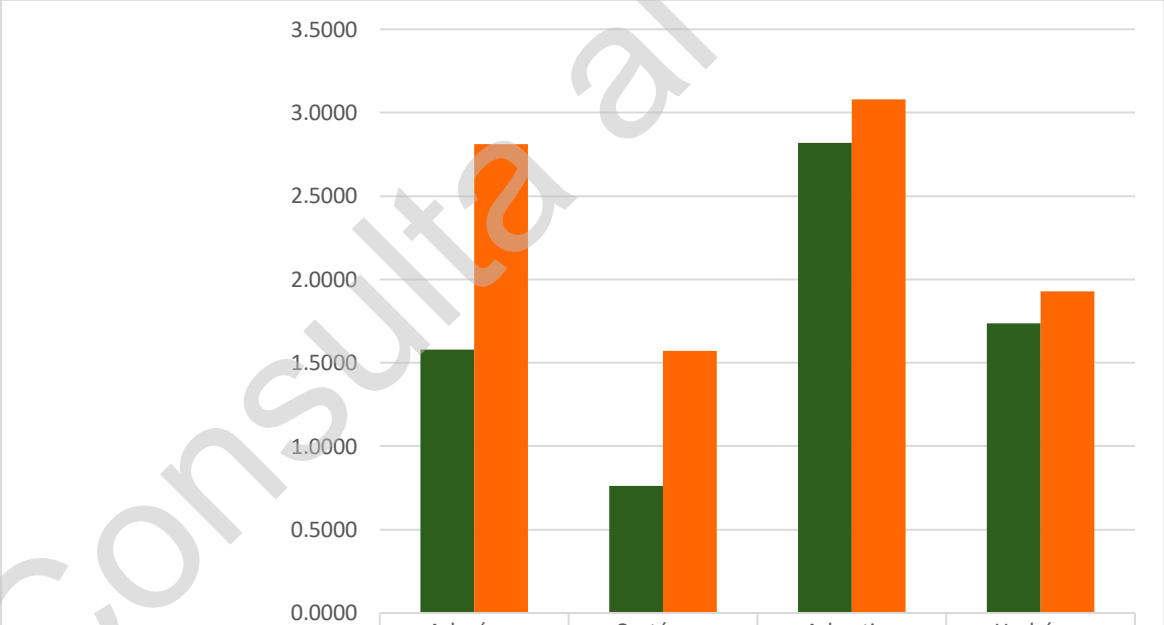
En los ecosistemas naturales este índice varía entre "0" y no tiene límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra y cuando hay un valor alto (>5) cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor.

En la siguiente figura se representa el valor de diversidad de Shannon en los diferentes tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional. El valor del índice de Shannon

Consulta al Público

en la selva mediana caducifolia para el estrato arbóreo es de 1.5774, en el de cactáceas es de 0.7595, el arbustivo de 2.8211 y el estrato de herbáceas de 1.7348. Finalmente, en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia los valores para los diferentes estratos fueron: arbóreo de 2.8102, cactáceas 1.5702, estrato arbustivo 3.0816 y estrato de herbáceas 1.9286. A excepción del estrato arbustivo en la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia (3.0816) que presenta una diversidad de moderada a alta, en general los valores del índice de Shannon para la vegetación del área del proyecto muestran que la diversidad es de baja a moderada considerando que ecosistemas conservados presentan valores superiores a 3, esto se debe a que existe una dominancia muy marcada por parte de algunas especies.

En el estrato arbustivo de los diferentes tipos de vegetación se presentaron los valores de diversidad más altos, esto es debido que los arbustos son parte fundamental de los ecosistemas tropicales de nuestro país. El estrato de cactáceas presenta valores bajos de diversidad.



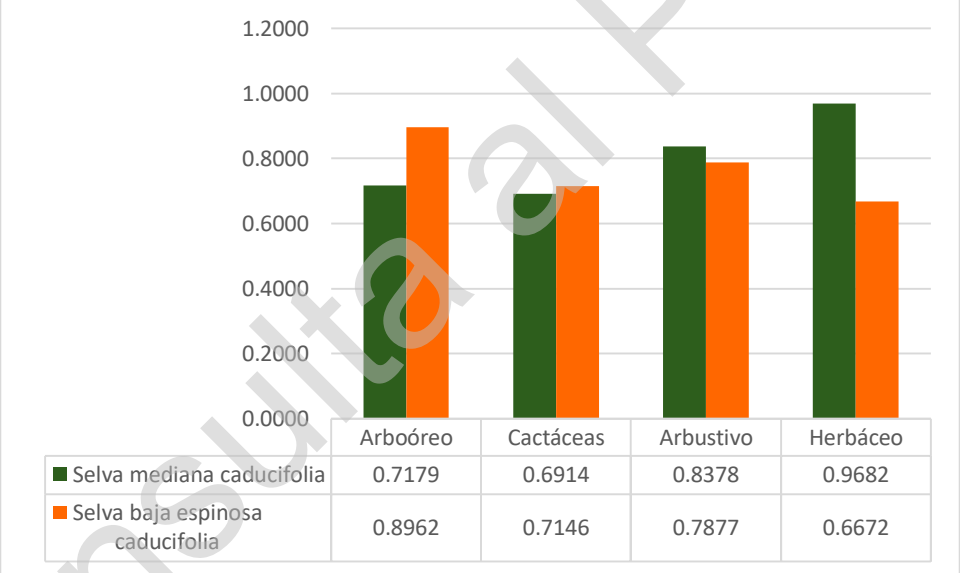
	Arboóreo	Cactáceas	Arbustivo	Herbáceo
Selva mediana caducifolia	1.5774	0.7595	2.8211	1.7348
Selva baja espinosa caducifolia	2.8102	1.5702	3.0816	1.9286

Gráfico 23. Índice de biodiversidad de Shannon (H') en los dos tipos de vegetación presentes en el Área de proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

El índice de Equidad de Pielou toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, sabiendo que el valor máximo de equidad es 1. En la vegetación de selva mediana caducifolia los valores de equitatividad para los estratos fueron: árboles, 0.0.7179; cactáceas, 0.6914; arbustos, 0.8378 y herbáceas, 0.9682. Finalmente, para la selva baja espinosa caducifolia los valores fueron los siguientes: árboles, 0.8962; cactáceas, 0.7146; arbustos, 0.7877 y el estrato herbáceo, 0.6672.

La equidad en los diferentes tipos de vegetación que se presenta va de 0.6914 a 0.9682; estos valores nos demuestran que la vegetación en el área de proyecto presenta cierta uniformidad en relación a las especies y su abundancia, como consecuencia del impacto antropogénico que presentan las áreas adyacentes al proyecto tanto por el establecimiento de zonas agrícolas, como por el sobrepastoreo en áreas de vegetación natural.



	Arboóreo	Cactáceas	Arbustivo	Herbáceo
Selva mediana caducifolia	0.7179	0.6914	0.8378	0.9682
Selva baja espinosa caducifolia	0.8962	0.7146	0.7877	0.6672

Gráfico 24. Índice de Equidad de Pielou (J') en los dos tipos de vegetación presentes en el área del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.2.1.3.2.5. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Área del Proyecto

Después de realizar los muestreos, recorridos e identificación de las especies de flora que se distribuyen dentro del área del proyecto, se registrarón un total de tres especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que se señalan en la siguiente tabla:

Consulta al Público

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-59
Cactaceae	*Mammillaria gaumeri*	Biznaga pol tsakam	En Peligro de Extinción (P)
Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	Amenazada (A)
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	Órgano kanzacam	En Peligro de Extinción (P)

Tabla 30. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010; elaboración propia.

En el siguiente mapa se presenta la ubicación de los sitios de muestreo donde fueron registradas las especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del área del proyecto.

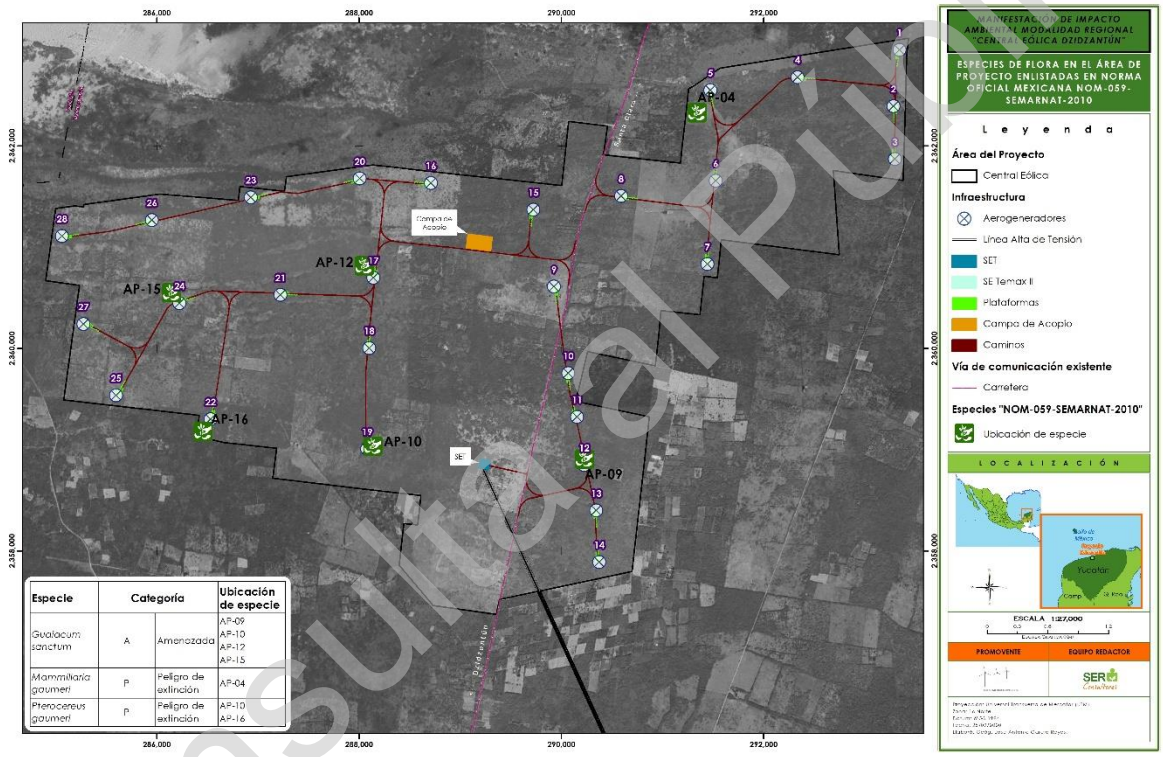


Figura 33. Ubicación de los registros de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

Estatus de Origen

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies Endémicas, Nativas, Exóticas y Exótica-Invasora. De acuerdo con CONABIO (2020), gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país. Dentro del área del AP se registraron 74 especies de las cuales 55 son nativas, 17 son endémicas y dos son exóticas, tal como se muestra en la siguiente gráfica. Por lo tanto se puede apreciar que, si bien es un ecosistema que se

Consulta al Público

encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación se considera nativa y endémica casi en su totalidad.

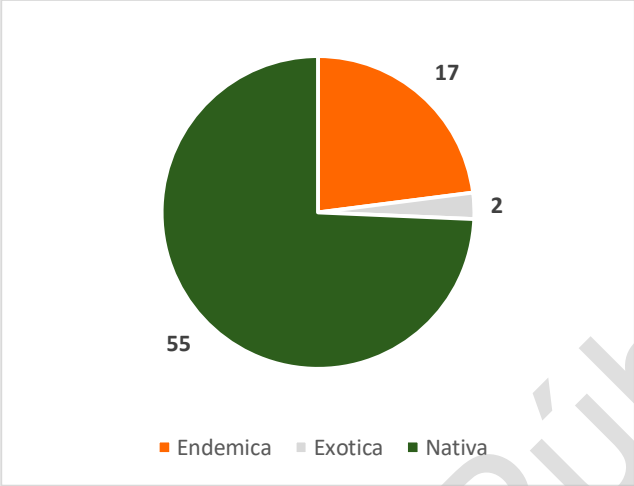


Gráfico 25. Estatus de Origen de las especies presentes en el Sistema Ambiental Regional.
Fuente: CONABIO; elaboración propia.

IV.3.1.3. Fauna

Para la elaboración del presente apartado se manejaron dos grupos de datos, la información correspondiente a las aves, mamíferos medianos y grandes y quirópteros dentro del AP y SAR son un extracto del estudio preoperacional anual (julio 2019-julio 2020). Los detalles de los métodos y resultados pueden ser consultados en la **carpeta de Estudios Específicos: Estudio anual de fauna**. La información correspondiente a la herpetofauna, micromamíferos (pequeños roedores) y aves (Línea de Transmisión) se recabó mediante muestreo complementario (julio-septiembre de 2020) (Anexo IV.2 Fauna –Catálogo, listados potenciales y bases de datos).

IV.3.1.3.1. Metodología

IV.3.1.3.1.1. Área de estudio y cuadriculas de muestreo

Para la definición del ámbito de estudio se consideró un espacio geográfico más amplio que el del propio proyecto, esto con el fin de obtener información sobre el sistema ambiental afectado (SAR).

A partir de las áreas definidas, se establecieron 79 cuadriculas de 2x2 km (tamaño que conformó la unidad de muestreo para aves y quirópteros). De ellas, teniendo en cuenta la representación de los usos del suelo y vegetación y de forma azarosa (muestreo estratificado al azar) se seleccionaron cuatro cuadrículas de muestreo para el AP y 21

Consulta al Público

cuadrículas de muestreo para el SAR, dentro de las cuales se ubicaron el mismo número de transectos y redeos (siguiente figura).

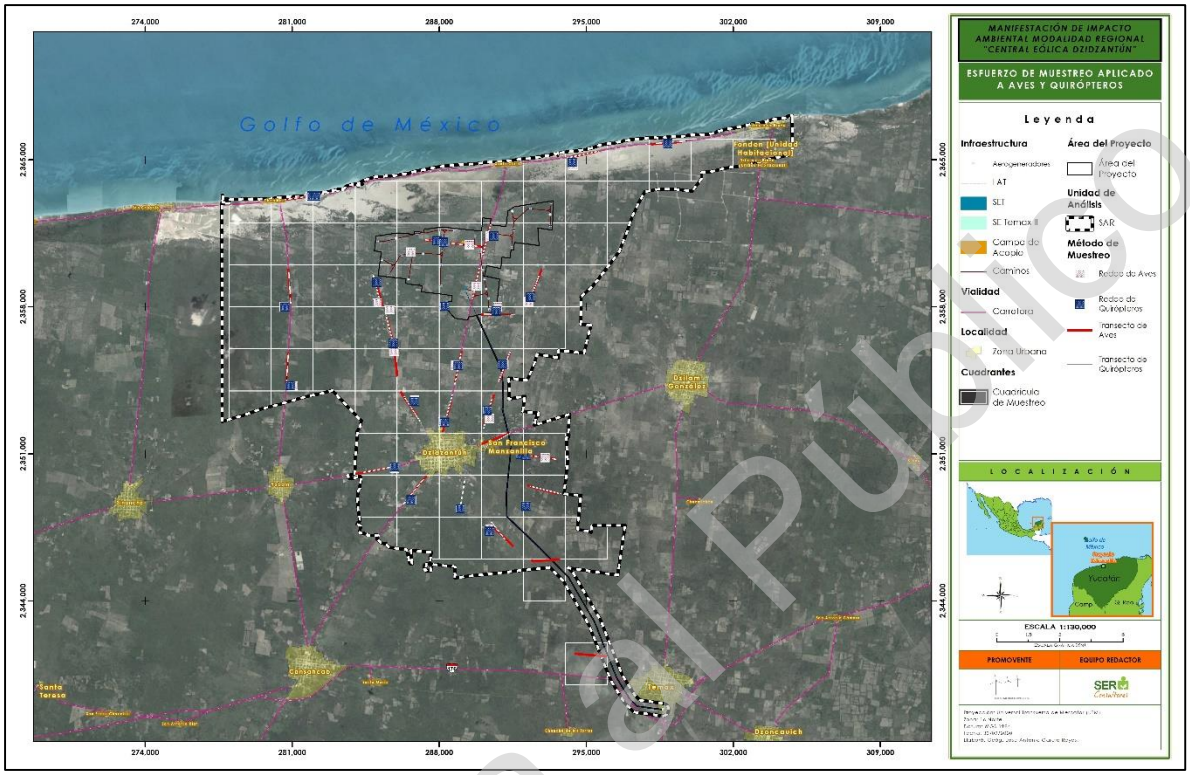


Figura 34. Unidades de muestreo (cuadriculas); transectos y redeos aplicados para cada taxón (aves y quirópteros).
Fuente: Elaboración propia.

Para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes, se estableció un mallado de cuadrículas de 3x3 km (tamaño que conformó las unidades de muestreo), arrojando un total de 28 cuadrículas (de superficie completa o al menos con superficie mayor a 4.5 km2). De ellas, teniendo en cuenta la representación de los usos del suelo y vegetación y de forma azarosa (muestreo estratificado al azar) se seleccionaron 10 cuadrículas de muestreo, dos correspondientes al AP y 8 al SAR. Para los micromamíferos, Herpetofauna se utilizaron las cuadriculas establecidas para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes en el estudio anual.

Consulta al Público

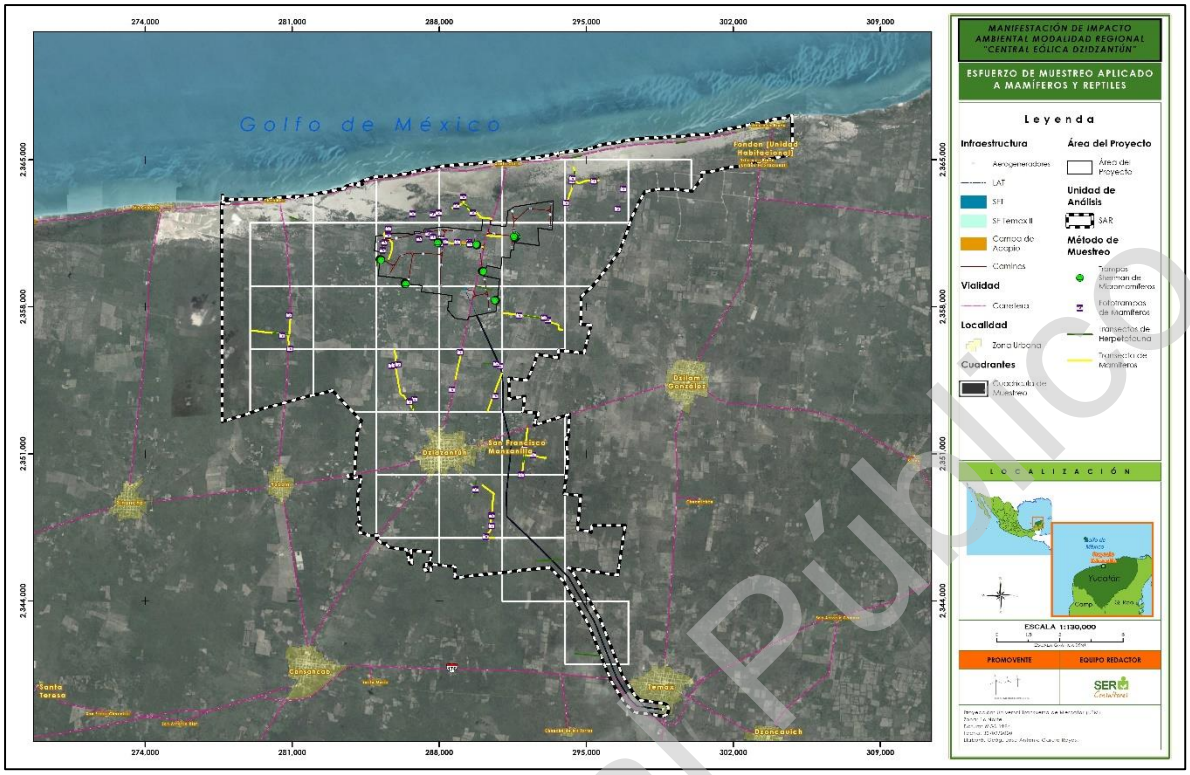


Figura 35. Unidades de muestreo (cuadriculas); transectos y trampas aplicados para cada taxón (herpetofauna, mamíferos medianos y grandes y micromamíferos).
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.3.1.2. Listado bibliográfico de las principales especies de fauna

Para cada grupo faunístico se elaboró un listado bibliográfico de las principales especies de fauna con distribución potencial en el área de estudio del proyecto eólico; en él se indican: orden, familia, especie, estatus de protección y fuente.

IV.3.1.3.1.3. Método por taxón

Herpetofauna

El registro de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se llevó a cabo mediante la realización de transectos en banda de 750 metros de largo y dos metros de ancho. La técnica implementada fue la búsqueda intensiva, la cual consiste en revisar y mover todas las rocas, troncos y hojarasca que se encuentren dentro del ancho de banda, la manipulación se realizó siempre que fue necesaria con ayuda de gancho herpetológico y guantes. Los individuos fueron identificados y fotografiados *in situ*.

Para cada registro se obtuvo: especie, número de individuos, coordenadas UTM, Horario (diurno/nocturno) y distancia en metros en caso de ser un registro fuera del ancho de

Consulta al Público

banda. Los individuos fueron identificados con ayuda de guías especializadas (Campbell, 1998; Lee, 2000).

Aves

El registro de aves se realizó mediante la implementación de transectos en banda de 1.5 km de largo y 30 m de ancho, pudiendo variar de 20 a 50 m dependiendo del tipo de vegetación. Para las observaciones se utilizaron binoculares (10X42) y cámara fotográfica anotando el nombre de la especie y su número de individuos dentro y fuera del ancho de banda del transecto. La identificación visual de las aves se llevó a cabo mediante el apoyo de guías de campo especializadas (Howell & Webb, 1995; Mackinnon, 2017) y, la identificación auditiva mediante la experiencia del observador y con apoyo de la aplicación Merlin Bird ID de Cornell Lab para celular.

Para complementar la información se implementaron puntos de redeo; en cada punto se utilizó un conjunto de cinco redes japonesas (también conocidas como redes niebla) de tamaño (12 x 2.50 m o similar) y consistencia (luz de malla de 15 x 15 mm o 16 x 16 mm).

Adicionalmente y como parte del monitoreo anual se recabo la siguiente información: monitoreo de aves en cuerpos de agua interiores, registro de nidos, registro de alturas y direcciones de vuelo al interior del AP, actividades que realizan las aves al interior del AP, búsqueda y monitoreo de aves en sitios de interés (alta congregación de aves) que pudieran verse afectados por la instalación del proyecto eólico. Esto se realizó con el objetivo de enriquecer el listado y conocer la estructura, dinámica y distribución de las especies de aves en el área del proyecto.

Se presentan los resultados de forma breve, los detalles pueden ser consultados en el estudio de monitoreo anual.

Micromamíferos (Pequeños roedores)

El muestreo de micromamíferos (Pequeños roedores) se realizó mediante la colocación de trampas Sherman. Las trampas fueron colocadas de forma exclusiva en las inmediaciones del AP en locaciones cercanas a la ubicación de los aerogeneradores; para cada punto de muestreo se colocaron 20 trampas ordenadas en malla (siempre que el terreno lo permita) de 4 X 5 con una separación de 15 m entre una y otra, las trampas fueron cebadas con avena y semillas de girasol aromatizadas con vainilla.

Consulta al Público

Los individuos colectados fueron identificados mediante guías de campo especializadas (Ceballos & Oliva, 2005), fotografiados, marcados (violeta de genciana) y liberados.

Mamíferos medianos/grandes

La caracterización de los mamíferos medianos y grandes se realizó mediante la implementación de transectos en banda de 3 km de largo y 6 metros de ancho, se realizaron transectos diurnos y nocturnos registrando avistamientos directos y rastros indirectos: huellas, excretas, rascaderos, huesos o cadáveres, madrigueras, etc.

Durante las actividades se obtuvo un registro fotográfico de los rastros, excretas y huellas en estado idóneo, se tomaron datos imprescindibles como coordenadas UTM, altitud, antigüedad de las excretas (fresca o vieja), fecha, hora del día y tipo de terreno/hábitat para cada registro. La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos & Miranda 2000, Reid 2009, Aranda, 2012).

El muestreo se complementó con la instalación de trampas-cámara simples y dobles (sistema pasivo) en los parajes más frecuentados por los animales silvestres como: veredas, aguaderos, sesteaderos, etc. Las fototrampas se instalaron con las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP interpolados para las imágenes, vídeo Full HD (1080P 25 fps), con velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y 3 sensores de movimiento. Estas se fijaron a un tronco de árbol en dirección Norte o Sur (intentaron evitarse direcciones Este-Oeste, que pueden tener problemas de iluminación por la mañana o tarde), a una altura promedio de aproximadamente 30 cm.

Quirópteros

Para el registro de los quirópteros se implementaron estaciones de escucha ultrasónica en itinerarios y estaciones autónomas, para los itinerarios las emisiones ultrasónicas fueron captadas mediante detectores heterodinos, con divisor de frecuencia y tiempo expandido, utilizando un Echo Meter Touch 2 PRO y la aplicación de Echometer Versión 2.7.11 de Wildlife Acoustics inc para Android; los transectos se realizaron a bordo de un vehículo automotor a baja velocidad durante 1.5 km de largo. Para la estación autónoma se utilizó una grabadora ultrasónica modelo Song Meter SM4BAT FS (Wildlife Acoustics Inc.) en un punto central del proyecto eólico (torre anemométrica) a 60 m de altura.

De forma adicional se realizaron redeos nocturnos con ayuda de redes de niebla de 12x2.5 m y consistencia (luz de malla de 16x16 mm) adecuada al grupo de los quirópteros. La

Consulta al Público

identificación de los organismos capturados se realizó en campo con ayuda de claves dicotómicas (Medellín *et al.,* 2008).

IV.3.1.3.1.4. Esfuerzo de muestreo

Herpetofauna

Durante los meses de julio, agosto y septiembre se realizaron un total de 18 transectos en el área de estudio del proyecto eólico, de ellos, cinco fueron en el AP, dos en la LT y once en el SAR; cada transecto fue dividido en una porción inicial, central y final, de 250 metros a fin de incrementar el número de muestras al procesar la información.

Aves

El monitoreo de aves de realizo de julio de 2019 a junio de 2020, se realizaron 25 transectos con una periodicidad mensual; de ellos, cuatro corresponden al AP y 21 al SAR. dos transectos fueron realizados de forma adicional para la LT (fuera del SAR) durante el mes de julio de 2020.

Para el redeo se establecieron rondas trimestrales, 25 puntos de redeo en cada trimestre lo que equivale a 100 puntos de redeo al año para el SAR y el AP; para la línea de transmisión (fuera del SAR) se establecieron 2 redeos adicionales durante el mes de julio de 2020. Las redes estuvieron abiertas desde cinco minutos antes del amanecer y durante cinco horas de muestreo por jornada.

Micromamíferos (Pequeños roedores)

Las trampas Sherman se colocaron en siete puntos de muestreo, en cada punto estuvieron activas durante 3 noches (21 noches en total), desde las 19:00 horas hasta su revisión al día siguiente; las trampas fueron revisadas a primera hora de la mañana (6:30 am).

Mamíferos medianos y grandes

Para el registro de mamíferos medianos y grandes se realizaron 20 transectos al mes (10 diurnos y 10 nocturnos), durante 12 meses de muestreo (240 transectos en total).

Las trampas-cámara permanecieron activas durante un mes en cada unidad de muestreo (4 cámaras por cuadrante), lo que permitió que se completara una ronda de fototrampeo por trimestre en las 10 unidades de muestreo, repitiéndose lo mismo para los posteriores trimestres; completando así un ciclo anual.

Quirópteros

Consulta al Público

Las estaciones en itinerarios se llevaron a cabo durante un año (de julio 2019 a julio 2020), con una periodicidad de mes y medio entre una vuelta y otra (25 itinerarios).

La estación de escucha autónoma se implementó diez días al mes (durante 12 meses), realizando grabaciones durante 5 minutos/hora desde 5 minutos antes del ocaso civil hasta 10 minutos después del amanecer civil.

Para el redeo se establecieron rondas trimestrales, 25 puntos de redeo en cada trimestre lo que equivale a 100 puntos de redeo al año para el SAR y el AP, las redes estuvieron abiertas desde 10 minutos antes del ocaso y durante cinco horas de muestreo por jornada.

IV.3.1.3.1.5. Análisis de datos

Descripción cualitativa (Composición)

Se presenta para cada taxón una descripción cualitativa de la comunidad, en la que se incluyen: riqueza específica obtenida dentro y fuera de los transectos, número de órdenes y familias registradas, especies protegidas, especies endémicas, estatus de residencia y su representatividad a nivel local y estatal.

A manera de anexo al presente estudio, se incluye un catálogo de algunas de las especies de fauna registradas durante los muestreos.

Ver Anexo IV.2 Fauna (Catálogo de fauna).

Descripción cuantitativa (Estructura)

Para la descripción cuantitativa se utilizaron únicamente los datos obtenidos mediante los muestreos sistemáticos, dentro del límite establecido. Para el muestreo anual se utilizaron los periodos fenológicos de cada taxón y el área de estudio (AP y SAR) para la presentación de los análisis cuantitativos (se presentan de forma breve).

Riqueza y estimadores de riqueza

En todos los casos se calculó la riqueza de especies esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraran todas las especies posibles de observar, utilizando para ello el programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013), mediante el cálculo de los siguientes estimadores no paramétricos para analizar cuan completo fue el inventario obtenido (Walther & Morand, 1998):

- Estimadores de incidencia: Bootstrap, Chao 2, ICE (incidence-based coverage estimator), jack-knife 1 y 2.

Consulta al Público

- Estimadores de abundancia: Chao 1, ACE (abundance-based coverage estimator).

Para eliminar la influencia del orden de entrada de los datos en las curvas de acumulación, la muestra fue aleatorizada 100 veces o más (500 veces), utilizando reemplazamiento cuando se observaron aparentes efectos gráficos relacionados con ese orden de entrada (Colwell & Coddington, 1994).

Diversidad

Como medida de la diversidad alfa, se han calculado los tres índices de diversidad de especies más utilizados (Índice alfa de Fisher, Índice de Shannon o Shannon-Weiner e Índice reciproco de Simpson), que combinan información sobre riqueza y abundancia relativa de diferentes maneras (Magurran, 2004; Jost, 2006, 2007).

Densidad, abundancia e índice kilométrico de abundancia

Anfibios, reptiles y aves

Los registros de aves, anfibios y reptiles obtenidos al interior de los transectos se emplearon para el cálculo de la densidad de individuos por hectárea (ind/10 ha). Para calcular la densidad se utilizó el transecto finés o de Järvinen y Väisänen (Tellería, 1986), ajustando la distancia de observación. Para el caso de los anfibios y reptiles se realizó el análisis por área de muestreo (AP, LT y SAR); para las aves se utilizaron los periodos fenológicos descritos en el informe anual (migración primaveral, reproducción, migración otoñal e invernada). La formula implementada fue la siguiente:

$$D = \frac{n \cdot k}{L} \qquad k = \frac{1 - \sqrt{1 - p}}{W}$$

Donde:

n = número total de individuos detectados.

L = longitud del itinerario de censo (en metros).

p = proporción de individuos dentro de banda con respecto al total.

W = anchura de la banda de recuento a cada lado de la línea de progresión (en metros).

Además, se anotaron todos los registros vistos o escuchados más allá de la distancia de observación establecida para cada transecto y sin límite definido. En este caso, los valores

Consulta al Público

obtenidos se emplearon para el cálculo del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), expresado como número de individuos por kilómetro recorrido.

Mamíferos medianos y grandes

Para el caso de los mamíferos medianos y grandes, todos los registros fueron tomados como evidencias directas y obtuvieron el mismo valor tanto avistamiento como rastros (huellas, excretas, etc.) al momento de evaluar las densidades/abundancias. El esfuerzo de muestreo se calculó mediante los kilómetros recorridos por persona (km/persona). Las densidades de las especies se obtuvieron mediante el método de Tyson (1959) modificado para el cálculo de densidades por Ha (Mandujano, 2015).

La fórmula de cálculo de la densidad relativa: **D= n /2 w*L**

Dónde:

n = número de rastros encontrados.

w = mitad del ancho de banda de cada transecto (ancho de banda: 6 m).

L= longitud total de transectos recorridos.

El Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), expresado como número de mamíferos por kilómetro recorrido se obtuvo dividiendo el número de registros independientes entre la longitud total de los transectos. Para los datos de fototrampas se obtuvo el índice de abundancia relativa por especie (IAR), tanto para el AP como para el SAR, se utilizó la formula sugerida por Lira-Torres & Briones-Salas (2012):

IAR = C/EM*1000 trampas-noche.

Dónde:
C = Capturas o eventos independientes fotografiados.
EM = Esfuerzo de Muestreo (núm. de cámaras trampa por días de monitoreo).
Y 1000 trampas-noche = unidad estándar.

Para evitar sobreestimaciones, solo se consideraron registros independientes en los análisis. Un registro independiente fue establecido como una sola fotografía de la especie cada 24 h. En caso de que en la fotografía se distinguiera más de un individuo, o de que en subsecuentes fotografías se pudiera distinguir a diferentes individuos, entonces cada uno de estos fue considerado como un registro independiente (Hernández-Pérez *et al*., 2015).

Consulta al Público

Quirópteros

A partir de la información acústica obtenida se calculó un índice de actividad relativa basado en la relación entre el total de tiempo grabado y el total de ocurrencias de cada una de las especies registradas.

$$IA = \frac{O}{EM}$$

Dónde:

O = Ocurrencias, el total de registros de cada especie.

EM = Esfuerzo de muestreo, en este caso el esfuerzo de muestreo está representado por tiempo total de grabación (h).

El índice de abundancia relativa (IAR) de cada especie, se calculó mediante una transformación que nos ayuda a ajustar los datos para poder tener una mejor representación gráfica.

$$IAR = \left(\log 10\left(\frac{O}{EM}\right)\right) + 2$$

IV. 2.2.2.2. RESULTADOS

IV.3.1.3.1.5.1. Composición potencial por grupos

Herpetofauna

Con base en la información recabada, en el área de estudio del proyecto eólico (AP, LT y SAR) se encuentran un total de 80 especies con distribución potencial, clasificadas en cinco órdenes y 31 familias; de estas, 13 son anfibios y 67 reptiles (Anexo IV.2 Fauna –Listado potencial de herpetofauna-). 29 especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y nueve por la IUCN.

Aves

Con base en la información recabada, en el área de estudio del proyecto eólico (AP, LT y SAR) se encuentran un total de 306 especies de aves con distribución potencial clasificadas en 24 órdenes taxonómicos y 60 familias; de las cuales, 45 especies se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo (Anexo IV.2 Fauna –Listado potencial

Consulta al Público

de aves-). Para el caso particular del área del proyecto (AP) se consideran un total de 214 especies de aves con distribución potencial, de las cuales 26 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, nueve especies se incluyen en la lista roja de la IUCN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza).

Micromamíferos

Con base en la información recabada, en el área de estudio del proyecto eólico (AP y SAR) se encuentran un total de 18 especies de micromamíferos con distribución potencial, clasificadas en dos órdenes (Rodentia y Soricomorpha) y cinco familias (Anexo IV. 2 Fauna -Listado potencial de micromamíferos-). Dos especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010; de acuerdo con Ceballos *et al*. (2005) nueve especies se consideran endémicas de Mesoamérica y dos son endémicas de México.

Mamíferos medianos y grandes

Con base en la información recabada, en el área de estudio del proyecto eólico (AP y SAR) se encuentran un total de 30 especies con distribución potencial, clasificadas en seis órdenes, 15 familias y 28 géneros taxonómicos (Anexo IV.2 Fauna –Listado potencial de mamíferos medianos y grandes-). 12 especies están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuatro están protegidas a nivel internacional por la IUCN y nueve se encuentran catalogados en el CITES.

Quirópteros

Con base en la información recabada, en el área de estudio del proyecto eólico (AP y SAR) se encuentran un total de 40 especies de quirópteros (Orden Chiroptera), divididas en siete familias (Anexo IV.2 Fauna –Listado potencial de quirópteros-). Tres especies se encuentran protegidas a nivel nacional por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una a nivel internacional por la IUCN; dos especies son endémicas de México (Ceballos *et al*., 2005).

IV.3.1.3.1.5.2. Composición de los muestreos

Herpetofauna

La Herpetofauna registrada en el área de estudio del proyecto eólico está representada por 34 especies, divididas en cuatro órdenes y 19 familias. Nueve especies pertenecen a la clase de los anfibios y 25 a la clase de los reptiles. La riqueza registrada representa el 42 % de la Herpetofauna distribuida en la zona y el 31% de la Herpetofauna presente en el estado de Yucatán. 14 especies se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo

Consulta al Público

alguna categoría de riesgo; de ellas, seis se registraron en el AP, cuatro en la línea de transmisión y nueve en el SAR. Dos especies se encuentran enlistadas en la IUCN y tres especies son endémicas para la Provincia Biótica Península de Yucatán; una especie es considerada introducida en la región, la Besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*) y el resto son nativas. La familia mejor representada para los anfibios es Hylidae con tres especies y para los reptiles es Colubridae con seis especies, solo una especie (*Lampropeltis abnorma*) fue registrada fuera de los transectos, mientras cruzaba la carretera. En las siguientes tablas se muestran los detalles.

Clase	Especie	NOM-059	AP	LT	SAR
Amphibia	*Lithobates brownorum*	Pr	1		
Amphibia	*Rhinophrynus dorsalis*	Pr	1	1	
Amphibia	*Triprion petasatus*	Pr	1	1	1
Reptilia	*Coleonyx elegans*	A			1
Reptilia	*Cachryx defensor*	P	1		1
Reptilia	*Ctenosaura similis*	A	1		1
Reptilia	*Laemanctus serratus*	Pr	1		
Reptilia	*Boa imperator*	A			1
Reptilia	*Leptophis mexicanus*	A		1	
Reptilia	*Symphimus mayae*	Pr		1	
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Pr			1
Reptilia	*Imantodes tenuissimus*	Pr			1
Reptilia	*Kinosternon scorpioides*	Pr			1
Reptilia	*Crocodylus moreletii*	Pr			1
Total			6	4	9

Tabla 31. Especies de anfibios y reptiles enlistados en la NOM-059 registradas en el área de estudio durante el muestreo, se indica su presencia (1) en el AP, LT y SAR.
Fuente: Elaboración propia.

ID	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
Amphibia							
1	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	sc	LC	Nativa
2	Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	sc	NE	Nativa
3	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	sc	LC	Nativa
4	Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	sc	LC	Nativa
5	Anura	Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	LC	Nativa
6	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes	sc	LC	Nativa
7	Anura	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera	sc	LC	Nativa

Consulta al Público

ID	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
8	Anura	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	NE	Nativa
9	Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	LC	Nativa
Reptilia							
10	Crocodilia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	Nativa
11	Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga de Guadalupe	sc	NE	Nativa
12	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr	NT	Nativa
13	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	A	LC	Nativa
14	Squamata	Colubridae	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra ratonera	sc	NE	Nativa
15	Squamata	Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana	sc	LC	Nativa
16	Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	A	LC	Nativa
17	Squamata	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común	sc	LC	Nativa
18	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla mexicana	sc	LC	Nativa
19	Squamata	Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya	Pr	LC	Nativa
20	Squamata	Dipsadidae	*Conophis lineatus*	Culebra guardacaminos lineada	sc	LC	Nativa
21	Squamata	Dipsadidae	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC	Nativa
22	Squamata	Viperidae	*Agkistrodon russeolus*	Cantil yucateco	sc	LC	Nativa
23	Squamata	Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel yucateca	sc	LC	Nativa
24	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	sc	LC	Nativa
25	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	Pr	LC	Nativa
26	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	A	LC	Nativa
27	Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	sc	LC	Introducida
28	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	LC	Nativa
29	Squamata	Iguanidae	*Cachryx defensor*	Iguana yucateca de cola espinosa	P	VU	Endémica
30	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	sc	LC	Nativa
31	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	LC	Endémica
32	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus serrifer*	Lagartija espinosa azul	sc	LC	Nativa
33	Squamata	Teiidae	*Holcosus gaigae*	Lagartija arcoiris	sc	DD	Endémica

Consulta al Público

ID	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
34	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	sc	LC	Nativa

Tabla 32. Especies de anfibios y reptiles registrados durante el muestreo; se indica su orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y Sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de residencia: Nativa, endémica e introducida.
Fuente: Elaboración propia

Aves

La ornitofauna registrada durante un año en el área de estudio del proyecto eólico (AP, LT y SAR) está representada por 187 especies de aves, divididas en 21 órdenes taxonómicos y 50 familias; esto representa el 41% de las aves reportadas para el estado de Yucatán. Del total de especies registradas 22 especies se incluyen en alguna categoría de riesgo en la NOM-059 y nueve en la lista roja de la IUCN; de ellas, nueve se encuentran en el AP, cuatro en la LT y 21 en el SAR, tal como se muestra en la siguiente tabla.

ID	Especie	Nombre común	NOM	AP	LT	SAR
1	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr			1
2	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr			1
3	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	1		1
4	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	1		1
5	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A			1
6	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr			1
7	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr		1	1
8	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	1		1
9	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P			1
10	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	1		
11	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	1		1
12	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Pr			1
13	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A			1
14	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr			1
15	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado	A	1	1	1
16	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr			1
17	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	1	1	1
18	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A			1
19	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr			1
20	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr			1
21	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	1	1	1
22	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	1		1

Consulta al Público

ID	Especie	Nombre común	NOM	AP	LT	SAR
Total				9	4	21

Tabla 33. Especies de aves enlistadas en la NOM-059 registradas en el área de estudio; se presenta su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su presencia (1) en el AP, LT y SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Las familias mejor representadas de acuerdo con su número de especies son: Parulidae (18), Tyrannidae (18) y Scolopacidae (11); de acuerdo con su estacionalidad, el grupo de las residentes fue el mejor representado con 121 especies, seguido por las migratorias de invierno con 57 y las transeúntes con 9; esto representa cerca del 30% de las aves migratorias de invierno y transeúntes que llegan a la Península.

Con respecto al tipo de alimentación, el gremio de los Insectívoros - recolectores en el follaje de bajo del dosel fue el mejor representado con el 15 %. De acuerdo con la clasificación de endemismos a nivel nacional, propuesta por Gonzáles-García & Gómez de Silva (2003), en el área de estudio del proyecto eólico, encontramos: 10 especies cuasiendémicas, tres endémicas y una semiendémica.

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
1	Aves	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	LC	ne
2	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	sc	LC	ne
3	Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo copetón	sc	LC	ne
4	Aves	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	sc	LC	ne
5	Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	sc	LC	CE
6	Aves	Galliformes	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado	A	NT	CE
7	Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A	LC	ne
8	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	sc	LC	ne
9	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	sc	LC	Exo
10	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolito pico rojo	sc	LC	ne
11	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	sc	LC	ne
12	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tórtola azul	sc	LC	ne
13	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	sc	LC	ne
14	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	sc	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
15	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	LC	ne
16	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	sc	LC	ne
17	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	sc	LC	ne
18	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	sc	LC	ne
19	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	sc	LC	ne
20	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	sc	LC	ne
21	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	sc	LC	ne
22	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	sc	LC	ne
23	Aves	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de vaux	sc	LC	ne
24	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	NT	EN
25	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	sc	LC	ne
26	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda oriental	sc	LC	ne
27	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	sc	LC	CE
28	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo	sc	LC	ne
29	Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana	sc	LC	ne
30	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	sc	LC	ne
31	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	sc	LC	ne
32	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	sc	LC	ne
33	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	Chorlo pico grueso	sc	LC	ne
34	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A	NT	ne
35	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito trinador	sc	LC	ne
36	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	LC	ne
37	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	sc	LC	ne
38	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojo	sc	NT	ne
39	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	sc	LC	ne
40	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero diminuto	sc	LC	ne
41	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	sc	LC	ne
42	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona norteamericana	sc	LC	ne
43	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	sc	LC	ne

Consulta Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
44	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	sc	LC	ne
45	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	sc	LC	ne
46	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	sc	LC	ne
47	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	LC	ne
48	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	sc	LC	ne
49	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de sandwich	sc	LC	ne
50	Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	LC	ne
51	Aves	Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	sc	LC	ne
52	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	sc	LC	ne
53	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejón	sc	LC	ne
54	Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano	sc	LC	ne
55	Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	sc	LC	ne
56	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	sc	LC	ne
57	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	sc	LC	ne
58	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	sc	LC	ne
59	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	sc	LC	ne
60	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	sc	LC	ne
61	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	NT	ne
62	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	sc	LC	Exo
63	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita verde	sc	LC	ne
64	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza nocturna corona negra	sc	LC	ne
65	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara	sc	LC	ne
66	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	sc	LC	ne
67	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	sc	LC	ne
68	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	sc	LC	ne
69	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	sc	LC	ne
70	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	LC	ne
71	Aves	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	sc	LC	ne
72	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr	LC	ne
73	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
74	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr	LC	ne
75	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	LC	ne
76	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	sc	LC	ne
77	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	sc	LC	ne
78	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	sc	LC	ne
79	Aves	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	sc	LC	ne
80	Aves	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	sc	LC	ne
81	Aves	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	sc	LC	ne
82	Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto corona negra	sc	LC	ne
83	Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	sc	LC	ne
84	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	sc	LC	ne
85	Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	sc	LC	CE
86	Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	sc	LC	ne
87	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	sc	LC	ne
88	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	sc	LC	ne
89	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	sc	LC	ne
90	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	sc	LC	ne
91	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	sc	LC	ne
92	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	sc	LC	ne
93	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NT	ne
94	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC	ne
95	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	sc	LC	ne
96	Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	sc	LC	ne
97	Aves	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira puerquito	sc	LC	ne
98	Aves	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	sc	LC	ne
99	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito espatulilla común	sc	LC	ne
100	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	sc	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
101	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	Mosquerito verdoso	sc	LC	ne
102	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero elenia copetón	sc	LC	ne
103	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas yucateco	sc	LC	CE
104	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	sc	LC	ne
105	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón	sc	LC	ne
106	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	sc	LC	ne
107	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	sc	LC	ne
108	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	sc	LC	ne
109	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	sc	LC	ne
110	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuír	sc	LC	ne
111	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	sc	LC	ne
112	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del este	sc	LC	ne
113	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas tropical	sc	LC	ne
114	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas vientre amarillo	sc	LC	ne
115	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas chico	sc	LC	ne
116	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	sc	LC	ne
117	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón cejas canela	sc	LC	ne
118	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	sc	LC	ne
119	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	LC	ne
120	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo garganta amarilla	sc	LC	ne
121	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de filadelfia	sc	LC	ne
122	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojos rojos	sc	LC	ne
123	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	sc	LC	ne
124	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	sc	LC	CE
125	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	sc	LC	ne
126	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	sc	LC	ne
127	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	sc	LC	ne
128	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azulnegra	sc	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
129	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	sc	LC	ne
130	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	sc	LC	ne
131	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	sc	LC	ne
132	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	sc	LC	ne
133	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	NT	EN
134	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared moteado	sc	LC	ne
135	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared vientre blanco	sc	LC	CE
136	Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	sc	LC	ne
137	Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca	sc	NE	EN
138	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de anteojos	sc	LC	ne
139	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo café	sc	LC	ne
140	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr	NT	CE
141	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	sc	LC	ne
142	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	sc	LC	ne
143	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	sc	LC	ne
144	Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	sc	LC	ne
145	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	sc	LC	CE
146	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde	sc	LC	ne
147	Aves	Passeriformes	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe grande	sc	LC	ne
148	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	sc	LC	ne
149	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria castaña	sc	LC	ne
150	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	sc	LC	SE
151	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*	Calandria dorso amarillo	sc	LC	ne
152	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	sc	LC	CE
153	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	sc	LC	ne
154	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	sc	LC	ne
155	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	sc	LC	ne
156	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	sc	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
157	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	sc	LC	ne
158	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	sc	LC	ne
159	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	sc	LC	ne
160	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alas azules	sc	LC	ne
161	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	sc	LC	ne
162	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe dorado	sc	LC	ne
163	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Pr	LC	ne
164	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino	sc	LC	ne
165	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	sc	LC	ne
166	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis formosa*	Chipe patilludo	sc	LC	ne
167	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	sc	LC	ne
168	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	sc	LC	ne
169	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	sc	LC	ne
170	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolias	sc	LC	ne
171	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	sc	LC	ne
172	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe flancos castaños	sc	LC	ne
173	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	sc	LC	ne
174	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	sc	LC	ne
175	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	sc	LC	ne
176	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	sc	LC	ne
177	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	sc	LC	ne
178	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo yucateco	sc	LC	ne
179	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro	sc	LC	ne
180	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	sc	LC	ne
181	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	sc	LC	ne
182	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	NT	ne
183	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	sc	LC	ne
184	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo	sc	LC	ne

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	UICN	Endemismo
185	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	sc	LC	ne
186	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador cabeza negra	sc	LC	ne
187	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator coerulescens*	Saltador gris	sc	LC	ne

Tabla 34. Especies de aves registrados durante el muestreo; se indica su orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de endemismo: Endémica (En), Semiendémica (SE), Cuasiendémica (CE), no endémica (ne) y Exotica (Ex).
Fuente: Elaboración propia.

Micromamíferos

Mediante la colocación de trampas Sherman solo fue posible la captura de un ejemplar macho de Rata trepadora de orejas grandes (*Ototylomys phyllotis*). Durante el monitoreo anual dedicado estrictamente a mamíferos medianos y grandes se logró registrar dos especies de micromamíferos, la Tuza crespa (*Orthogeomys hispidus*) y la musaraña orejilla yucateca (*Cryptotis mayensis*). De acuerdo con Ceballos *et al.* (2005) las tres especies son endémicas de Mesoamérica (Tabla 36).

Es importante mencionar que, a pesar del esfuerzo de muestreo aplicado, la comunidad de micromamíferos al interior del área del proyecto no mostró gran representatividad; dicho suceso puede estar relacionado con las inundaciones ocasionadas por la tormenta tropical "Cristóbal" ya que diversas zonas del área del proyecto se vieron severamente afectadas registrando inundaciones de más de 50 cm de profundidad, destruyendo madrigueras y ahuyentando de la zona a los roedores que pudieran ahí encontrarse.

Mamíferos medianos y grandes

La mastofauna mediana y grande registrada en el área del proyecto (AP) y el sistema ambiental regional (SAR) en el ciclo anual de monitoreo, está representada por 26 especies divididas en ocho órdenes, 17 familias y 24 géneros taxonómicos. Nueve especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De ellas, cinco se registraron al interior del área del proyecto (AP) y nueve en el SAR (Tabla 5); solo se reporta una especie endémica para la Provincia Biótica Península de Yucatán, la Ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*). Los resultados obtenidos representan el 89% de los mamíferos medianos y grandes reportados para la zona y el 48% de las 54 especies de mamíferos terrestres no voladoras reportadas para estado de Yucatán (Sosa-Escalante *et al.,* 2014). La tabla de

Consulta al Público

especies de mamíferos registrados se presenta después de la caracterización de los quirópteros (Tabla 36).

ID	Especie	Nombre común	NOM 059	AP	SAR
1	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	P	1	1
2	*Cryptotis mayensis*	Musaraña orejillas yucateca	Pr		1
3	*Coendou mexicanus*	Puercoespin mexicano	A		1
4	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundi	A	1	1
5	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	1	1
6	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P		1
7	*Panthera onca*	Jaguar	P		1
8	*Eira barbara*	Viejo de monte	P	1	1
9	*Galictis vittata*	Grisón	A	1	1
Total				5	9

Tabla 35. Especies de mamíferos no voladores enlistados en la NOM-059 y registrados mediante el muestreo. Se indica para cada caso su presencia (1) en el AP y SAR.
Fuente: Elaboración propia.

Quirópteros

Durante el año de muestreo en el AP y el SAR se registraron un total de 30 especies de murciélagos, lo que representa el 21.42 % de las especies reportadas en México y el 48.38 % de las especies que se distribuyen en la Península de Yucatán. De las especies registradas, 20 pertenecen al gremio insectívoro, cinco al frugívoro, dos al hematófago, dos más al omnívoro y solo una especie pertenece al gremio nectarívoro. Dos especies se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y fueron registradas tanto en el AP como en el SAR, el Murciélago lanza de Cozumel (*Mimon cozumelae*) y el Murciélago enano de bonete (*Eumops nanus*; Tabla 36).

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	IUCN	Endemismo
1	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	Sc	LC	
2	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache noteño	Sc	LC	
3	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	Sc	LC	
4	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Tamandúa norteño	P	LC	
5	Mammalia	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis mayensis*	Musaraña orejillas yucateca	Pr	LC	Em
6	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Sc	LC	
7	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	Sc	LC	Em

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	IUCN	Endemismo
8	Mammalia	Rodentia	Geomydae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza Crespa	Sc	LC	Em
9	Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Ototylomys Phyllotis*	Rata Trepadora de Orejas Grandes	Sc	LC	Em
10	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical	A	LC	Em
11	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	Sc	LC	
12	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	Sc	LC	
13	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	jaguarundi	A	LC	
14	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	LC	
15	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	NT	
16	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	P	NT	
17	Mammalia	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Sc		
18	Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Sc	LC	
19	Mammalia	Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño	Sc	LC	
20	Mammalia	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	Sc	LC	
21	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	viejo de monte	P	LC	
22	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón	A	LC	
23	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja cola larga	Sc	LC	
24	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	Sc	LC	
25	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Sc	LC	
26	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Sc	LC	
27	Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	Sc	LC	
28	Mammalia	Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	Sc	LC	
29	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago orejón brasileño	Sc	LC	
30	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro	Sc	LC	
31	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Diphylla ecaudata*	Vampiro pata peluda	Sc	LC	
32	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon cozumelae*	Murciélago lanza de Cozumel	A	LC	
33	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüeton	Sc	LC	
34	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	Sc	LC	
35	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante	Sc	LC	
36	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago ojón peludo	Sc	LC	

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	IUCN	Endemismo
37	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frugívoro	sc	LC	
38	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	Murciélago de charreteras menor	Sc	LC	
39	Mammalia	Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada norteño	Sc	LC	
40	Mammalia	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón menor	Sc	LC	
41	Mammalia	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago-bigotudo de Parnell	Sc	LC	
42	Mammalia	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotudo	Sc	LC	
43	Mammalia	Chiroptera	Natalidae	*Natalus stramineus*	Murciélago orejudo mexicano	Sc	LC	
44	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Eumops ferox*	Murciélago mastín	Sc	LC	
45	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Eumops nanus*	Murciélago enano de bonete	Pr	LC	
46	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Molossus alvarezi*	Murciélago de Alvarez	Sc	DD	
47	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Molossus molossus*	Murciélago mastín común	Sc	LC	
48	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	Sc	LC	
49	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago cola suelta ancha	Sc	LC	
50	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Promops centralis*	Murciélago mastín mayor	Sc	LC	
51	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Miotis de piernas peludas	Sc	LC	
52	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	Murciélago negro	Sc	LC	
53	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago pardo argentino	Sc	LC	
54	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*	Murciélago cola peluda de Blossevil	Sc	LC	
55	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*	Murciélago cola peluda norteño	Sc	LC	
56	Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murciélago amarillo yucateco	Sc	LC	EN

Tabla 36. Especies de mamíferos registrads durante el muestreo; se indica su clase, orden, familia, especie, nombre común en español, clasificación en la NOM-059: Protección especial (Pr), Amenazado (A), Peligro de extinción (P) y Sin categoría (sc); su clasificación en la IUCN: No evaluado (NE), datos insuficientes (DD), preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), amenazada (A) y peligro crítico (CR); estatus de endemismo: Endémica de la Península de Yucatán (En), endémica de Mesoamérica (Em). Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

IV.3.1.3.1.5.3. Riqueza y estimadores de riqueza

A continuación, se presenta la riqueza de especies registrada para cada taxón, su riqueza estimada (riqueza máxima por registrar) y su porcentaje de completitud para los diferentes estimadores (Bootstrap, Jack 1, Jack 2, Chao 1, Chao 2, ICE y ACE). En negritas se indica el

estimador (de incidencia y de abundancia) para el que mejor se ajustan estadísticamente los datos (menor desviación estándar).

Herpetofauna

Mediante la metodología implementada se registró una riqueza global de 33 especies de anfibios y reptiles. En el AP se encuentran 21 especies, en el SAR 20 y en la LT 12. Los estimadores de mejor ajuste estadístico (de incidencia y de abundancia) aproximaron una riqueza global esperada de entre 39 (Bootstrap) y 45 (ACE) especies; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud se situó, para esos mismos estimadores, entre el 84.36 % (Bootstrap) y el 72.85 % (ACE). A continuación, se presenta la información detallada para el AP, la LT y el SAR.

ÁREA		Estimadores de incidencia						Estimadores de Abundancia	
		Sobs	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
AP	Riqueza	21	24.50	25.36	30.83	28.47	31.38	25.18	29.13
	Completitud (%)		**85.71**	82.81	68.12	73.76	66.92	**83.40**	72.09
LT	Riqueza	12	14.87	19.78	27.85	18.67	22.93	15.22	15.55
	Completitud (%)		**80.70**	60.67	43.09	64.27	52.33	78.84	**77.17**
SAR	Riqueza	20	23.60	24.49	31.86	27.70	30.66	25.21	28.91
	Completitud (%)		**84.75**	81.67	62.77	72.20	65.23	79.33	**69.18**
Total	Riqueza	33	39.12	44.14	56.02	46.71	53.56	39.85	45.30
	Completitud (%)		**84.36**	74.76	58.91	70.65	61.61	82.81	**72.85**

Tabla 37. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para la herpetofauna registrada mediante el muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles en la que se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas (por solapamiento de límites de confianza), al menos entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1 y Chao 2.

Consulta al Público

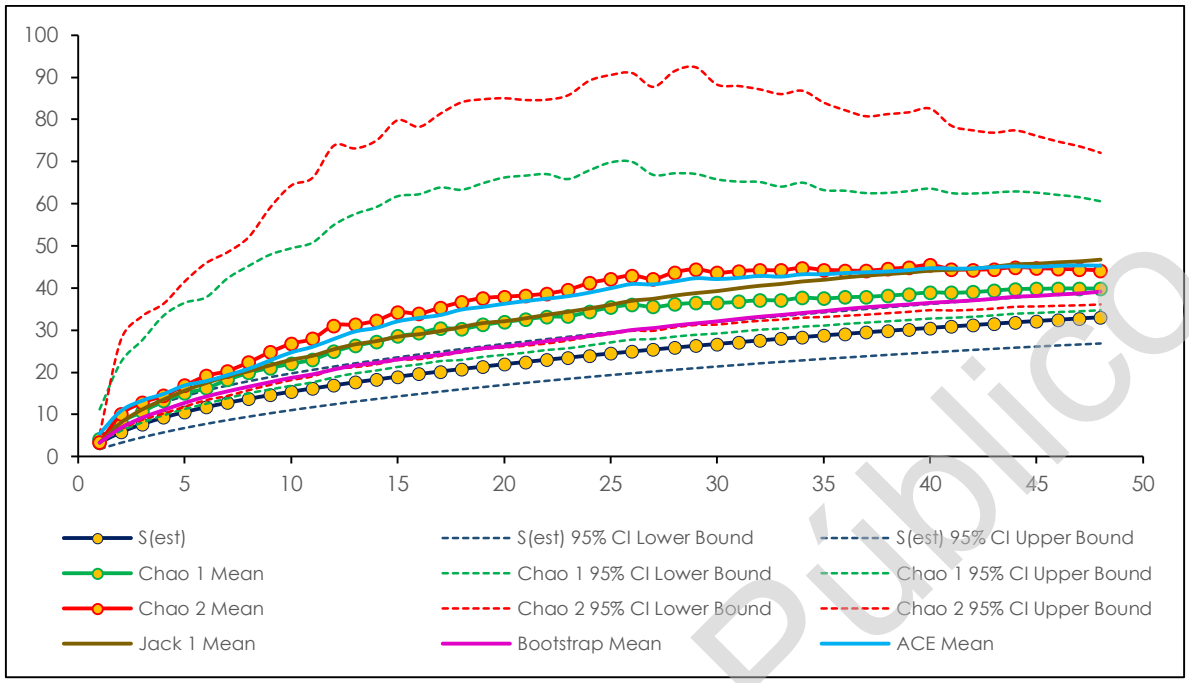


Gráfico 26. Curva de acumulación global de especies de anfibios y reptiles observadas y estimadas para el AP por los estimadores Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. Se utiliza como unidad de muestreo los subtransectos de 250 metros.
Fuente: Elaboración propia.

Aves

Mediante los transectos y redeos se registró una riqueza global de 181 especies de aves, de ellas, 96 se encuentran en el AP, 60 en la LT y 174 para el SAR.

Debido a una mayor superficie de muestreo, el SAR alberga una mayor cantidad de hábitats diferentes lo que incrementa su riqueza específica. Los estimadores de mejor ajuste estadístico (de incidencia y de abundancia) aproximaron una riqueza global esperada de entre 200 (Bootstrap) y 193 (Chao 1) especies; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud se situó, para esos mismos estimadores, entre el 90.41 % (Bootstrap) y el 93.38 % (Chao 1). A continuación, se presenta la información detallada para el AP, la LT y el SAR.

ÁREA		Estimadores de incidencia						Estimadores de Abundancia	
		Sobs	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
AP	Riqueza	96	108.30	129.65	121.87	123.42	140.87	112.99	108.50
	Completitud (%)		**88.64**	74.04	78.77	77.78	68.15	84.96	**88.48**
LT	Riqueza	60	71.28	86.57	98.36	84.80	97.55	65.06	66.16
	Completitud (%)		84.18	69.31	61.00	**70.75**	61.51	**92.22**	90.69
SAR	Riqueza	174	192.88	220.34	214.88	214.95	237.53	194.34	189.22

Consulta al Público

ÁREA		Estimadores de incidencia						Estimadores de Abundancia	
		Sobs	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
TOTAL	Completitud (%)		**90.21**	78.96	80.97	80.94	73.25	**89.53**	91.95
	Riqueza	181	200.19	209.20	218.49	220.48	234.41	193.83	194.81
	Completitud (%)		**90.41**	86.52	82.84	82.09	77.22	**93.38**	92.91

Tabla 38. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para las aves registradas mediante el muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

La evaluación por periodos fenológicos del estudio anual nos muestra que la riqueza registrada en el AP fue mayor durante la temporada de reproducción con 69 especies, seguido de la migración otoñal con 57, la invernada con 51 y la migración primaveral con 46. En el SAR la riqueza de especies más alta se registró durante la migración otoñal con 124 especies, seguido de la invernada con 119, la reproducción con 112 y la migración primaveral con 91 (ver detalles en el estudio anual).

Se presenta la curva de acumulación de especies de aves en la que se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas (por solapamiento de límites de confianza), al menos entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1 y Chao 2.

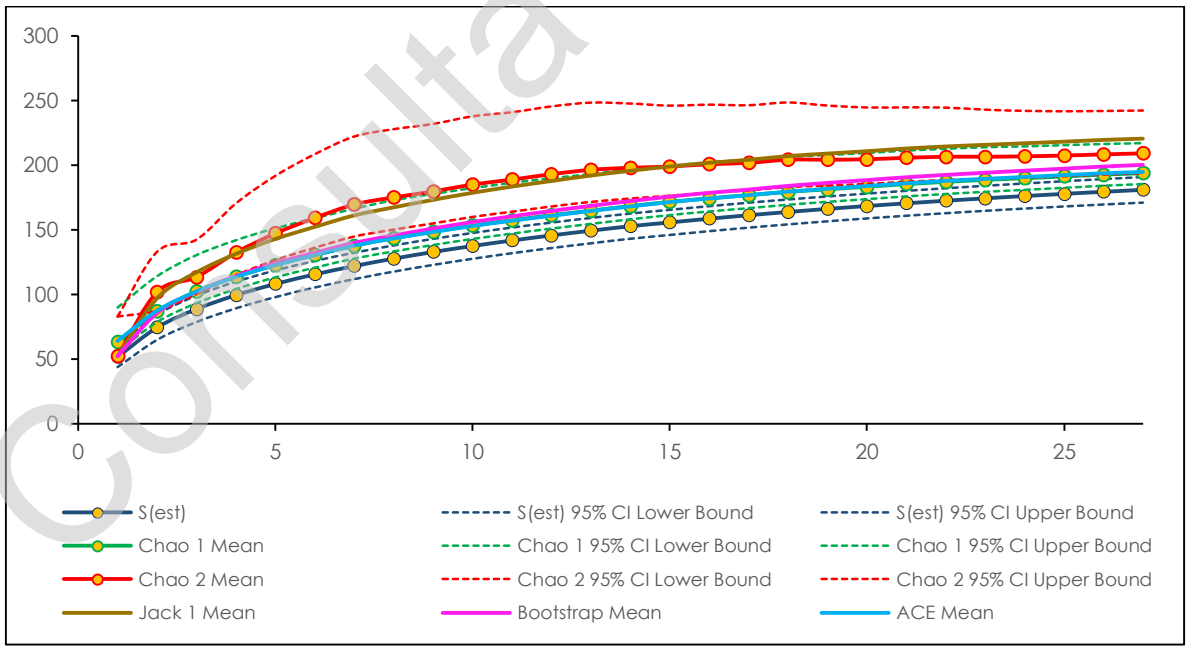


Gráfico 27. Curva de acumulación global de especies de aves observadas y estimadas por los estimadores Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. Se utiliza como unidad de muestreo el cuadrante.
Fuente: Elaboración propia

Consulta al Público

Micromamíferos

Debido a la escasez de datos no fue posible elaborar un análisis estadístico de los micromamíferos.

Mamíferos medianos y grandes

Mediante las trampas-cámara y los transectos se registró una riqueza global de 26 especies de mamíferos no voladores, se incluyen en los análisis de riqueza y diversidad los registros de dos especies de micromamíferos, la Tuza crespa (*Orthogeomys hispidus*) y la Musaraña orejillas yucateca (*Cryptotis mayensis*). Para el AP se registra una riqueza de 18 especies y para el SAR 26 especies. Los estimadores de mejor ajuste estadístico (de incidencia y de abundancia) aproximaron una riqueza global esperada de entre 29.6 (Jack 1) y 29.3 (ACE) especies; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud se situó, para esos mismos estimadores, entre el 87.72 % (Jack 1) y el 88.68 % (ACE). A continuación, se presenta la información detallada para el AP y el SAR.

ÁREA		Estimadores de Incidencia						Estimadores de Abundancia	
		S_{obs}	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
SAR	Riqueza	26	27.46	31.63	28.23	29.75	33.25	29.00	27.56
	Completitud (%)		**94.68**	82.20	92.10	87.39	78.20	89.66	**94.34**
AP	Riqueza	18	18.90	18.96	18.81	19.92	21.75	18.00	18
	Completitud (%)		**95.24**	94.94	95.69	90.36	82.76	**100**	100
TOTAL	Riqueza	26	27.46	31.45	27.71	29.64	32.91	29.00	29.32
	Completitud (%)		94.68	82.67	93.83	**87.72**	79.00	89.66	**88.68**

Tabla 39. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para los mamíferos no voladores registrados durante el muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes en la que se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas (por solapamiento de límites de confianza), entre la riqueza observada y los estimadores utilizados.

Consulta al Público

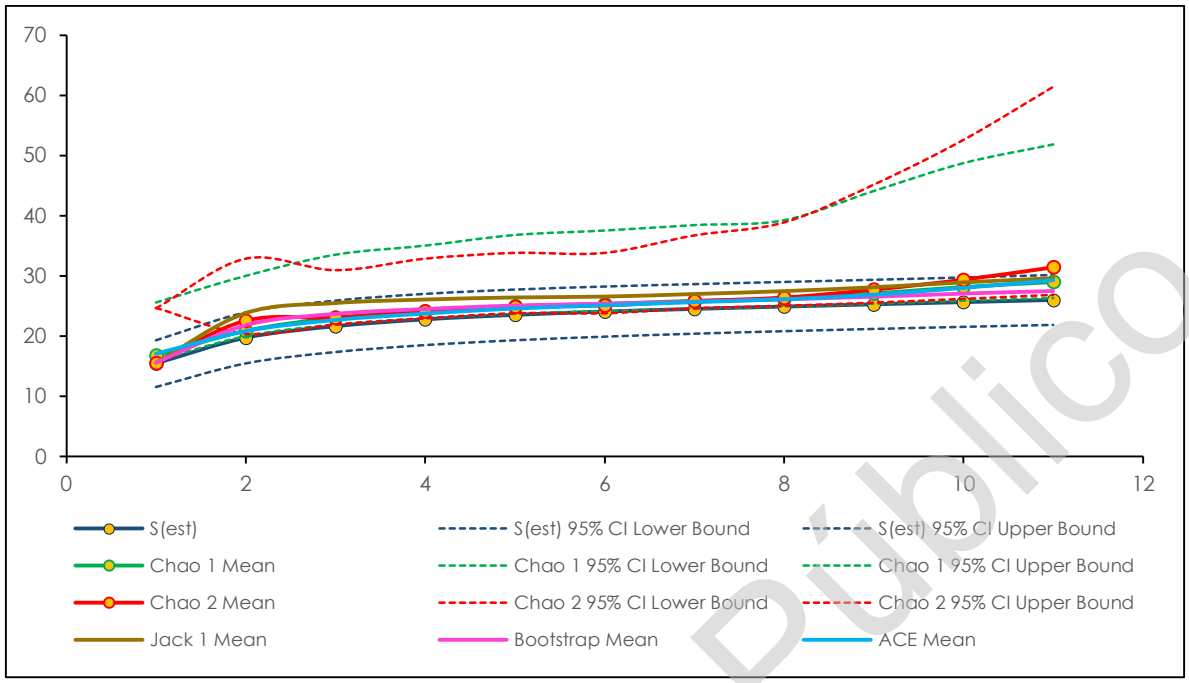


Gráfico 28. Curva de acumulación global de especies de mamíferos medianos y grandes observadas y estimadas por los estimadores Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE. Se utiliza como unidad de muestreo el cuadrante.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis por período fenológico del estudio anual nos indica que para el AP la riqueza tanto en secas como en lluvias fue muy similar con 17 y 16 especies respectivamente. Para el SAR en ambos períodos fenológicos se registraron 24 especies.

Quirópteros

Mediante las estaciones de escucha en itinerarios, estación autónoma y redeos se registró una riqueza global de 30 especies. Para el AP se reporta un total de 24 especies y para el SAR 29 especies. Los estimadores de mejor ajuste estadístico (de incidencia y de abundancia) aproximaron una riqueza global esperada de entre 31 (Bootstrap) y 30 (Chao 1) especies; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud se situó, para esos mismos estimadores, entre el 95.33 % (Bootstrap) y el 98.91 % (Chao 1). A continuación, se presenta la información detallada para el AP y el SAR.

ÁREA	Estimadores de Incidencia							Estimadores de Abundancia	
		Sobs	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
AP	Riqueza	24	25.78	24.48	25.55	26.91	25.18	24.75	27.73

Consulta al Público

ÁREA		Estimadores de Incidencia						Estimadores de Abundancia	
		Sobs	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	Jack 2	Chao 1	ACE
SAR	Completitud (%)		**93.10**	98.04	93.93	89.19	95.31	96.97	**86.55**
	Riqueza	29	30.89	30.43	32.75	32.81	33.85	29.20	30.26
TOTAL	Completitud (%)		**93.88**	95.30	88.55	88.39	85.67	**99.32**	95.84
	Riqueza	30	31.47	30.96	31.59	32.88	33.88	30.33	31.17
	Completitud (%)		**95.33**	96.90	94.97	91.24	88.55	**98.91**	96.25

Tabla 40. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para los quirópteros registrados mediante el muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis por período fenológico presentado en el informe anual nos indica que en el AP la riqueza de especies es mayor durante la temporada de lluvias, con 23 especies en comparación con la temporada de secas que presento 18 especies. En el SAR fue, de nueva cuenta, el periodo de lluvia el que presento una mayor riqueza con 27 especies, seguido de la temporada de secas con 23.

Se presenta la curva de acumulación de especies de quirópteros en la que se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas (por solapamiento de límites de confianza), entre la riqueza observada y el resto de estimadores utilizados.

Consulta al Público

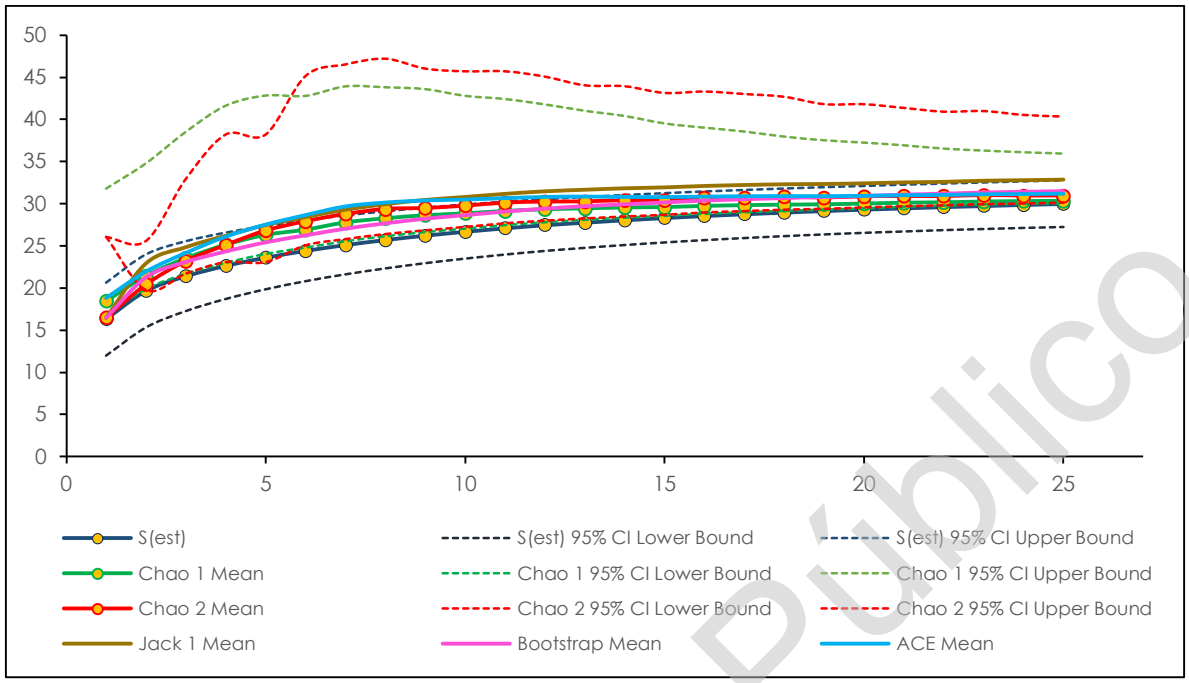


Gráfico 29. Curva de acumulación global de especies de quirópteros observadas y estimadas para el AP por los estimadores Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.3.1.5.4. Índice de diversidad

Con los datos obtenidos se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), recíproco de Simpson (1/D) y Alfa de Fisher (aF) para el AP y para el SAR (Tabla 11). Con los valores obtenidos podemos mencionar que la composición de especies en el SAR es ligeramente más homogénea en comparación con la del AP, ya que presenta valores de diversidad más altos. Estos resultados podrían ser simplemente un efecto superficie, a más área existente para ubicar muestreos más biotopos son posibles y, por tanto, son esperables mayores valores de diversidad.

DIVERSIDAD	Área	AP			SAR		
		H'	1/D	AF	H'	1/D	AF
Taxón	Herpetofauna	2.24	6.01	6.1	2.3	6.66	6.85
	Aves	3.73	24.64	22.31	4.13	39.43	29.64
	Mamíferos medianos/grandes	2.04	4.82	3.75	2.54	9.12	4.53
	Quirópteros	1.73	2.91	3.68	1.59	2.44	3.49

Tabla 41. Valores de diversidad de los vertebrados terrestres registrados en el área de estudio del proyecto eólico (AP y SAR).
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Magurran (1988) menciona que los sitios con un índice de diversidad de Shannon mayor a tres pueden ser considerados diversos; por tal motivo, podemos decir que el área de estudio (AP y SAR) presentan una alta diversidad de aves, sin embargo, la herpetofauna, los mamíferos no voladores y los quirópteros presentan valores de diversidad bajos.

Análisis de diversidad por período fenológico

El análisis de diversidad por periodo fenológico para el grupo de las aves, nos indica que en el AP la temporada de reproducción (mayo-agosto) presentó su pico más alto de diversidad (H' 3.63); para el SAR la diversidad fue mayor durante la migración otoñal (septiembre-octubre; H' 3.99).

El análisis de diversidad por período fenológico para los mamíferos medianos y grandes nos muestra para el AP un mayor índice de diversidad durante la temporada de lluvias (H' 2.04). Contrario a esto, en el SAR se registró una mayor diversidad durante los meses de secas (H' 2.56).

Para el grupo de los quirópteros la diversidad fue mayor durante el período de lluvias, en el AP se registra un índice de diversidad de Shannon de H' 2.14 y para el SAR de H'1.85; durante las secas se registró para el AP un índice de diversidad de Shannon de H' 1.05 y para el SAR de H'1.22.

IV.3.1.3.1.5.5. Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Herpetofauna

Mediante el muestreo se logró registrar un total de 336 individuos de anfibios y reptiles distribuidos en 33 especies. Se analizaron los datos de forma independiente para el AP, LT, SAR y de forma global. Las especies con la densidad e índice kilométrico de abundancia más altos fueron la Lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*), el Sapo costero (*Incilius valliceps*) y el Huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps*); ninguna de estas especies se encuentra protegida, ni es endémica de la Península de Yucatán.

ID	Especie	AP		LT		SAR		Total	
		Densidad	IKA	Densidad	IKA	Densidad	IKA	Densidad	IKA
1	*Agkistrodon russeolus*					0.606	0.121	0.37	0.07
2	*Aspidoscelis angusticeps*	10.374	4.533			6.470	4.121	**11.73**	3.48
3	*Basiliscus vittatus*	1.333	0.267			0.000	0.121	0.217	0.15
4	*Boa imperator*					0.000	0.121	0	0.07
5	*Cachryx defensor*	0.000	0.267			0.000	0.242	0.204	0.22

Consulta al Público

ID	Especie	AP		LT		SAR		Total	
		Densidad	IKA	Densidad	IKA	Densidad	IKA	Densidad	IKA
6	*Coleonyx elegans*					0.606	0.121	0.37	0.07
7	*Conophis lineatus*					0.355	0.242	0.741	0.15
8	*Crocodylus moreletii*					0.000	0.364	0	0.22
9	*Crotalus tzabcan*	0.000	0.267					0	0.07
10	*Ctenosaura similis*	17.670	7.200			0.981	1.333	6.854	2.81
11	*Hemidactylus frenatus*	2.667	0.533					0.741	0.15
12	*Holcosus undulatus*	5.333	1.067	1.786	2.667			1.481	0.59
13	*Hypopachus variolosus*	6.667	1.333	3.333	0.667	0.606	0.121	2.593	0.52
14	*Imantodes tenuissimus*					0.606	0.121	0.37	0.07
15	*Incilius valliceps*	13.749	6.133	16.667	3.333	6.977	2.667	**12.822**	3.26
16	*Kinosternon scorpioides*					0.000	0.121	0	0.07
17	*Laemanctus serratus*	0.000	0.267					0.37	0.07
18	*Leptodactylus fragilis*	2.667	0.533					0.741	0.15
19	*Leptophis mexicanus*			0.000	1.333			0.217	0.15
20	*Lithobates brownorum*	2.667	0.533					0.741	0.15
21	*Mastigodryas melanolomus*	1.333	0.267					0.37	0.07
22	*Oxybelis aeneus*	1.333	0.267					0.37	0.07
23	*Pseudelaphe phaescens*			3.333	0.667			0.37	0.07
24	*Rhinella horribilis*	4.000	0.800					1.111	0.22
25	*Rhinophrynus dorsalis*	2.667	0.533	3.333	0.667			1.111	0.22
26	*Sceloporus chrysostictus*	56.950	16.533	3.333	0.667	3.283	1.939	**19.692**	5.93
27	*Sceloporus cozumelae*					1.818	0.364	1.111	0.22
28	*Sceloporus serrifer*	2.278	1.867	13.333	2.667	0.334	0.364	2.785	1.04
29	*Smilisca baudinii*	26.667	5.333	6.667	2.667	0.644	1.091	8.537	2.44
30	*Symphimus mayae*			0.000	0.667			0.37	0.07
31	*Trachemys venusta*					0.000	0.242	0	0.15
32	*Trachycephalus typhonius*	0.000	0.267	6.667	1.333	0.334	0.364	0.939	0.44
33	*Triprion petasatus*	11.381	3.200	6.667	2.667	0.334	0.364	4.754	1.41

Tabla 42. Especies de anfibios y reptiles registradas indicando su densidad e IKA.
Fuente: Elaboración propia.

Aves

Tomando la información recabada durante el año en el AP y el SAR, se calculó densidad y el índice kilométrico de abundancia para cada especie, la información se organizó de acuerdo con los periodos fenológicos utilizados en el informe anual.

Consulta al Público

Al interior del AP se registraron 84 especies de aves y un conteo total de 1503 contactos. Para el periodo de invernada se registraron 46 especies de aves y 342 contactos; la especie con los valores más altos para este periodo fue, el Centzontle tropical (*Mimus gilvus*). Para la migración otoñal se registraron 52 especies y 262 contactos: la especie mejor representada fue, la Codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*). Para la migración primaveral se registraron 34 especies de aves y 206 contactos; la especie con la densidad e IKA más altos fue, el Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*). Y para el periodo de reproducción se registraron 62 especies y 693 contactos; la especie mejor representada fue el Tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*).

Consulta al Público

ESPECIE	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA
Agelaius phoeniceus										46	2.56	7.67
Amazilia rutila	2	0.11	0.33	1	0.06	0.17				2	0.11	0.33
Amazilia yucatanensis				1	0.06	0.17						
Arremonops chloronotus							1	0.06	0.17			
Arremonops rufivirgatus	1	0.06	0.17	2	0.02	0.33				35	1.14	5.83
Bubulcus ibis				6	0.33	1	2	0.11	0.33	25	0.31	4.17
Butorides virescens										1	0.06	0.17
Calidris minutilla				1	0.06	0.17						
Camptostoma imberbe	1	0.06	0.17									
Campylorhynchus yucatanicus	4	0.22	0.67	5	0.28	0.83				9	0.5	1.5
Caracara cheriway										1	0.06	0.17
Cardinalis cardinalis	11	0.15	1.83	4	0.01	0.67	2	0.11	0.33	20	0.58	3.33
Cathartes aura	2	0	0.33	2	0.02	0.33	1	0.06	0.17	4	0.03	0.67
Cathartes burrovianus										3	0.17	0.5
Chaetura vauxi										8	0.44	1.33
Charadrius vociferus	2	0.11	0.33									
Chordeiles acutipennis				16	0.89	2.67				4	0.22	0.67
Coccyzus minor	1	0.06	0.17							1	0.06	0.17
Colinus nigrogularis	33	0.52	5.5	41	2.28	6.83	21	1.17	3.5	43	1.39	7.17
Columbina passerina	21	0.46	3.5	12	0.67	2	6	0.33	1	37	1.49	6.17
Columbina talpacoti				4	0.03	0.67	2	0.11	0.33			
Coragyps atratus	5	0.03	0.83	8	0.07	1.33				9	0.5	1.5
Crotophaga sulcirostris	18	0.49	3	25	0.92	4.17	33	1.3	5.5	28	0.83	4.67
Cyanocompsa parellina				3	0.17	0.5						

Consulta al Público

ESPECIE	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA
Cyanocorax yncas										8	0.17	1.33
Cyanocorax yucatanicus	12	0.67	2	18	1	3	8	0.25	1.33	4	0.22	0.67
Cyclarhis gujanensis	6	0	1	1	0.06	0.17	2	0.11	0.33	5	0.03	0.83
Cynanthus canivetii	4	0.22	0.67	1	0.06	0.17	1	0.06	0.17			
Dives dives										1	0.06	0.17
Dryobates scalaris	2	0.02	0.33	1	0	0.17						
Elanoides forficatus										1	0.06	0.17
Empidonax minimus	1	0.06	0.17				1	0.06	0.17	1	0.06	0.17
Eumomota superciliosa	2	0.11	0.33	3	0.17	0.5				3	0.17	0.5
Euphonia affinis										2	0.11	0.33
Eupsittula nana	18	1	3	4	0.08	0.67	4	0.22	0.67	33	0.86	5.5
Falco sparverius	1	0.06	0.17	1	0	0.17						
Geococcyx velox				1	0.06	0.17				2	0.11	0.33
Geothlypis poliocephala										3	0.01	0.5
Geothlypis trichas							1	0.06	0.17			
Glaucidium brasilianum	4	0.03	0.67	1	0	0.17	3	0.17	0.5	1	0.06	0.17
Himantopus mexicanus										5	0.28	0.83
Hirundo rustica				3	0.17	0.5	19	1.06	3.17	20	1.11	3.33
Icterus auratus	5	0.28	0.83	4	0.08	0.67	4	0.22	0.67	18	1	3
Icterus gularis	10	0.12	1.67	6	0.33	1	5	0.28	0.83	10	0.56	1.67
Leptotila verreauxi	8	0.17	1.33	4	0.03	0.67	1	0.06	0.17	7	0.08	1.17
Melanerpes aurifrons	9	0.03	1.5	5	0.12	0.83	5	0.12	0.83	11	0.21	1.83
Melanerpes pygmaeus	3	0.05	0.5	1	0	0.17	3	0.17	0.5	7	0.21	1.17
Meleagris ocellata							8	0.44	1.33	1	0.06	0.17
Mimus gilvus	69	1.2	11.5	23	0.82	3.83	26	1.12	4.33	65	1	10.83
Molothrus aeneus							6	0.33	1	19	1.06	3.17

Consulta al Público

ESPECIE	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA
Momotus lessonii				4	0.08	0.67	1	0.06	0.17			
Myiarchus yucatanensis	1	0.06	0.17	3	0.17	0.5				1	0.06	0.17
Myiozetetes similis				1	0.06	0.17				4	0.22	0.67
Ortalis vetula	6	0	1	2	0	0.33				12	0.67	2
Pachyramphus aglaiae										2	0.11	0.33
Passerina cyanea							1	0.06	0.17			
Patagioenas flavirostris										2	0.11	0.33
Petrochelidon pyrrhonota										4	0.22	0.67
Pheucticus ludovicianus				1	0.06	0.17						
Pheugopedius maculipectus	3	0.05	0.5	6	0.09	1	3	0.01	0.5	7	0.39	1.17
Piaya cayana	1	0.06	0.17									
Pitangus sulphuratus	4	0.08	0.67							5	0.28	0.83
Polioptila albiventris	7	0.39	1.17	6	0.16	1	2	0.02	0.33	11	0.39	1.83
Polioptila caerulea	5	0.28	0.83	8	0.25	1.33	2	0.11	0.33	9	0.3	1.5
Pyrocephalus rubinus				1	0.06	0.17				3	0.17	0.5
Quiscalus mexicanus	13	0.29	2.17	1	0.06	0.17	5	0.28	0.83	10	0.34	1.67
Setophaga americana	3	0.17	0.5									
Setophaga virens	1	0.06	0.17									
Sporophila morelleti										29	1.61	4.83
Streptopelia decaocto										12	0.67	2
Thamnophilus doliatus	2	0.11	0.33							1	0	0.17
Thryothorus ludovicianus	3	0.17	0.5	3	0	0.5						
Tiaris olivaceus				1	0.06	0.17	3	0.17	0.5	7	0.13	1.17
Trogon melanocephalus				1	0.06	0.17				3	0.01	0.5
Tyrannus couchii	8	0.17	1.33	1	0.06	0.17	6	0.33	1	10	0.56	1.67
Tyrannus melancholicus				2	0.02	0.33				12	0.67	2

Consulta al Público

ESPECIE	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA	Ind.	DENSIDAD	IKA
Uropsila leucogastra	2	0.02	0.33	2	0.11	0.33						
Vireo flavifrons				3	0.17	0.5						
Vireo griseus	5	0.12	0.83							1	0.06	0.17
Vireo pallens	14	0.11	2.33	3	0.17	0.5	11	0.15	1.83	5	0.28	0.83
Volatinia jacarina	1	0.06	0.17	1	0.06	0.17				8	0.44	1.33
Xiphorhynchus flavigaster				1	0.06	0.17						
Zenaida asiatica	5	0.06	0.83	3	0.17	0.5	7	0.04	1.17	32	1.25	5.33
Zenaida aurita	3	0.17	0.5									

Tabla 43. Especies de aves registradas en el AP durante el muestreo indicando su densidad e IKA.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Al interior del SAR se registraron globalmente 159 especies de aves y un conteo total de 10003 contactos. Para el periodo de invernada se registraron 110 especies de aves y 3022 contactos; la especie con los valores de densidad e IKA más altos para este periodo fue, el Pelícano café (*Pelecanus occidentalis*). Para la migración otoñal se registraron 106 especies y 1449 contactos: la especie mejor representada fue, la Codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*). Para la migración primaveral se registraron 84 especies de aves y 1563 contactos; la especie con la densidad e IKA más altos fue, el Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*). Para el periodo de reproducción se registraron 106 especies y 3963 contactos; la especies mejor representada fue la Paloma alas blancas (*Zenaida asiática*).

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Agelaius phoeniceus	2	0.02	0.06				6	0	0.19	48	0.39	1.52
Amazilia rutila	8	0.08	0.25				5	0.05	0.16	2	0.02	0.06
Amazilia yucatanensis	1	0.01	0.03									
Amazona albifrons	9	0.03	0.29				13	0.05	0.41	4	0.04	0.13
Amblycercus holosericeus	2	0.02	0.06	1	0.01	0.03						
Archilochus colubris							6	0.06	0.19			
Ardea alba	135	0.73	4.29	3	0.01	0.1				10	0.07	0.32
Ardea herodias	3	0.03	0.1							1	0.01	0.03
Arenaria interpres	4	0	0.13	1	0.01	0.03						
Arremonops chloronotus	9	0.06	0.29	2	0.02	0.06	15	0.07	0.48	10	0.11	0.32
Arremonops rufivirgatus	8	0.08	0.25	4	0.01	0.13	18	0.09	0.57	150	0.85	4.76
Bubulcus ibis	10	0.11	0.32	11	0.07	0.35	6	0.06	0.19	97	0.08	3.08
Buteo brachyurus	1	0.01	0.03									
Buteogallus anthracinus	1	0.01	0.03							2	0.02	0.06
Butorides virescens	1	0.01	0.03							3	0.03	0.1
Calidris alba							8	0.08	0.25			
Calidris canutus							2	0.02	0.06			
Calidris minutilla				10	0.11	0.32	6	0.06	0.19			
Camptostoma imberbe	3	0.01	0.1	2	0.02	0.06						
Campylorhynchus yucatanicus	29	0.19	0.92	10	0.05	0.32	28	0.3	0.89	37	0.39	1.17
Caracara cheriway	1	0.01	0.03									
Cardinalis cardinalis	38	0.07	1.21	9	0.03	0.29	49	0.32	1.56	70	0.34	2.22
Cathartes aura	6	0.01	0.19	3	0	0.1	4	0.04	0.13	2	0	0.06
Cathartes burrovianus	1	0	0.03									
Chaetura vauxi	39	0.18	1.24	5	0.05	0.16	20	0.21	0.63	40	0.42	1.27
Charadrius nivosus				5	0.05	0.16				1	0.01	0.03

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Chondrohierax uncinatus										3	0.03	0.1
Chordeiles acutipennis				3	0.03	0.1				14	0.1	0.44
Claravis pretiosa										1	0.01	0.03
Coccyzus americanus				1	0.01	0.03						
Coccyzus minor				2	0.02	0.06				2	0	0.06
Colinus nigrogularis	45	0.17	1.43	87	0.72	2.76	78	0.46	2.48	214	1.18	6.79
Columbina passerina	53	0.1	1.68	53	0.24	1.68	55	0.27	1.75	148	0.96	4.7
Columbina talpacoti	3	0	0.1	2	0	0.06	4	0.04	0.13	29	0.21	0.92
Contopus cinereus				3	0.03	0.1						
Coragyps atratus	34	0.16	1.08	26	0.07	0.83	34	0.36	1.08	44	0.17	1.4
Crotophaga sulcirostris	159	0.7	5.05	88	0.57	2.79	79	0.59	2.51	144	1.07	4.57
Crypturellus cinnamomeus	44	0	1.4	3	0.01	0.1	5	0	0.16	33	0.01	1.05
Cyanocompsa parellina							1	0	0.03			
Cyanocorax yncas	47	0.08	1.49	19	0.12	0.6	30	0.06	0.95	12	0.08	0.38
Cyanocorax yucatanicus	81	0.27	2.57	22	0.15	0.7	19	0.06	0.6	28	0.3	0.89
Cyclarhis gujanensis	42	0.02	1.33	16	0.05	0.51	19	0.05	0.6	43	0.06	1.37
Cynanthus canivetii	3	0.03	0.1	3	0.03	0.1	1	0.01	0.03			
Dendrocygna autumnalis				1	0.01	0.03				3	0.03	0.1
Dives dives	36	0.02	1.14	9	0	0.29	21	0.02	0.67	13	0.07	0.41
Doricha eliza							1	0.01	0.03			
Dryobates scalaris	14	0.02	0.44	10	0.02	0.32	4	0	0.13	16	0.03	0.51
Dryocopus lineatus				3	0.03	0.1				1	0.01	0.03
Dumetella carolinensis	1	0.01	0.03	2	0.02	0.06						
Egretta caerulea	2	0.02	0.06							2	0.02	0.06
Egretta rufescens	7	0	0.22	2	0	0.06	9	0.1	0.29	18	0.02	0.57
Egretta thula	3	0.01	0.1	28	0.3	0.89	3	0.03	0.1	71	0.16	2.25

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Egretta tricolor	9	0.01	0.29	3	0.03	0.1	2	0	0.06	5	0.05	0.16
Elaenia flavogaster				3	0.01	0.1						
Empidonax minimus	5	0.05	0.16	1	0.01	0.03						
Eudocimus albus				2	0.02	0.06				46	0.22	1.46
Eumomota superciliosa	12	0.05	0.38	13	0.03	0.41	20	0.06	0.63	25	0.17	0.79
Euphonia affinis	3	0.03	0.1	1	0.01	0.03				16	0.17	0.51
Euphonia hirundinacea	1	0.01	0.03									
Eupsittula nana	56	0.13	1.78	30	0.13	0.95	28	0.08	0.89	57	0.6	1.81
Falco columbarius	1	0.01	0.03									
Falco sparverius	7	0.04	0.22	1	0.01	0.03						
Fregata magnificens	2	0.02	0.06	2	0.02	0.06	8	0.08	0.25	10	0.07	0.32
Geococcyx velox	11	0.12	0.35	8	0.05	0.25	4	0.04	0.13	20	0.11	0.63
Geothlypis formosa	2	0	0.06	11	0.03	0.35						
Geothlypis poliocephala	11	0.12	0.35	6	0.02	0.19	2	0.02	0.06	32	0.24	1.02
Geothlypis trichas				1	0.01	0.03				2	0.02	0.06
Glaucidium brasilianum	14	0.01	0.44	5	0.01	0.16	13	0.04	0.41	11	0.03	0.35
Herpetotheres cachinnans	6	0	0.19	1	0.01	0.03						
Himantopus mexicanus	6	0.06	0.19	4	0.02	0.13				16	0.17	0.51
Hirundo rustica	2	0.02	0.06	4	0.04	0.13	35	0.37	1.11	26	0.28	0.83
Icteria virens										1	0.01	0.03
Icterus auratus	21	0.14	0.67	18	0.11	0.57	19	0.15	0.6	94	0.83	2.98
Icterus chrysater				2	0.02	0.06				3	0.03	0.1
Icterus cucullatus							9	0.04	0.29	1	0.01	0.03
Icterus gularis	71	0.32	2.25	46	0.25	1.46	36	0.21	1.14	36	0.31	1.14
Icterus spurius							2	0.02	0.06			
Leptotila verreauxi	111	0	3.52	26	0	0.83	54	0.01	1.71	58	0.09	1.84

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Leucophaeus atricilla				10	0.02	0.32	3	0	0.1	15	0.16	0.48
Limosa fedoa										3	0.03	0.1
Megaceryle alcyon										1	0.01	0.03
Megarynchus pitangua	3	0.03	0.1							2	0.02	0.06
Melanerpes aurifrons	21	0.06	0.67	10	0.02	0.32	26	0.05	0.83	44	0.16	1.4
Melanerpes pygmaeus	8	0.08	0.25	9	0.1	0.29	15	0.07	0.48	21	0.14	0.67
Melanoptila glabrirostris				1	0.01	0.03				5	0.05	0.16
Meleagris ocellata	2	0	0.06	21	0.22	0.67	4	0.04	0.13			
Mergus serrator	1	0.01	0.03									
Mimus gilvus	138	0.61	4.38	115	0.6	3.65	93	0.59	2.95	208	1.77	6.6
Molothrus aeneus							2	0.02	0.06	20	0.21	0.63
Momotus lessonii	5	0	0.16									
Mycteria americana										7	0.07	0.22
Myiarchus tuberculifer										9	0.1	0.29
Myiarchus tyrannulus										2	0.02	0.06
Myiarchus yucatanensis	5	0.02	0.16	1	0.01	0.03	7	0.02	0.22	12	0.13	0.38
Myiozetetes similis	36	0.06	1.14	5	0.02	0.16	15	0.06	0.48	55	0.35	1.75
Numenius phaeopus										1	0.01	0.03
Nycticorax nycticorax				1	0.01	0.03						
Nyctidromus albicollis	6	0.01	0.19									
Ortalis vetula	70	0.02	2.22	22	0.06	0.7	72	0.06	2.29	112	0.07	3.56
Pachyramphus aglaiae	3	0.03	0.1	9	0.1	0.29	9	0.06	0.29	79	0.69	2.51
Parkesia noveboracensis				4	0.04	0.13						
Passerina caerulea				2	0.02	0.06	4	0.04	0.13			
Passerina ciris				1	0.01	0.03	1	0.01	0.03			
Passerina cyanea	10	0.11	0.32	3	0.03	0.1	45	0.33	1.43	6	0.02	0.19

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Patagioenas flavirostris										12	0.13	0.38
Pelecanus erythrorhynchos	202	2.14	6.41									
Pelecanus occidentalis	239	2.36	7.59	10	0.05	0.32	10	0.01	0.32	17	0.01	0.54
Petrochelidon pyrrhonota	26	0.28	0.83	8	0.05	0.25	10	0.11	0.32	1	0.01	0.03
Phalacrocorax auritus	1	0.01	0.03							30	0.32	0.95
Phalacrocorax brasilianus	20	0.09	0.63	14	0.15	0.44				5	0.05	0.16
Pheucticus ludovicianus	1	0.01	0.03	2	0.02	0.06	2	0.02	0.06			
Pheugopedius maculipectus	14	0.1	0.44	9	0.06	0.29	6	0.02	0.19	47	0.42	1.49
Phoenicopterus ruber	111	1.05	3.52	20	0.03	0.63				213	1.78	6.76
Piaya cayana	1	0.01	0.03				1	0.01	0.03			
Pitangus sulphuratus	12	0.01	0.38	12	0.01	0.38	12	0	0.38	18	0.07	0.57
Platalea ajaja	2	0.02	0.06	3	0	0.1				5	0.05	0.16
Pluvialis squatarola				2	0	0.06						
Polioptila albiventris	39	0.34	1.24	31	0.33	0.98	32	0.21	1.02	41	0.43	1.3
Polioptila caerulea	44	0.35	1.4	12	0.13	0.38	35	0.27	1.11	38	0.4	1.21
Progne chalybea				38	0.4	1.21						
Progne subis										34	0.36	1.08
Quiscalus mexicanus	359	1.63	11.4	163	0.09	5.17	72	0.3	2.29	110	0.81	3.49
Rostrhamus sociabilis	1	0.01	0.03									
Rupornis magnirostris	14	0.02	0.44	3	0.01	0.1	1	0.01	0.03			
Saltator atriceps	1	0.01	0.03									
Saltator coerulescens										13	0.14	0.41
Seiurus aurocapilla				1	0.01	0.03	1	0.01	0.03			
Setophaga americana				2	0.02	0.06						
Setophaga citrina	1	0.01	0.03									
Setophaga dominica	2	0.02	0.06									

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Setophaga magnolia	1	0.01	0.03	4	0.04	0.13						
Setophaga pensylvanica	1	0.01	0.03				1	0.01	0.03			
Setophaga petechia	4	0.04	0.13	4	0.04	0.13	3	0.03	0.1	6	0.06	0.19
Sporophila morelleti										65	0.69	2.06
Stelgidopteryx serripennis				33	0.25	1.05				66	0.6	2.1
Sternula antillarum										13	0.14	0.41
Streptopelia decaocto										37	0.39	1.17
Tachycineta albilinea	2	0.02	0.06	1	0.01	0.03						
Tachycineta bicolor	3	0.03	0.1	4	0.04	0.13	16	0.17	0.51			
Thalasseus maximus	21	0.01	0.67	11	0.12	0.35	3	0.03	0.1	5	0.05	0.16
Thalasseus sandvicensis	9	0.1	0.29				6	0.06	0.19	2	0.02	0.06
Thamnophilus doliatus	13	0	0.41	1	0	0.03	2	0	0.06	10	0	0.32
Thryothorus ludovicianus	20	0.03	0.63	7	0.01	0.22	4	0	0.13	13	0.05	0.41
Tiaris olivaceus	20	0.13	0.63	32	0.13	1.02	4	0.04	0.13	53	0.43	1.68
Tityra semifasciata	2	0.02	0.06									
Tringa semipalmata	1	0.01	0.03	3	0.03	0.1	1	0.01	0.03	1	0.01	0.03
Trogon melanocephalus	2	0.02	0.06	2	0	0.06				8	0.05	0.25
Turdus grayi				2	0.02	0.06	2	0.02	0.06	3	0.03	0.1
Tyrannus couchii	69	0.25	2.19	20	0.03	0.63	41	0.21	1.3	35	0.16	1.11
Tyrannus melancholicus	2	0	0.06	6	0.06	0.19				37	0.39	1.17
Tyrannus tyrannus				2	0	0.06						
Uropsila leucogastra	5	0.05	0.16	2	0.02	0.06	10	0.05	0.32	19	0.09	0.6
Vireo griseus	39	0.06	1.24	1	0.01	0.03	22	0.04	0.7	19	0.03	0.6
Vireo pallens	48	0.13	1.52	6	0.06	0.19	66	0.14	2.1	92	0.37	2.92
Vireo philadelphicus										1	0.01	0.03
Volatinia jacarina	20	0.09	0.63	55	0.14	1.75	20	0.21	0.63	166	1.54	5.27

Consulta al Público

Especie	Invernada			Migración otoñal			Migración primaveral			Reproducción		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA	Ind	Densidad	IKA
Xiphorhynchus flavigaster	1	0.01	0.03									
Zenaida asiatica	104	0.13	3.3	72	0.27	2.29	102	0.17	3.24	351	2.61	11.14
Zenaida aurita	1	0.01	0.03				1	0	0.03			

Tabla 44. Especies de aves registradas en el SAR durante el muestreo indicando su densidad e IKA
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Durante el monitoreo en la LT se registró un total 398 individuos de 57 especies, las especies con la densidad e IKA más alto fueron la Paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*), el Rascador oliváceo (*Arremonos rufivirgatus*) y el Saltapared moteado (*Pheugopedius maculipectos*).

ID	Especie	Ind. Dentro	Ind. Fuera	Ind. Total	Densidad	IKA
1	*Amazilia rutila*	1	0	1	0.067	0.13
2	*Amblycercus holosericeus*	1	0	1	0.067	0.13
3	*Arremonops rufivirgatus*	23	2	25	1.195	3.33
4	*Cardinalis cardinalis*	2	0	2	0.133	0.27
5	*Cathartes aura*	1	0	1	0.067	0.13
6	*Chordeiles acutipennis*	2	0	2	0.133	0.27
7	*Colinus nigrogularis*	12	3	15	0.553	2.00
8	*Columbina passerina*	16	0	16	1.067	2.13
9	*Coragyps atratus*	7	0	7	0.467	0.93
10	*Crotophaga sulcirostris*	17	2	19	0.856	2.53
11	*Crypturellus cinnamomeus*	3	1	4	0.133	0.53
12	*Cyanocorax yncas*	4	0	4	0.267	0.53
13	*Cyanocorax yucatanicus*	3	5	8	0.112	1.07
14	*Cyclarhis gujanensis*	11	1	12	0.569	1.60
15	*Dryobates scalaris*	2	0	2	0.133	0.27
16	*Eumomota superciliosa*	1	1	2	0.039	0.27
17	*Eupsittula nana*	3	0	3	0.200	0.40
18	*Geococcyx velox*	2	0	2	0.133	0.27
19	*Geothlypis poliocephala*	5	0	5	0.333	0.67
20	*Geothlypis trichas*	2	0	2	0.133	0.27
21	*Glaucidium brasilianum*	1	0	1	0.067	0.13
22	*Icterus auratus*	14	0	14	0.933	1.87
23	*Icterus gularis*	0	2	2	0.000	0.27
24	*Leptotila verreauxi*	5	0	5	0.333	0.67
25	*Melanerpes aurifrons*	9	0	9	0.600	1.20
26	*Melanerpes pygmaeus*	1	0	1	0.067	0.13
27	*Meleagris ocellata*	2	0	2	0.133	0.27
28	*Mimus gilvus*	16	0	16	1.067	2.13
29	*Molothrus aeneus*	2	0	2	0.133	0.27
30	*Myiarchus tuberculifer*	3	0	3	0.200	0.40
31	*Myiarchus yucatanensis*	3	0	3	0.200	0.40
32	*Myiozetetes similis*	11	0	11	0.733	1.47
33	*Ortalis vetula*	4	0	4	0.267	0.53
34	*Pachyramphus aglaiae*	6	1	7	0.290	0.93

Consulta al Público

ID	Especie	Ind. Dentro	Ind. Fuera	Ind. Total	Densidad	IKA
35	*Passerina ciris*	1	0	1	0.067	0.13
36	*Passerina cyanea*	3	0	3	0.200	0.40
37	*Patagioenas flavirostris*	9	0	9	0.600	1.20
38	*Pheugopedius maculipectus*	21	0	21	1.400	2.80
39	*Pitangus sulphuratus*	5	0	5	0.333	0.67
40	*Polioptila albiventris*	13	0	13	0.867	1.73
41	*Polioptila caerulea*	2	1	3	0.085	0.40
42	*Quiscalus mexicanus*	2	1	3	0.085	0.40
43	*Rupornis magnirostris*	2	0	2	0.133	0.27
44	*Saltator atriceps*	1	0	1	0.067	0.13
45	*Saltator coerulescens*	3	0	3	0.200	0.40
46	*Sporophila morelleti*	3	0	3	0.200	0.40
47	*Streptopelia decaocto*	44	0	44	2.933	5.87
48	*Thamnophilus doliatus*	0	2	2	0.000	0.27
49	*Thryothorus ludovicianus*	10	2	12	0.473	1.60
50	*Tiaris olivaceus*	5	0	5	0.333	0.67
51	*Turdus grayi*	1	0	1	0.067	0.13
52	*Tyrannus couchii*	4	1	5	0.184	0.67
53	*Tyrannus melancholicus*	6	0	6	0.400	0.80
54	*Uropsila leucogastra*	6	3	9	0.254	1.20
55	*Vireo pallens*	11	4	15	0.484	2.00
56	*Volatinia jacarina*	6	2	8	0.267	1.07
57	*Zenaida asiatica*	11	0	11	0.733	1.47

Tabla 45. Especies de aves registradas en la LT durante el muestreo indicando su densidad e IKA
Fuente: Elaboración propia.

Mamíferos medianos y grandes

Mediante los itinerarios de censo (diurnos y nocturnos) se reportaron 22 especies (84% del total de especies reportadas mediante las metodologías aplicadas) y 953 registros de forma global (AP+SAR).

Para el AP las especies con mayor número de registros en la temporada de lluvia son el Coatí (*Nasua narica*), Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) y la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*); y para la época de secas son el Coyote (*Canis latrans*) y, de nueva cuenta, el Conejo serrano y la Zorra gris.

ESPECIE	LLUVIAS			SECAS		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA
Sylvilagus floridanus	15	1.39	0.83	29	2.69	1.61

Consulta al Público

ESPECIE	LLUVIAS			SECAS		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA
Urocyon cinereoargenteus	15	1.39	0.83	22	2.04	1.22
Canis latrans	13	1.20	0.72	20	1.85	1.11
Nasua narica	19	1.76	1.06	11	1.02	0.61
Odocoileus virginianus	4	0.37	0.22	6	0.56	0.33
Didelphis marsupialis	0	0	0	5	0.46	0.28
Procyon lotor	7	0.65	0.39	5	0.46	0.28
Conepatus semistriatus	2	0.19	0.11	3	0.28	0.17
Pecari tajacu	1	0.09	0.06	2	0.19	0.11
Herpailurus yagouaroundi	0	0	0	2	0.19	0.11
Dasypus novemcinctus	3	0.28	0.17	1	0.09	0.06
Eira barbara	1	0.09	0.06	1	0.09	0.06
Leopardus pardalis	1	0.09	0.06	1	0.09	0.06
Sciurus yucatanensis	1	0.09	0.06	1	0.09	0.06
Spilogale angustifrons	0	0	0	1	0.09	0.06
Tamandua mexicana	2	0.19	0.11	0	0	0

Tabla 46. Especies de mamíferos no voladores registrados en el AP durante el muestreo; se indica su densidad e IKA en cada período fenológico.
Fuente: Elaboración propia.

Para el SAR el Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), fue la especie con el mayor número de registros en ambos periodos fenológicos. En segundo y tercer lugar para el periodo de lluvias le siguen el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y para el periodo de secas la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Coyote (*Canis latrans*).

ESPECIE	LLUVIAS			SECAS		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA
Sylvilagus floridanus	86	7.96	4.78	85	7.87	4.72
Odocoileus viginianus	50	4.63	2.78	28	2.59	1.56
Urocyon cinereoargenteus	44	4.07	2.44	60	5.56	3.33
Orthogeomys hispidus	36	3.33	2.00	42	3.89	2.33
Canis latrans	35	3.24	1.94	53	4.91	2.94
Nasua narica	31	2.87	1.72	38	3.52	2.11
Procyon lotor	21	1.94	1.17	16	1.48	0.89
Dasypus novemcinctus	18	1.67	1.00	7	0.65	0.39
Pecari tajacu	15	1.39	0.83	14	1.30	0.78

Consulta al Público

ESPECIE	LLUVIAS			SECAS		
	Ind.	Densidad	IKA	Ind.	Densidad	IKA
Herpailurus yagouaroundi	6	0.56	0.33	4	0.37	0.22
Mustela frenata	0	0	0	6	0.56	0.33
Sciurus yucatanensis	5	0.46	0.28	8	0.74	0.44
Eira barbara	0	0.00	0.00	4	0.37	0.22
Conepatus semistriatus	3	0.28	0.17	1	0.09	0.06
Didelphis virginiana	2	0.19	0.11	0	0	0
Leopardus pardalis	2	0.19	0.11	5	0.46	0.28
Spilogale angustifrons	2	0.19	0.11	6	0.56	0.33
Cryptotis mayensis	0	0	0	1	0.09	0.06
Didelphis marsupialis	1	0.09	0.06	17	1.57	0.94
Galictis vittata	1	0.09	0.06	3	0.28	0.17
Leopardus wiedii	1	0.09	0.06	0	0	0
Tamandua mexicana	1	0.09	0.06	1	0.09	0.06

Tabla 47. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el SAR indicando su densidad e IKA. Fuente: Elaboración propia.

Mediante el fototrampeo se reportaron 25 especies con un total de 997 registros durante el ciclo anual de monitoreo en ambas áreas (SAR y AP); mediante esta metodología se pudo registrar el 96.15 % del total de especies reportadas en el presente trabajo.

Para el AP se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 1,904 fototrampas·noche en el periodo de lluvias y de 1,712 fototrampas·noche en el periodo de secas registrando un total de 13 especies (Lluvias: 9 especies; Secas: 10 especies) y 241 registros independientes (Lluvias: 72 registros independientes; Secas: 169 registros independientes).

De forma global para el SAR se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 30,976 fototrampas·noche en el periodo de lluvias y de 28,334 fototrampas·noche en el periodo de secas registrando un total de 25 especies (Lluvias: 24 especies; Secas: 21 especies) y 759 registros (Lluvias: 405 registros independientes; Secas: 351 registros independientes).

Las especies con mayor abundancia relativa obtenida mediante el fototrampeo fueron el Coatí (*Nasua narica*), el Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Consulta al Público

ESPECIE	AP				SAR			
	LLUVIAS		SECAS		LLUVIAS		SECAS	
	REG. IND	IAR	REG. IND	IAR	REG. IND	IAR	REG. IND	IAR
Nasua narica	40	21	101	58.99	138	4.45	106	3.74
Pecari tajacu					49	1.58	23	0.81
Odocoileus virginianus	15	7.78	9	5.25	43	1.38	37	1.3
Urocyon cenereoargenteus	3	1.57			42	1.35	46	1.62
Sylvilagus floridanus	3	1.57	9	5.25	37	1.19	30	1.05
Dasypus novemcinctus	2	1.05			17	0.54	5	0.17
Leopardus wiedii					14	0.45	8	0.28
Didelphis marsupialis					10	0.32	3	0.1
Spilogale angustifrons	2	1.05	2	1.16	10	0.32	26	0.91
Cuniculus paca					8	0.25	21	0.74
Tamandua mexicana			7	4.08	7	0.22		
Dasyprocta punctata					5	0.16	7	0.24
Canis latrans	3	1.57	30	17.52	4	0.12	5	0.17
Galictis vittata			2	1.16	3	0.09	3	0.1
Procyon lotor					3	0.09	9	0.31
Sciurus yucatanensis			5	2.92	3	0.09	10	0.35
Conepatus semistriatus					2	0.06	2	0.07
Didelphis virginiana					2	0.06	1	0.03
Herpailurus yagouaroundi	2	1.05	1	0.58	2	0.06	2	0.07
Leopardus pardalis					2	0.06	4	0.14
Coendou mexicanus							1	0.03
Eira barbara			3	1.75	1	0.03	2	0.07
Mustela frenata	2	1.05			1	0.03		
Orthogeomys hispidus					1	0.03		
Panthera onca					1	0.03		

Tabla 48. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el AP y el SAR mediante el fototrampeo, se indica su número de individuos y si índice de abundancia relativa.
Fuente: Elaboración propia.

Quirópteros

Mediante los itinerarios se registraron 18, 389 grabaciones con actividad de murciélagos en las que se reconocen 19 fonotipos que han sido identificados a nivel de especie y están representados por 4 familias: Emballonuridae, Vespertilionidae, Molossidae y Mormoopidae. La especie que registra mayor actividad es *Pteronotus davyi* con un total de 10,361 incidencias lo que representa el 56.34 % de los registros totales, por el contrario, la especie con menos registros es *Eumops underwoodi* con tan solo un registro durante el periodo

Consulta al Público

anual, seguido de *Pteronotus personatus* y *Eumops nanus* con 3 y 13 registros respectivamente.

De acuerdo con el índice de actividad relativa la especie que tuvo mayor actividad durante el periodo anual es *Pteronotus davyi*, seguida de *Molossus rufus* y *Nyctinomops laticaudatus*. Por el contrario, la especie con menor actividad registrada durante el año es *Eumops underwoodi*.

ESPECIE	OCURRENCIA	EM(H)	IA	IAR
Emballonuridae				
Peropteryx macrotis	306	1500	0.204	1.310
Vespertilionidae				
Myotis nigricans	76	1500	0.051	0.705
Myotis keasy	16	1500	0.011	0.028
Lasiurus intermedius	269	1500	0.179	1.254
Lasiurus blossevillii	410	1500	0.273	1.437
Eptesicus furinalis	806	1500	0.537	1.730
Rhogeessa aeneus	198	1500	0.132	1.121
Molossidae				
Eumops ferox	11	1500	0.007	-0.135
Eumops nanus	13	1500	0.009	-0.062
Eumops underwoodi	1	1500	0.001	-1.176
Promops centralis	159	1500	0.106	1.025
Molossus molossus	490	1500	0.327	1.514
Molossus alvarezi	1188	1500	0.792	1.899
Molossus rufus	1966	1500	1.311	2.117
Nyctinomops laticaudatus	1746	1500	1.164	2.066
Mormoops megalophylla	103	1500	0.069	0.837
Mormoopidae				
Pteronotus parnellii	267	1500	0.178	1.250
Pteronotus davyi	10361	1500	6.907	2.839
Pteronotus personatus	3	1500	0.002	-0.699
Total	18389			

Tabla 49. Ocurrencias e índices de actividad de las especies de murciélagos registrados durante el periodo anual.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.3.1.6. Especies prioritarias para la conservación

En el área de estudio del proyecto eólico (AP, LT y SAR) se registraron 49 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de ellas, tres son anfibios, 12 son reptiles, 23 son aves y once son mamíferos. Nueve especies están catalogadas en peligro de extinción, doce como

Consulta al Público

amenazadas y 26 bajo protección especial. A nivel internacional 34 especies se consideran en preocupación menor, doce especies se consideran casi amenazadas y una vulnerable, dos especies carecen de clasificación, una no está evaluada y la otra no cuenta con datos suficientes. Nueve especies presentan algún grado de endemismo a nivel local y nacional.

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
1	Amphibia	Anura	Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	LC	
2	Amphibia	Anura	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	NE	
3	Amphibia	Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	LC	
4	Reptilia	Crocodilia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	
5	Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr	NT	
6	Reptilia	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	A	LC	
7	Reptilia	Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	A	LC	
8	Reptilia	Squamata	Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya	Pr	LC	
9	Reptilia	Squamata	Dipsadidae	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC	
10	Reptilia	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	Pr	LC	
11	Reptilia	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	A	LC	
12	Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	LC	
13	Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Cachryx defensor*	Iguana yucateca de cola espinosa	P	VU	EN
14	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de cozumel	Pr	LC	EN
15	Reptilia	Squamata	Teiidae	*Holcosus gaigae*	Lagartija arcoiris	sc	DD	EN
16	Aves	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	LC	
17	Aves	Galliformes	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado	A	NT	CE
18	Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A	LC	
19	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	LC	
20	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	NT	EN
21	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A	NT	
22	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojo	sc	NT	
23	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	LC	

Consulta al Público

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
24	Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	LC	
25	Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	LC	
26	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	NT	
27	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	LC	
28	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr	LC	
29	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	LC	
30	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr	LC	
31	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	LC	
32	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NT	
33	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC	
34	Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	LC	
35	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	NT	EN
36	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr	NT	CE
37	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Pr	LC	
38	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	NT	
39	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Tamandúa norteño	P	LC	
40	Mammalia	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis mayensis*	Musaraña orejillas yucateca	Pr	LC	Em
41	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical	A	LC	Em
42	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundi	A	LC	
43	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	LC	
44	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	NT	
45	Mammalia	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	P	NT	
46	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	viejo de monte	P	LC	
47	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón	A	LC	

Consulta Pública

ID	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Estatus
48	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon cozumelae*	Murciélago lanza de Cozumel	A	LC	
49	Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Eumops nanus*	Murciélago enano de bonete	Pr	LC	

Tabla 50. Listado de especies protegidas a nivel nacional por la NOM-059-SEMARNAT-2010 e internacional por la IUCN. Se presenta su clase, orden, familia, nombre común y su estatus en la NOM-059: peligro de extinción (P), Amenazada (A), Protección especial (Pr) y Sin categoría (Sc). Su estatus en la IUCN: Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), No evaluado (NE) y Sin datos suficientes (DD).
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

En el estudio anual se presentan los mapas de distribución potencial y confirmada al interior del polígono del SAR y del AP para cada especie protegida, exceptuando los anfibios y reptiles. Es importante prestar atención a este grupo debido a su movilidad limitada y lento desplazamiento.

IV.3.1.3.1.7. Análisis de alturas de vuelo y riesgo de colisión

Como objetivo del estudio anual se registraron las alturas y direcciones de vuelo de las aves al interior del AP; a continuación, se presentan los resultados, la información detallada puede ser consultada en el documento antes mencionado.

Para el estudio se establecieron 3 alturas de vuelo: altura 1, por debajo de las palas; altura 2 (riesgo de colisión) altura de las palas; altura 3, por encima de las palas. La altura con mayor número de registros fue la 1 (1454 registros), lo esperado debido a los movimientos de las aves a nivel de dosel; en la altura 2 se registraron 42 contactos y a altura 3, únicamente seis contactos.

Para los registros en altura 2 se obtuvo el Índice de peligrosidad de colisión (IPC), las especies susceptibles de colisión registradas en el muestreo anual son el Milano tijereta (*Elanoides forficatus*), el Zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), el Zopilote común (*Coragyps atratus*), y el Zopilote aura (*Cathartes aura*).

IV.3.1.3.1.8. Regiones terrestres prioritarias (RTP) y sitios de interés

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene el objetivo de determinar las 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 (Arriaga, *et al.,* 2000).

Al norte del área del proyecto eólico se encuentra la RTP-146 y el área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA SE-49) que en conjunto forman el área natural protegida "Reserva estatal de ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán, decretada en julio de 2017.

Esta zona fue objeto de estudio dentro del SAR establecido para el proyecto, en ella se encontró un gran número de especies de aves acuáticas (44), entre las que destacan el Flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*), la Matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) y el Colibrí tijera mexicano (*Doricha eliza*), las tres enlistadas en la NOM-059 y las últimas endémicas de México. La principal amenaza para estas especies es la perdida

Consulta al Público

y fragmentación de su hábitat (matorral de duna costera, selva baja espinosa caducifolia y manglar).

Mediante un análisis de la distribución de los mamíferos protegidos en la NOM-059 y el tipo de vegetación en el que se registraron se puede ver que son el manglar y la selva baja caducifolia los ambientes en los que más registros se tuvo. Por lo que su preservación puede beneficiar de forma significativa a estas y otras especies.

ESPECIE	NOM-059	VEGETACIÓN					
		C	M	PC	PINUN	SBC	VSA/SBC
Coendou mexicanus	A					X	
Cryptotis mayensis	Pr					X	
Eira barbara	P		X			X	X
Galictis vittata	A					X	X
Herpailurus yagouaroundi	A	X	X	X		X	X
Leopardus pardalis	P		X		X	X	X
Leopardus wiedii	P		X			X	X
Panthera onca	P					X	
Tamandua mexicana	P		X			X	X

Tabla 51. Registros de presencia/ausencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: especie amenazada. Pr: especie bajo protección especial. P: especie en peligro de extinción, Tipos de vegetación del área de estudio (AP y SAR). C: cultivo. M: manglar. PC: pastizal cultivado. PINUN: pastizal inundable. SBC: selva baja caducifolia. VSA/SBC: vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.3.1.9. Conclusiones

Frente a la evidencia antes mencionada se presentan las siguientes conclusiones.

- Para la mayoría de los taxones (anfibios, reptiles, aves, micromamíferos, mamíferos medianos y grandes y micromamíferos) se obtuvo una gran representación en términos de riqueza específica en el área de estudio del proyecto.
- Por otro lado, los valores de diversidad por taxón y por periodo fenológico nos muestran un índice de diversidad bajo (a excepción de las aves). Esto puede ser explicado en parte por la diferencia de registros (individuos) que hay entre una especie y otra. Tal es el caso de la Lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) y del Murciélago lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*) que muestran una gran dominancia con respecto al resto de las especies.
- Debido al gran número de especies migratorias y transeúntes registradas, podemos mencionar que el área de estudio es un importante sitio de arribo (principalmente para descanso y alimentación) para estos grupos de aves.

Consulta al Público

- La comunidad de micromamíferos parece estar alterada después de los eventos naturales ocurridos a mediados de año.
- Mediante los valores de riqueza y diversidad obtenidos podemos concluir que el SAR presenta una comunidad faunística ligeramente más rica y homogénea, en comparación con el AP; no obstante, es importante considerar el efecto que tiene la superficie existente en los ámbitos de muestreo sobre los resultados.
- Aun cuando el número de especies registradas en altura de vuelo 2 (riesgo de colisión) es relativamente bajo, deben considerarse los resultados una aproximación básica, pues el número de registros de control obtenido ha sido reducido.
- A pesar de que el área de estudio presenta un alto grado de impacto y fragmentación de su hábitat original (principalmente por la ganadería), aún es posible registrar un gran número de especies; entre ellas destacan las 49 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. por lo que establecer las correctas medidas de mitigación es crucial para aminorar los posibles impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto.

IV.3.1.4. Medio Socioeconómico

IV.3.1.4.1. Aspectos político-territoriales

Para la presentación de los aspectos socioeconómicos que comprende el presente capítulo es importante considerar como punto de partida los aspectos territoriales, entendidos como las divisiones político-geográficas existentes dentro del estado de Yucatán -en lo general- y en el SAR -en lo particular-, considerando a los municipios y a las localidades existentes. La gran parte de información que se presenta a lo largo de este apartado responde a esta división previamente descrita, he ahí donde se encuentra la importancia de presentar y respetar esta estructura para lograr realizar un análisis socioeconómico sumamente completo, incluyendo hasta a la localidad más pequeña.

Por ende, antes de presentar la información más relevante en relación con los aspectos socio-económicos de las localidades ubicadas dentro del SAR del proyecto, se presentará una breve descripción respecto a la información político-territorial vinculada con el SAR y el área del proyecto de la "Central Eólica Dzidzantún". Esto con el objetivo de presentar la base sobre la que se asienta el presente capítulo, así como con la intención de incluir información que podría ser significativa para un entendimiento holístico de la información socio-económica que contiene la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

Consulta al Público

IV.3.1.4.1.1. Entidad federativa

Como se ha mencionado en los capítulos previos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental regional, el Proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se localiza en el estado de Yucatán (31). Concretamente, el proyecto se encuentra en la costa del estado, al norte del centro del estado y al noreste de la capital, Mérida. Esta región cuenta con un potencial relevante de recurso eólico, motivo por el cual se están desarrollando múltiples proyectos de este tipo de generación eléctrica renovable en la región. La ubicación previamente mencionada del área del proyecto y del SAR en relación con el estado de Yucatán puede observar en el mapa que se presenta a continuación:

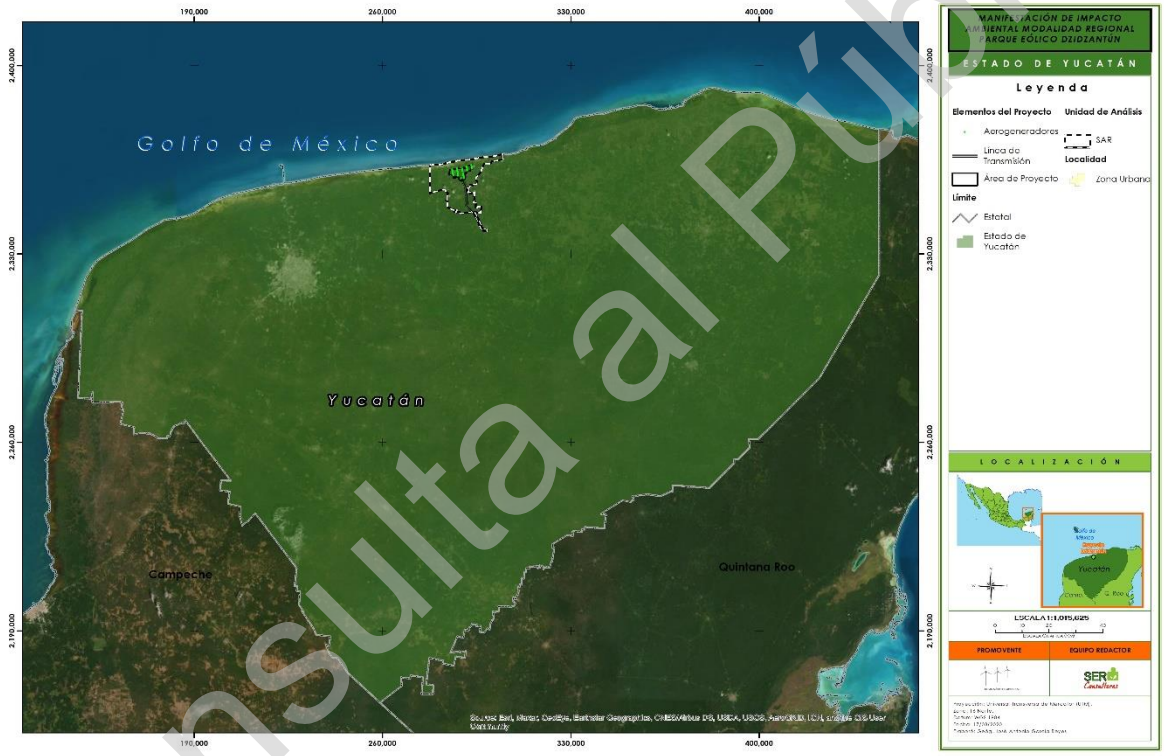


Figura 36. Mapa del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" en el estado de Yucatán.
Fuente: Promovente. Elaboración propia.

IV.3.1.4.1.2. Municipios

El SAR del Proyecto "Central Eólica Dzidzantún" se encuentra compuesta por la totalidad o por partes de los siguientes municipios: Dzilam Bravo (028), Dzilam González (029), Temax (084), Dzidzantún (027) y Yobaín (106). En el mapa que se presenta a continuación es posible observar los municipios que se ubican dentro del área SAR del proyecto.

Consulta al Público

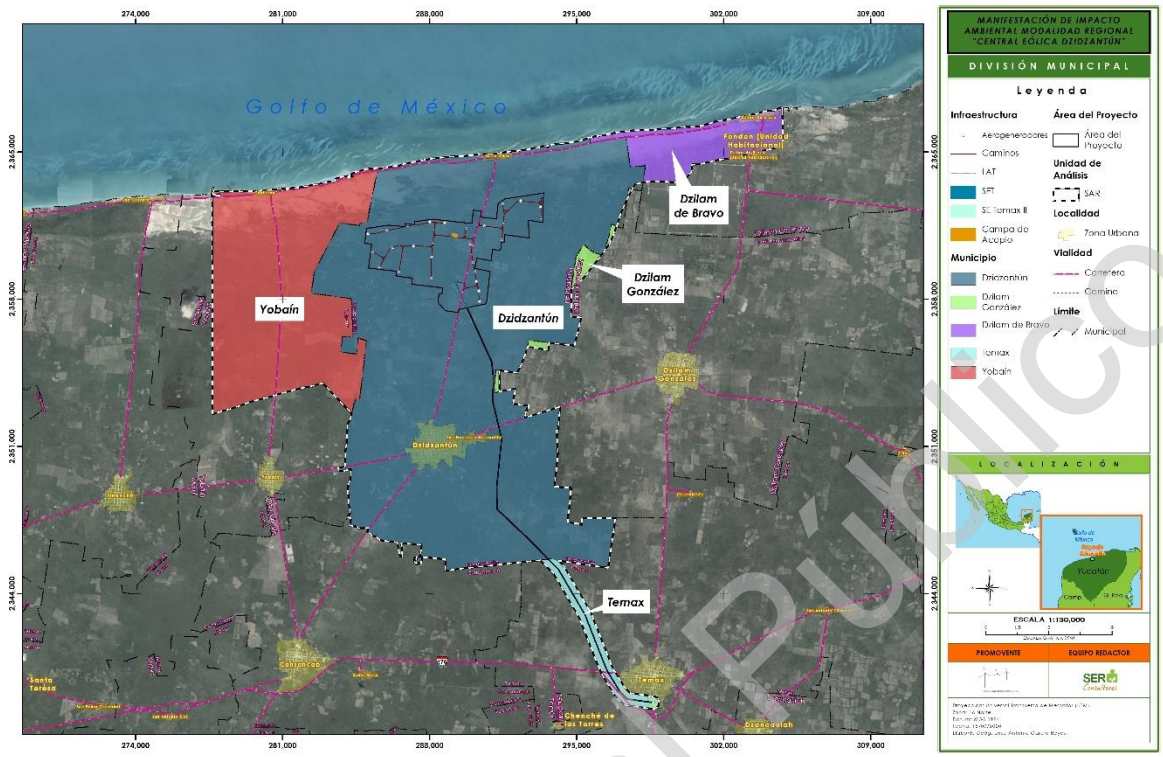


Figura 37. Municipios del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente. Elaboración propia.

IV.3.1.4.1.3. Localidades

Dentro del SAR se cuenta con la presencia de 17 localidades: 2 urbanas y 15 rurales. Son las dos localidades urbanas, Dzidzantún (310270001) y Dzilam de Bravo (310280001), las que presentan los niveles poblacionales más altos. En el mapa que se presenta a continuación se muestra la ubicación geográfica de las localidades que se encuentran dentro del SAR:

Consulta al Público

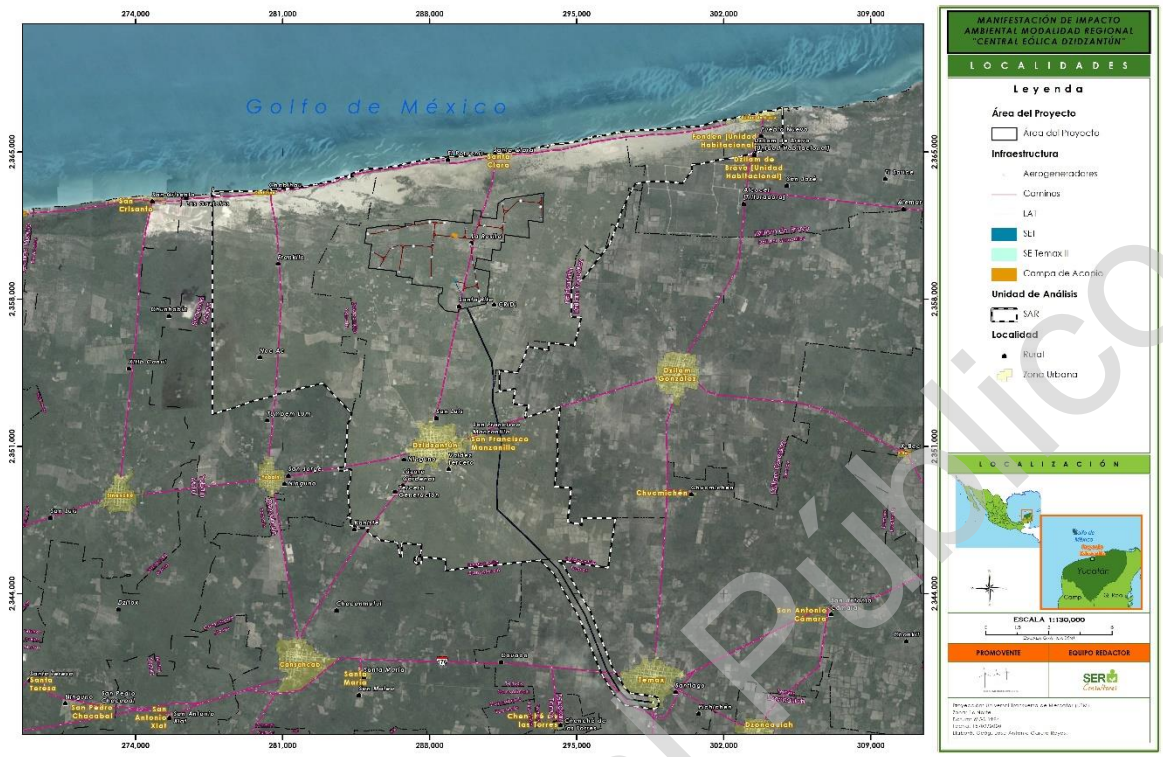


Figura 38. Localidades dentro del SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".
Fuente: Promovente. Elaboración propia.

IV.3.1.4.1.4. Distancias de las localidades al área del proyecto

Para una correcta contextualización, es importante mencionar la distancia de cada una de las localidades respecto al área del proyecto. En virtud de lo anterior, contamos con la presencia de dos localidades dentro del área del proyecto: Santa Rita (310270036) y La Rosita (310270081). Los detalles específicos sobre la distancia de cada una de las localidades al área del proyecto se muestran en la tabla a continuación:

NÚMERO	*CLAVE UNIÓN*	*NOMBRE ENTIDAD*	*NOMBRE MUNICIPIO*	*NOMBRE LOCALIDAD*	*DISTANCIA AL PROYECTO (M.)*
1	310270002	Yucatán	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	6014.702336
2	310270004	Yucatán	Dzidzantún	Santa Clara	1979.855388
3	310270008	Yucatán	Dzidzantún	El Porvenir	2694.349326
4	310270036	Yucatán	Dzidzantún	Santa Rita	0
5	310270057	Yucatán	Dzidzantún	San Luis	5087.195903
6	310270065	Yucatán	Dzidzantún	Ninguno	7323.411518
7	310270077	Yucatán	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	8524.910255

Consulta al Público

NÚMERO	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	NOMBRE MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	DISTANCIA AL PROYECTO (M.)
8	310270081	Yucatán	Dzidzantún	La Rosita	0
9	310270105	Yucatán	Dzidzantún	Valdez Tercero	7448.357987
10	310270110	Yucatán	Dzidzantún	CRIDI	372.4563619
11	310270112	Yucatán	Dzidzantún	Tercera Generación	8913.293297
12	310280080	Yucatán	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	10484.48176
13	311060002	Yucatán	Yobaín	Chabihau	4943.448208
14	311060008	Yucatán	Yobaín	Noc Ac	6440.683372
15	311060036	Yucatán	Yobaín	Franklin	3962.825757
16	310270001	Yucatán	Dzidzantún	Dzidzantún	5179.576898
17	310280001	Yucatán	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	8993.397762

Tabla 52. Distancia al área del proyecto de las localidades en el área SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

IV.3.1.4.2. Aspectos sociales y económicos

IV.3.1.4.2.1. Demografía

IV.3.1.4.2.1.1. Demografía estatal

En el estado de Yucatán es en donde se tiene contemplada la realización del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". Asimismo, en el estado de Yucatán, de acuerdo con la información obtenida a partir del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010, se cuenta con una población cercana a los 2 millones de habitantes; de los que 963,333 son población masculina y 992,224 son población femenina. Es importante presentar la imagen demográfica completa de la entidad federativa en el que se encuentra el proyecto "Central Eólica Dzidzantún" con el objetivo de dimensionar la información que contiene este apartado que se encuentra más particularizada al área del SAR y al área del proyecto. Por ello se presenta información previamente descrita de manera detallada en la tabla que se encuentra a continuación:

NÚMERO	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
1	31	Yucatán	1,955,577	963,333	992,244

Tabla 53. Población total del estado de Yucatán.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.1.2. Demografía municipal

Los municipios localizados dentro del SAR concentran solamente el 1.30 % de la población total del estado de Yucatán. Esta población se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- En el municipio de Dzilam González (029) se cuenta con una población total de 5,905, de los que 3,027 son hombres, mientras que 2,878 son mujeres.
- En el municipio de Dzilam de Bravo (028) se cuenta con una población total de 2,463, de los que 1,262 son población masculina y las restantes 1,201 son población femenina.
- En el municipio de Dzidzantún (027) se cuenta con una población total de 8,133 personas, de las que 4,115 personas son población masculina y las restantes 4,018 son mujeres.
- En el municipio de Yobaín (106) se tiene una población total que iguala a las 2,137 personas, de este total 1,103 son población masculina y los 1,034 restantes son población femenina.
- En el municipio de Temax (084) se tiene una población total que es igual a los 6,817, de los que 3,425 son población masculina, mientras que 3,392 son población femenina.

A continuación, se presenta una tabla con la población de estos municipios previamente descritos desagregada por sexo:

NÚMERO	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	NOMBRE MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
1	31029	Yucatán	Dzilam González	5905	3027	2878
2	31028	Yucatán	Dzilam de Bravo	2463	1262	1201
3	31027	Yucatán	Dzidzantún	8133	4115	4018
4	31106	Yucatán	Yobaín	2137	1103	1034
5	31084	Yucatán	Temax	6817	3425	3392

Tabla 54. Población total de los municipios en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.1.3. Demografía de las localidades

Dentro de estos municipios es importante recapitular que se cuenta con la presencia de 17 localidades dentro del SAR: 2 localidades urbanas y 15 localidades rurales. Cabe señalar que de estas localidades sujetas a análisis solamente se cuenta con información demográfica detallada correspondiente a lo económico y social, proveniente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en seis localidades[24]. En este sentido, las localidades con las que se cuenta con información detallada proveniente del censo de población del INEGI son: Dzidzantún (310270001), Dzilam Bravo (310280001), San Francisco (310270002), Santa Clara (310270004), Pueblo Nuevo (310280080) y Chabihau (311060002).

La población total de estas localidades, desagregada por sexo, se presenta en la tabla que se muestra a continuación:

NÚMERO	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	NOMBRE MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
1	310270002	Yucatán	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	669	341	328
2	310270004	Yucatán	Dzidzantún	Santa Clara	45	21	24
3	310270008	Yucatán	Dzidzantún	El Porvenir	4	*	*
4	310270036	Yucatán	Dzidzantún	Santa Rita	3	*	*
5	310270057	Yucatán	Dzidzantún	San Luis	1	*	*
6	310270065	Yucatán	Dzidzantún	Ninguno	3	*	*
7	310270077	Yucatán	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	2	*	*
8	310270081	Yucatán	Dzidzantún	La Rosita	1	*	*
9	310270105	Yucatán	Dzidzantún	Valdez Tercero	4	*	*
10	310270110	Yucatán	Dzidzantún	CRIDI	6	*	*
11	310270112	Yucatán	Dzidzantún	Tercera Generación	2	*	*
12	310280080	Yucatán	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	58	33	25

[24] Censo de Población y Vivienda del INEGI elaborado en 2010.

Consulta al Público

NÚMERO	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	NOMBRE MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
13	311060002	Yucatán	Yobaín	Chabihau	292	154	138
14	311060008	Yucatán	Yobaín	Noc Ac	1	*	*
15	311060036	Yucatán	Yobaín	Franklin	4	*	*
16	310270001	Yucatán	Dzidzantún	Dzidzantún	7393	3740	3653
17	310280001	Yucatán	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	2374	1211	1163
TOTALES					**10862***	**5500**	**5331**

**Se carece de datos de la población por sexo en las localidades rurales más pequeñas.*
Tabla 55. Población total de las localidades en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

IV.3.1.4.2.1.4. Población indígena en las localidades

Debido a las implicaciones que representa la población indígena en cuanto a la utilización y consideración que se tiene respecto a los recursos naturales y el medio ambiente, es importante considerar la población indígena que hay en cada una de las localidades dentro del SAR del proyecto.

Las localidades que destacan del conjunto de localidades ubicadas en el SAR, ya sea por ser localidades de interés indígena o por ser localidades con más del 40 % de población indígena son: San Francisco Manzanilla (310270002), Santa Rita (310270036), Lázaro Cárdenas (310270077), La Rosita (310270081), CRIDI (310270110), Noc Ac (311060008), Franklin (311060036), Dzidzantún (310270001) y Dzilam de Bravo (310280001)[25].

La tabla que se presenta a continuación detalle la población indígena que se ubica en cada una de las localidades, detallando al mismo tiempo la tipología con la que se define cada localidad en cuanto al aspecto indígena:

[25] Es importante señalar que esta información proviene de los datos del CDI son del año 2010, Por este motivo es muy probable que se encuentren desactualizados y que el número de población indígena sea menor al que se señala en esta sección, principalmente en aquellas localidades cuyas poblaciones son muy pequeñas. Esto es posible de afirmar debido a que es una tendencia que se presenta en toda la península de Yucatán con los pueblos mayas.

Consulta al Público

NO.	CLAVE UNIÓN	NOMBRE ENTIDAD	NOMBRE MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN INDÍGENA	TIPOLOGÍA DE LOCALIDAD INDÍGENA
1	310270002	Yucatán	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	669	203	Loc. de interés
2	310270004	Yucatán	Dzidzantún	Santa Clara	45	6	Loc. con menos de 40 %
3	310270008	Yucatán	Dzidzantún	El Porvenir	4	0	-
4	310270036	Yucatán	Dzidzantún	Santa Rita	3	3	Loc. de 40 % y más
5	310270057	Yucatán	Dzidzantún	San Luis	1	0	-
6	310270065	Yucatán	Dzidzantún	Ninguno	3	0	-
7	310270077	Yucatán	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	2	2	Loc. de 40 % y más
8	310270081	Yucatán	Dzidzantún	La Rosita	1	1	Loc. de 40 % y más
9	310270105	Yucatán	Dzidzantún	Valdez Tercero	4	0	-
10	310270110	Yucatán	Dzidzantún	CRIDI	6	6	Loc. de 40 % y más
11	310270112	Yucatán	Dzidzantún	Tercera Generación	2	0	-
12	310280080	Yucatán	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	58	19	Loc. con menos de 40 %
13	311060002	Yucatán	Yobaín	Chabihau	292	97	Loc. con menos de 40 %
14	311060008	Yucatán	Yobaín	Noc Ac	1	1	Loc. de 40 % y más
15	311060036	Yucatán	Yobaín	Franklin	4	4	Loc. de 40 % y más
16	310270001	Yucatán	Dzidzantún	Dzidzantún	7393	1466	Loc. de interés
17	310280001	Yucatán	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	2374	252	Loc. de interés

Tabla 56. Población total indígena y tipología indígena de las localidades en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información proveniente del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010 y de los datos de población indígena del CDI (ahora Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas).

Consulta al Público

Desde la reforma energética y, en particular, con la aprobación de la Ley de la Industria Eléctrica, los proyectos eléctricos tienen la obligación de presentar una evaluación de impacto social ante la Secretaría de Energía (SENER)[26].

Asimismo, el artículo 119 de la LIE asigna la obligación contraída por el Gobierno Mexicano en virtud del Convenio Núm. 169 OIT en materia de consulta de proyectos eléctricos a la Secretaría de Energía (SENER).

Por su parte, la promovente del Proyecto "Central Eólica Dzidzantún" presentó ante la Secretaría de Energía evaluación de impacto social de su proyecto tal y como mandata el artículo 120 LIE anteriormente enunciado.

Dicha evaluación de impacto social fue resuelta mediante oficio No. 117.-DGAEISyCP.4124/18 en el que "no se aprecia la necesidad de realizar una consulta previa, libre e informada" en su Considerando SEXTO que alude al Dictamen Ténico, que en su Sección 2 relativa a los Elementos de Valoración para el Resolutivo aborda esta cuestión de forma conclusiva en su numeral 38, basada dicha conclusión en las conclusiones y recomendaciones 25 a 37 precedentes en las que se detalla la cuestión.

IV.3.1.4.2.2. Situación económica

IV.3.1.4.2.2.1. Situación económica a nivel estatal

De acuerdo con los datos obtenidos a través del reporte sobre la medición de la pobreza en el estado de Yucatán, el número de personas en situación de pobreza pasó de 41.9 % (901,864) a 40.8 % (900,476) entre 2016-2018. Por su parte, las personas en pobreza extrema pasaron de 6.1 % (132, 415) a 6.7 % (147,016) para el mismo periodo[27].

Los datos anteriores evidencian que durante el periodo 2016- 2018, si bien el porcentaje de la población en situación de pobreza en Yucatán disminuyó 1.1 puntos porcentuales, paralelamente la pobreza extrema aumentó 0.5 puntos porcentuales, debido a un

[26] Artículo 120 Ley de la Industria Eléctrica.
[27] De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la pobreza y la pobreza extrema se definen de la siguiente manera. **Pobreza:** una persona se encuentra en situación de pobreza cuando presenta al menos una carencia social (rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda y acceso a la alimentación) y no tiene un ingreso suficiente para satisfacer sus necesidades. **Pobreza extrema:** Una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando presenta tres o más carencias sociales y no tiene ingreso suficiente para adquirir una canasta alimentaria.

Consulta al Público

aumento en tres indicadores de carencias sociales y un aumento en el porcentaje de la población con un ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos.

En lo que respecta a las carencias sociales en el estado de Yucatán, CONEVAL reporta para el periodo 2016- 2018 lo siguiente:

- El rezago educativo pasó de 20.6 % a 19.7 %.
- La carencia por acceso a los servicios de salud pasó de 14.4 % a 14.1 %.
- La carencia por acceso a la seguridad social pasó de 54.2 % a 55.3 %.
- La carencia por calidad y espacios de la vivienda pasó de 15.8 % a 13.6 %.
- La carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda pasó de 35.5 % a 38.4 %.
- La carencia por acceso a la alimentación pasó de 19.3 % a 19.4 %.

De acuerdo al estudio de Medición de la Pobreza (2018) en Yucatán, el 40.8 % de la población en el estado (905,000 personas) se encuentra en situación de pobreza; el 33.3 % de la población (734,700 personas) es vulnerable por carencias sociales; el 20.4 % de la población (451,100 personas) es no pobre y no vulnerable; y, finalmente, el 5.5 % de la población (120,900 personas) es vulnerable por ingresos. Esta información se presenta más detalladamente en la infografía que se presenta a continuación.

Consulta al Público

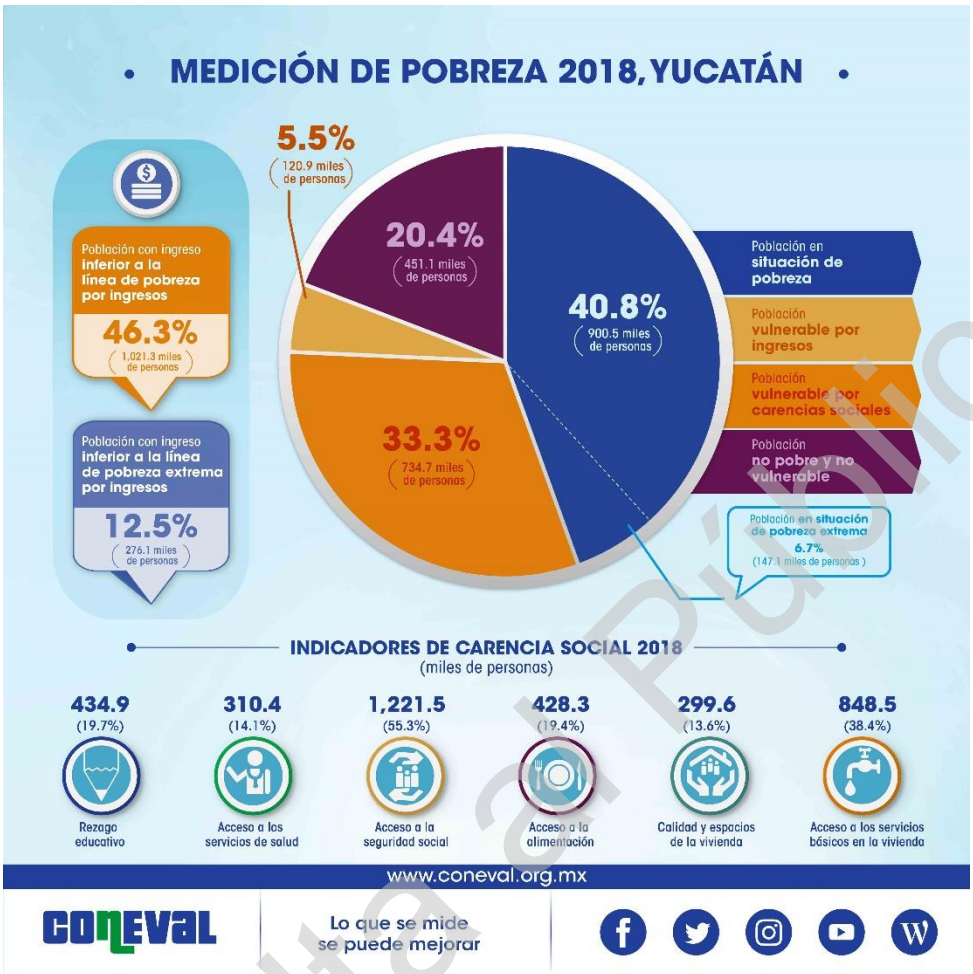


Figura 39. Medición de Pobreza 2018, Yucatán.
Fuente: Infografía obtenida de la página web del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

IV.3.1.4.2.2.2. Situación económica a nivel municipal

Los municipios ubicados en el SAR de la "Central Eólica Dzidzantún" no se encuentran entre los más pobres o en pobreza extrema en el estado de Yucatán[28], sino que están en una situación favorable en comparación con los municipios más pobres. Sin embargo, dentro de estos mismos municipios existen matices. El municipio con el porcentaje más bajo de población en pobreza es Dzilam González con el 47.3 %, mientras que, el municipio con el porcentaje más alto de pobreza es Dzidzantún, con un 79 % de su población. Por otra parte, en el caso de la pobreza extrema, el municipio que cuenta con el porcentaje más bajo es

[28] Los 5 municipios en con mayores porcentajes del pobreza en el estado de Yucatán cuentan con niveles de pobreza que van desde el 92% hasta al 94.1%. En el caso de la pobreza extrema, los porcentajes más altos van del 39% al 48%.

Consulta al Público

nuevamente Dzilam González con un 6.8 %, asimismo, Dzidzantún es el municipio con el porcentaje de pobreza extrema más alta con un 25.8 %.

Los datos concretos respecto a la pobreza y la pobreza extrema en 2015, detallados en cuanto al número de personas en esta situación, el porcentaje que representan a nivel municipal, así como el número de carencias promedio en cada municipio del área SAR se presentan en la tabla que se encuentra a continuación:

CLAVE UNIÓN	ENTIDAD FEDERATIVA	NOMBRE MUNICIPIO	POBREZA 2015			POBREZA EXTREMA 2015		
			PERSONAS	PORCENTAJE	CARENCIAS PROMEDIO	PERSONAS	PORCENTAJE	CARENCIAS PROMEDIO
31028	Yucatán	Dzilam de Bravo	3,950	47.6	2	562	6.8	3.4
31029	Yucatán	Dzilam González	1,316	47.3	2.1	172	6.2	3.6
31084	Yucatán	Temax	4,467	71.9	2.2	887	14.3	3.4
31027	Yucatán	Dzidzantún	5,809	79.6	2.7	1,887	25.8	3.5
31106	Yucatán	Yobaín	1,143	50.6	2.4	198	8.7	3.3

Tabla 57. Pobreza y Pobreza extrema (2015) en los municipios del SAR.
Fuente: Elaboración propia con información estimaciones del CONEVAL con base en información Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

IV.3.1.4.2.2.3. Situación económica de las localidades del área SAR

La situación económica de las localidades revela mucho sobre la situación y las dinámicas sociales de las mismas. Los indicadores que en esta sección se presentan son: la población económicamente activa, económicamente no activa, ocupada y desocupada.

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población económicamente activa			Población económicamente no activa			Población ocupada			Población desocupada		
					Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F
1	310270002	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	669	260	208	52	266	63	203	254	204	50	6	4	2
2	310270004	Dzidzantún	Santa Clara	45	26	16	10	12	3	9	24	14	10	2	2	0
3	310270008	Dzidzantún	El Porvenir	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	310270036	Dzidzantún	Santa Rita	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	310270057	Dzidzantún	San Luis	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	310270065	Dzidzantún	Ninguno	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	310270077	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	310270081	Dzidzantún	La Rosita	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	310270105	Dzidzantún	Valdez Tercero	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	310270110	Dzidzantún	CRIDI	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población económicamente activa			Población económicamente no activa			Población ocupada			Población desocupada		
					Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F
11	310270112	Dzidzantún	Tercera Generación	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	310280080	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	58	28	21	7	19	7	12	28	21	7	0	0	0
13	311060002	Yobaín	Chabihau	292	103	80	23	133	45	88	102	79	23	1	1	0
14	311060008	Yobaín	Noc Ac	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	311060036	Yobaín	Franklin	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	310270001	Dzidzantún	Dzidzantún	7393	3011	2079	932	2986	937	2049	2927	2010	917	84	69	15
17	310280001	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	2374	836	650	186	1014	297	717	836	650	186	0	0	0

Tabla 58. Población económicamente activa, no activa, ocupada y desocupada de las localidades en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.3. Indicadores del índice de rezago social

El *Índice de Rezago Social* es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales[29]. Estos indicadores son los que se analizarán –principalmente- para conocer la situación general de las localidades que son de interés para estos efectos. Este Índice es generado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Sin embargo, este se calcula a nivel estatal o municipal.

Por ende, los datos que a continuación se presentan en esta sección buscan recrear un acercamiento respecto a los insumos que requiere la elaboración del Índice de rezago social, pero con información desagregada a partir de cada una de las localidades que son de interés en el presente estudio. Es importante señalar que los indicadores que a continuación se presentan no son limitativos a los cuatro indicadores que compone el índice de rezago social, sino que se presentan más indicadores que podrían ser sumamente ilustrativos para comprender la situación socioeconómica de las localidades.

IV.3.1.4.2.3.1. Índice de Rezago Social estatal

El Índice de Rezago Social suele evaluarse a partir de varios lustros para realizar un análisis comparativo respecto a las acciones que se han realizado a nivel estatal o municipal con la intención de erradicar el rezago social. En este sentido, con los datos obtenidos a partir del CONEVAL, podemos observar la situación en cuanto a este índice desde el 2000 hasta el 2015; ya sea a partir de algún indicador en concreto o mediante el grado de rezago social en general en el estado.

En cuanto al grado de rezago social, el estado de Yucatán pasó de un grado *Medio* a un grado *Alto* del 2000 al 2005, para permanecer así hasta el 2015. Sin embargo, en cuanto al lugar que ocupa en el contexto nacional, éste mejoró del año 2000 al 2005 para pasar del lugar 12° a nivel nacional al lugar 8°. Posteriormente, cada 5 años cayó un sitio en el lugar que ocupa a nivel nacional para encontrarse en el 10° lugar en el año 2015.

[29] Índice de Rezago Social 2015, Presentación de Resultados, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Mayo 2016. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Indice_Rezago_Social_2015/Nota_Rezago_Social_2015_vf.pdf consulta: 14/08/2020.

Consulta al Público

Los indicadores específicos relacionados con la salud, educación, servicios públicos y características de las viviendas habitadas de los años 2000, 2005, 2010 y 2015 se detallan en la tabla que se presenta a continuación:

Yucatán
Indicadores y grado de rezago social, 2000, 2005 y 2010

Indicador	2000	2005	2010	2015
Población de 15 años o más analfabeta	12.29	10.87	9.23	7.41
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	6.9	4.2	3.6	2.43
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	58.47	51.11	45.06	38.90
Población sin derechohabiencia a servicios de salud	53.88	44.82	24.08	13.40
Viviendas con piso de tierra	5.92	4.33	2.78	1.64
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario	24.1	20.47	13.36	10.37
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública	10.43	6.23	5.52	1.83
Viviendas que no disponen de drenaje	41.56	26.98	19.47	12.34
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	4.65	5.86	2.02	1.31
Viviendas que no disponen de lavadora	47.97	36.36	31.51	27.58
Viviendas que no disponen de refrigerador	41.87	29.89	23.16	18.72
Grado de rezago social	Medio	Alto	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional	12	8	9	10

Nota 1: para los indicadores de rezago social se consideran únicamente las viviendas particulares habitadas.

Nota 2: el calculo de los indicadores de rezago social se realiza con la base de datos "Principales resultados por localidad (ITER)".

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

Figura 40. Indicadores y grado de rezago social, 2000, 2005, 2010 y 2015.
Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

IV.3.1.4.2.3.2. Índice de Rezago Social municipal

En cuanto a los municipios que se encuentran, total o parcialmente, en el área SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", podemos observar que la situación en cuanto al rezago social en los municipios se ha deteriorado del año 2000 al 2015. Los municipios de Dzidzantún (31027) y Dzilam de Bravo (31028) pasaron de un grado de rezago social Muy Bajo del año a 2000 a Bajo en el año 2015. El municipio de Dzilam González (31029) pasó de un grado de rezago social Medio en el año 2000 a un grado Bajo en el año 2015. Esta información, incluyendo el lugar que ocupa cada municipio en el contexto nacional, detallada del año 2000 al año 2015, se presenta en la tabla a continuación:

Consulta al Público

No.	Estado	Clave	Municipio	Índice de rezago social				Grado de rezago social				Lugar que ocupa en el contexto nacional			
				2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
1	Yucatán	31027	Dzidzantún	-1	-0.74425	-0.82690	-0.80528	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	1885	1790	1877	1875
2	Yucatán	31028	Dzilam de Bravo	-1	-0.82329	-0.97164	-0.64274	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	1834	1880	2028	1686
3	Yucatán	31029	Dzilam González	0	-0.21702	-0.56726	-0.36858	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	1219	1315	1633	1393
4	Yucatán	31084	Temax	0	0.14945	-0.04570	0.02778	Medio	Medio	Bajo	Medio	1004	1018	1155	1014
5	Yucatán	31106	Yobaín	0	-0.67531	-0.59638	-0.52596	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	1491	1735	1656	1561

Tabla 59. Índice y grado de rezago social de los municipios ubicados en el SAR.

Fuente: Elaboración propia con información estimaciones del CONEVAL con base en el XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

Consulta al Público

En la siguiente sección se presentan de manera desagregada algunos indicadores que componen el índice de rezago social de aquellas localidades que se ubican dentro del área del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" y que se han condirado de interés para la presente Manifestación de Impacto Ambiental. De igual forma, se presentan otros índices por su importancia socio-económica en el contexto del presente estudio de impacto regional medio ambiental.

IV.3.1.4.2.4. Indicadores del Índice de Rezago Social en las localidades

IV.3.1.4.2.4.1. Educación

La educación, y por ende el analfabetismo, son dos indicadores que deben de considerarse por su relevancia al momento de hacer el análisis y el estudio socio-económico de las localidades que se encuentran en el SAR. El acceso a la educación por parte de la población menor de edad debe de ser observado de forma negativa, es decir, analizando cuántos niños y niñas carecen de este servicio y como consecuencia no pueden acceder al derecho a la educación. En este tema, se debe considerar que en Dzidzantún (310270001), Dzilam de Bravo (310280001) y San Francisco Manzanilla (310270002) cuentan con una población de los 3 a 14 años que no asisten a la escuela que es igual a los 194, 66 y 20 niños y niñas respectivamente.

Por otra parte, es importante señalar el analfabetismo existente en las localidades entre la población de 15 y años y más debido a que, por lo general, estamos hablando de población que no contó con acceso a servicios educativos durante su infancia. Asimismo, se trata de un sector de la población que probablemente cuente con más carencias, se ubique en situación de pobreza o esté en situación de vulnerabilidad. En este punto, nuevamente destacan las localidades de Dzidzantún (310270001), Dzilam de Bravo (310280001) y San Francisco Manzanilla (310270002) con 448, 78 y 58 personas analfabetas respectivamente. Toda la información previamente descrita se detalla en la tabla que se muestra a continuación:

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población de 3 a 14 años que no asiste a la escuela				Población de 15 años y más analfabeta		
					Total	3-5 años	6-11 años	12-14 años	Total	M	F
1	310270002	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	669	20	10	6	4	58	32	26
2	310270004	Dzidzantún	Santa Clara	45	0	0	0	0	2	0	2
3	310270008	Dzidzantún	El Porvenir	4	0	*	*	*	*	*	*
4	310270036	Dzidzantún	Santa Rita	3	0	*	*	*	*	*	*
5	310270057	Dzidzantún	San Luis	1	0	*	*	*	*	*	*
6	310270065	Dzidzantún	Ninguno	3	0	*	*	*	*	*	*
7	310270077	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	2	0	*	*	*	*	*	*
8	310270081	Dzidzantún	La Rosita	1	0	*	*	*	*	*	*
9	310270105	Dzidzantún	Valdez Tercero	4	0	*	*	*	*	*	*
10	310270110	Dzidzantún	CRIDI	6	0	*	*	*	*	*	*
11	310270112	Dzidzantún	Tercera Generación	2	0	*	*	*	*	*	*
12	310280080	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	58	2	1	1	0	6	3	3

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población de 3 a 14 años que no asiste a la escuela				Población de 15 años y más analfabeta		
					Total	3-5 años	6-11 años	12-14 años	Total	M	F
13	311060002	Yobaín	Chabihau	292	10	5	3	2	29	18	11
14	311060008	Yobaín	Noc Ac	1	0	*	*	*	*	*	*
15	311060036	Yobaín	Franklin	4	0	*	*	*	*	*	*
16	310270001	Dzidzantún	Dzidzantún	7393	194	97	45	52	446	205	241
17	310280001	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	2374	66	33	18	15	78	42	36

Tabla 60. Población económicamente activa, no activa, ocupada y desocupada de las localidades en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.4.2. Salud.

La salud y la derechohabiencia a los servicios médicos es uno de los indicadores que se deben considerar al momento de hacer un análisis en cuanto al rezago social de algún sitio en específico. En este rubro, debido a que existen diversos servicios médicos de los que una persona puede ser derechohabiente (IMSS, ISSTE, ISSTE estatal, Seguro Popular o Seguro médica para una Nueva Generación), resulta más importante para el presente análisis identificar a las personas sin derechohabiencia, en virtud de que se trata de las personas en una situación más probable de vulnerabilidad o de un mayor número de carencias.

En este punto, sobresale el hecho de que en las localidades que se ubican dentro del área SAR hay más de 1,000 personas que no cuentan con derechohabiencia a los servicios de salud. En la localidad en la que se encuentra el mayor número de personas que no tienen derechohabiencia en términos absolutos está Dzidzantún (310270001), con un total de 906 personas. En segundo lugar con el mayor número de personas sin derechohabiencia está Dzilam de Bravo (310280001), con 264 personas. Por último, en tercer lugar tenemos a San Francisco Manzanilla (310270002) con 69 personas que no cuentan con servicios de salud. En la tabla que se muestra a continuación es posible observar los números totales de personas sin derechohabiencia por localidad, así como los distintos tipos de servicios de salud a los que se encuentran afiliadas las personas en estas localidades:

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población total	Población sin derechohabiencia	Población derechohabiente	Población derechohabiente del IMSS	Población derechohabiente del ISSSTE	Población derechohabiente del ISSSTE estatal	Población derechohabiente del seguro popular o Seguro Médico para una Nueva Generación
1	310270002	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	669	669	69	600	175	25	1	420
2	310270004	Dzidzantún	Santa Clara	45	45	13	29	9	4	0	14
3	310270008	Dzidzantún	El Porvenir	4	4	*	*	*	*	*	*
4	310270036	Dzidzantún	Santa Rita	3	3	*	*	*	*	*	*
5	310270057	Dzidzantún	San Luis	1	1	*	*	*	*	*	*
6	310270065	Dzidzantún	Ninguno	3	3	*	*	*	*	*	*
7	310270077	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	2	2	*	*	*	*	*	*
8	310270081	Dzidzantún	La Rosita	1	1	*	*	*	*	*	*
9	310270105	Dzidzantún	Valdez Tercero	4	4	*	*	*	*	*	*

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Población total	Población total	Población sin derechohabiencia	Población derechohabiente	Población derechohabiente del IMSS	Población derechohabiente del ISSSTE	Población derechohabiente del ISSSTE estatal	Población derechohabiente del seguro popular o Seguro Médico para una Nueva Generación
10	310270110	Dzidzantún	CRIDI	6	6	*	*	*	*	*	*
11	310270112	Dzidzantún	Tercera Generación	2	2	*	*	*	*	*	*
12	310280080	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	58	58	18	40	3	1	0	36
13	311060002	Yobaín	Chabihau	292	292	38	254	12	4	0	237
14	311060008	Yobaín	Noc Ac	1	1	*	*	*	*	*	*
15	311060036	Yobaín	Franklin	4	4	*	*	*	*	*	*
16	310270001	Dzidzantún	Dzidzantún	7393	7393	906	6470	1865	1619	1	2771
17	310280001	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	2374	2374	264	2108	599	70	5	1299

Tabla 61. Derechohabientes en la población de las localidades en el SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.4.2.4.3. Servicios básicos y espacios en las viviendas habitadas.

Una de las características centrales en el estudio de las localidades ubicadas en el SAR se trata de los hogares en los que habitan las poblaciones de éstas y los servicios básicos con los que cuentan. Es importante presentar los elementos con los que cuentan cada una de las viviendas para comprender los servicios públicos con los que cuentan las localidades y las condiciones en las que viven las personas de las localidades. En este rubro, las características de las localidades con las que se cuenta información varían considerablemente. Existen localidades que cuentan con la mayoría de los servicios. Por ejemplo, en Santa Clara (310270004) la mayoría de los hogares censados cuentan con los servicios públicos como luz, agua y drenaje.

Esta situación es radicalmente distinta en casos como las localidades de Dzidzantún (310270001) y Dzilam de Bravo (310280001), en las que existen múltiples viviendas que no cuentan con todos los servicios. En estas localidades hay 684 y 142 hogares –respectivamente- que no cuentan con el servicio de agua entubada. En el caso de Dzidzantún, en términos porcentuales, estamos hablando de que el 32.83 % de los hogares no cuentan con agua entubada en sus hogares; mientras que, en el caso de Dzilam de Bravo esta cifra de hogares sin agua representa el 21.35 % del total de las viviendas habitadas. Estos datos son sumamente llamativos sobre todo considerando que la península de Yucatán es una zona en la que abunda este recurso.

En la tabla que se presenta a continuación se detalla toda la información proveniente del Censo de Población y Vivienda del INEGI de 2010 de las viviendas habitadas en las localidades estudiadas en cuanto al tipo de piso que tienen, si cuentan o no con luz eléctrica, si cuentan o no con agua entubada, si tienen o no drenaje y, por último, si cuentan con excusado o sanitario:

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Total de viviendas habitadas	Con piso diferente de tierra	Con piso de tierra	Con luz eléctrica	Sin luz eléctrica	Con agua entubada	Sin agua entubada	Con drenaje	Sin drenaje	Con excusado o sanitario
1	310270002	Dzidzantún	San Francisco Manzanilla	177	174	3	173	4	156	21	138	38	152

Consulta al Público

No.	Clave localidad	Municipio	Localidad	Total de viviendas habitadas	Con piso diferente de tierra	Con piso de tierra	Con luz eléctrica	Sin luz eléctrica	Con agua entubada	Sin agua entubada	Con drenaje	Sin drenaje	Con excusado o sanitario
2	310270004	Dzidzantún	Santa Clara	18	15	2	17	0	15	2	16	0	16
3	310270008	Dzidzantún	El Porvenir	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	310270036	Dzidzantún	Santa Rita	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	310270057	Dzidzantún	San Luis	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	310270065	Dzidzantún	Ninguno	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	310270077	Dzidzantún	Lázaro Cárdenas	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	310270081	Dzidzantún	La Rosita	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	310270105	Dzidzantún	Valdez Tercero	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	310270110	Dzidzantún	CRIDI	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	310270112	Dzidzantún	Tercera Generación	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	310280080	Dzilam de Bravo	Pueblo Nuevo	18	16	2	11	7	6	12	9	9	14
13	311060002	Yobaín	Chabihau	79	77	2	75	4	78	1	76	3	76
14	311060008	Yobaín	Noc Ac	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	311060036	Yobaín	Franklin	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	310270001	Dzidzantún	Dzidzantún	2083	15	15	2037	38	1390	684	1652	423	1835
17	310280001	Dzilam de Bravo	Dzilam de Bravo	662	0	0	644	9	513	142	626	30	637

Tabla 62. Características de las viviendas en las localidades del SAR.
Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda INEGI de 2010.

Consulta al Público

IV.3.1.5. Paisaje

El paisaje es fundamentalmente información que recibe el hombre de su entorno ecológico (González, 1981). Desde el enfoque de la organización y ordenación territorial (planificación física), así como desde la evaluación de impacto, es un elemento que debe ser siempre tenido en cuenta, desde dos puntos de vista relacionados con las posibilidades de transformación o alteración que se pueden producir: como síntesis de las potencialidades, limitaciones y problemas que presenta y como recurso natural elemental y necesario para el disfrute estético (Aguiló *et al.,* 1992).

El objeto del presente apartado es la descripción y evaluación del paisaje del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del área del proyecto de la "Central Eólica Dzidzantún", mediante la clasificación del territorio en unidades homogéneas en cuanto a parámetros visuales y físicos, valorándolas para facilitar la evaluación de impactos que el proyecto producirá en el entorno y que se puedan proponer medidas de mitigación para los impactos producidos, ya sean estas medidas de corrección, mitigación o compensación.

IV.3.1.5.1. Ámbito de estudio e inventario del medio

El ámbito de estudio se ajusta al SAR establecido en el capítulo IV. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional.

El ámbito de estudio se ajusta al SAR establecido para el proyecto en el capítulo IV. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional de la Manifestación de Impacto Ambiental de la "Central Eólica Dzidzantún".

Para la descripción, delimitación, caracterización y valoración del paisaje, se utilizan productos de bancos de datos existentes a nivel federal o estatal sobre los atributos que configuran los diferentes aspectos territoriales, adaptándolos al ámbito de estudio. Además, se han re-elaborado o generado nuevos productos y, mediante el trabajo de campo, se recopiló y actualizó la información necesaria para el análisis y tipificación del paisaje.

De esta forma se ha preparado o manejado la siguiente información:

- Conjunto de datos vectoriales de información topográfica. Escala 1:50 000. Serie III, (cartas F16C33, F16C34, F16C43, F16C44), procedente de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).
- Capa vectorial de uso de suelo y vegetación, serie VI. Escala 1:250 000. Obtenida de INEGI.

Consulta al Público

- Modelo Digital de Terreno (MDT) (ráster de resolución; 1 píxel: 15 m), procedente del CEM 3.0 (Continuo de Elevaciones Mexicano) mediante INEGI.
- Modelo Digital de Superficie (MDS) (ráster de resolución; 1 píxel: 15 m), elaboración propia a partir de la superposición del MDT y la capa vectorial de uso del suelo y vegetación rasterizada con introducción de la altura media.
- Capa vectorial de cuencas hidrográficas (cuencas de drenaje), elaboración propia a partir del MDT (ráster de resolución; 1 píxel: 15 metros).
- Ráster de pendientes (en grados), elaboración propia (con tamaño de celda o resolución espacial de 50x50 m) a partir del MDT.
- Ráster de orientaciones (en grados), elaboración propia (con tamaño de celda o resolución espacial de 50x50 m) a partir del MDT.
- Capas vectoriales de recursos paisajísticos (puntos, líneas o polígonos), elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de información topográfica (INEGI).
- Imágenes satelitales de Google y Bing, como apoyo fotointerpretativo.

Todos los elementos no digitales considerados se trasladaron a cartografía vectorial o ráster para ser tratados en un Sistema de Información Geográfica (en adelante SIG). Antes de la integración de la información en el SIG se depuraron los errores de digitalización advertidos.

IV.3.1.5.2. Caracterización del paisaje

IV.3.1.5.2.1. Unidades de paisaje

IV.3.1.5.2.1.1. Definición de las Unidades Visuales y de Paisaje

Siguiendo la propuesta desarrollada por Aramburu (2005) basada en la Metodología de Unidades Irregulares Extensas, con algunas modificaciones, para realizar la delimitación del territorio estudiado se utilizan como criterios la unicidad visual y la homogeneidad de contenido.

Para ello, en primer lugar, se intentan identificar los recintos o espacios que tienen una cierta relación o conexión interna por estar autocontenidos visualmente, es decir, se buscan cerramientos visuales de tal forma que el espectador abarque con su campo de visión y desde diferentes puntos de observación la mayor parte de la porción del recinto y no del recinto circundante (Unidad Visual).

Posteriormente, se segregan las unidades anteriormente definidas, según la homogeneidad de sus componentes paisajísticos (físicos, bióticos y antrópicos), teniendo en cuenta tanto su contenido como su estructura. Se obtienen, por tanto, diferentes cerramientos

Consulta al Público

ecológicos dentro de una misma escena, con los distintos tipos de paisaje del territorio estudiado (Unidades de Paisaje).

IV.3.1.5.2.1.2. Unidades Visuales

A partir de una malla de puntos distribuidos de forma regular (separación de 200 m) sobre el MDT, se obtuvo una retícula de intervisibilidad del SAR con resolución espacial 50 x 50 m. Para evitar la discriminación de los puntos de borde en el análisis, se amplió el perímetro del SAR mediante un cinturón de 200 m.

El relieve y la red fluvial, representados por el modelo digital del terreno, y la capa de cuencas hidrográficas (cuencas de drenaje), junto al análisis de intervisibilidad, determinarán la existencia/inexistencia de las unidades visuales del SAR.

IV.3.1.5.2.1.3. Unidades de Paisaje

La definición de las unidades de paisaje se suele fundamentar con su base morfoestructural, por entenderse que la litología (composición y propiedades de las rocas) determina su comportamiento frente a los procesos formadores del relieve y éste, constituye la estructura básica del paisaje, sobre la que se asientan y evolucionan los demás componentes (Aguiló *et al.*, 1992). Como elementos coadyuvantes en la definición de las unidades de paisaje se utiliza; el agua (cuencas hidrográficas), la vegetación natural (comunidades vegetales con características fisionómicas comunes) y la incidencia humana (asentamientos y actividades, destacando por su capacidad modificadora las prácticas agrícolas, ganaderas y forestales, así como de extracción de recursos naturales). A partir de la información referida se definen las unidades de paisaje.

IV.3.1.5.3. Valoración del paisaje

IV.3.1.5.3.1. Metodología general

La metodología empleada para la valoración del paisaje en la presente evaluación es un cuerpo práctico fundamentado en el proceso de estudio desarrollado por Aramburu (2005), integrándose y enriqueciéndose con distintos aspectos de las propuestas metodológicas básicas de Aguiló (1981), Aguiló *et al.* (1992), Alonso *et al.* (1995) y variaciones aplicadas por Fernández & Cámara (2006 y 2007), Fernández *et al*. (2009) y Fernández (2015).

Esta metodología aborda la valoración del paisaje desde un punto de vista sistémico, a través de dos de sus cualidades básicas: CALIDAD y FRAGILIDAD o lo que es lo mismo, la consideración del valor estético y de la capacidad de respuesta al cambio de las

Consulta al Público

propiedades paisajísticas (Aguiló, 1981; Ramos *et al.*, 1986; Escribano *et al.*, 1987; Alonso *et al.*, 1995 y Aramburu, 2005).

La valoración de la CALIDAD (Calidad Visual) según esta metodología se realiza por dos vías. En la primera de ellas se estudia el valor "interno" o intrínseco (Calidad visual intrínseca) de cada una de las celdas en que se ha dividido el territorio, valor que depende de las características estructurales y de organización espacial de los factores biofísicos (ligados a la vegetación, fisiografía y usos del suelo), así como antrópicos (explicativos del carácter y forma del paisaje en función del proceso histórico).

Asimismo, este valor puede estar modificado (positiva o negativamente), por ciertos elementos (fisiográficos, histórico-culturales, naturales, etc.) destacados por sus características diferenciadoras o singulares. Según esta metodología, éstos son considerados como modificadores del paisaje con influencia recíproca con el entorno (su amplitud depende de la incidencia visual del recurso), de tal forma que el recurso interviene en la estimación del paisaje y viceversa. El valor propio del recurso depende de sus características intrínsecas.

La segunda analiza las vistas de las diferentes celdas en que se ha dividido el territorio hacia la unidad del paisaje a la que pertenecen (amplitud de vistas) y hacia otras unidades del paisaje (fondos escénicos) ya que modifican el valor de su calidad. Es lo que se conoce como Calidad visual extrínseca.

Por tanto, la valoración final de la Calidad visual del paisaje estará compuesta por la Calidad visual intrínseca y la Calidad visual extrínseca.

En lo que respecta a la FRAGILIDAD (Fragilidad Visual del paisaje), según la metodología analítica aplicada, puede ser tratada como una propiedad del territorio al considerarla como vulnerabilidad; "la vulnerabilidad visual es el potencial de un paisaje, para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas" (Litton et al., 1974).

Para su estudio se tienen en cuenta las características de complejidad y diversidad de sus componentes biofísicos, así como la naturalidad o artificialidad del territorio y los valores socioculturales que atesora, además de sus propiedades visuales.

Respecto a estas últimas, para su determinación se consideran dos conceptos: la visibilidad intrínseca y la visibilidad adquirida. La primera es relevante de la mayor o menor facilidad de penetración visual en el territorio de las diferentes celdas en que se ha dividido el ámbito

Consulta al Público

de estudio. Mientras que la segunda está relacionada con la accesibilidad o posibilidad real de los potenciales observadores a realizar la observación.

IV.3.1.5.3.2. Calidad Visual del Paisaje

IV.3.1.5.3.2.1. Calidad Visual Intrínseca

IV.3.1.5.3.2.1.1. Factores Biofísicos

En la tabla que acompaña se detallan los factores biofísicos considerados, el parámetro de medición empleado y la puntuación otorgada. Los parámetros y sus puntuaciones, a veces modificados (ajustes propios para adecuar el método al territorio de estudio), se basan en distintos autores (Yeomans, 1986; Aguiló *et al.,* 1992; Alonso *et al.,* 1995), en los desarrollos de Fernández & Cámara (2006 y 2007), Fernández *et al.* (2009) y Fernández (2015). La percepción del paisaje, y en particular las preferencias paisajísticas de los visitantes de los espacios naturales (protegidos o no), son cuestiones que presentan un fundamento científico que nace de las reconocidas reacciones afectivas ante los elementos del medio natural, entre las cuales está la biofilia general o lazo entre los humanos y otras especies (Wilson, 1984) y otras actitudes positivas hacia la vegetación y el agua en el paisaje (fitofilia e hidrofilia; Ruiz & Benayas, 1993).

Relieve del terreno

Se mide el grado de cambio que presenta el relieve a través de dos parámetros: pendiente (se utilizará en grados) y orientación (igualmente en grados).

Suelo y cubierta vegetal

Se atiende aquí a los valores de calidad paisajística otorgados por las distintas combinaciones suelo-vegetación (unidades ambientales). Los parámetros independientes que se utilizarán en la valoración serán la densidad de la vegetación, la complejidad estructural, el contraste cromático suelo-vegetación, el contraste cromático interno y altura de la vegetación (Alonso *et al.,* 1995).

Presencia de agua superficial

La existencia de agua o láminas de agua, incluso de forma indirecta (por ejemplo; criptohumedales), contribuye de forma positiva a la calidad visual (Alonso *et al.,* 1995; Aramburu, 2005).

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
SUELO Y CUBIERTA VEGETAL		
Densidad de la vegetación (D)	**COBERTURA DEL SUELO**	
	Muy alta	5
	Alta	4
	Media	3
	Baja	2
	Muy baja	1
Complejidad estructural de la vegetación (CE)	**GRADO DE COMPLEJIDAD**	
	Estrato arbóreo, arbustivo, subarbustivo y herbáceo	5
	Estrato arbóreo, bien acompañado de estrato arbustivo, bien de estrato subarbustivo (pero no de ambos)	4
	a) Estrato arbóreo, con estrato arbustivo o subarbustivo poco definido b) Estrato arbustivo o subarbustivo definido, ocasionalmente acompañado de un estrato arbóreo esporádico	3
	Vegetación monoespecífica dominante en un solo estrato (ya sea el arbóreo, el arbustivo o el subarbustivo), que puede estar acompañada de un tapiz herbáceo	2
	Vegetación sin estratos superiores al subarbustivo, como mucho salpicada por especies en disposición abierta o geométricamente organizadas	1
MAGNITUD DEL CONTRASTE		

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
Contraste cromático suelo-vegetación (CSV)	Contraste elevado	5
	Contraste moderado	4
	Contraste bajo	3
	Inexistencia de contraste (por cobertura total)	2
	Inexistencia de contraste (por suelo desnudo)	1
GRADO DE CONTRASTE		
Contraste cromático interno (CI)	Colores heterogéneos (espacialmente o temporalmente)	5
	Codominancia de colores	4
	Clara dominancia de un color (pero otros colores minoritarios son reconocibles)	3
	Manchas monocromáticas variables en el tiempo	2
	Manchas monocromáticas constantes en el tiempo	1
ALTURA EN m		
Altura media de la vegetación (AV)	> 10,0	5
	5,0 – 10,0	4
	2,0 – 5,0	3
	0,5 – 2,0	2
	0,0 – 0,5	1

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
INTERVALO DE PENDIENTE (°)		
PENDIENTE	>15	5
	11-15	4
	7–11	3
	3-7	2
	0-3	1
PUNTO CARDINAL		
ORIENTACIÓN	S (135°-225°)	5
	W (225°-315°)	4
	E (45°-135°)	3
	N (315°-45°)	2
	Sin orientación (zonas perfectamente llanas)	1
PRESENCIA O EXISTENCIA		
AGUA	Ríos principales (grandes ríos)	5
	Ríos no principales. Embalses/presas (con relativa estabilidad en el nivel del agua), lagos y lagunas permanentes	4
	Arroyos o barrancos que presentan una presencia de agua casi permanente. Embalses/presas (con grandes cambios en el nivel del agua). Lagunas estacionales	3

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
	Presencia de agua inferida por la presencia de: vegetación de criptohumedales, vegetación acuática emergente, manglares	2
	Barrancos, arroyos y ramblas (en todos los casos sin agua permanente)	1

Tabla 63. Factores biofísicos, parámetros de medición y puntuación para Calidad Visual del Paisaje. Fuente: Yeomans (1986); Aguiló *et al.* (1992); Alonso *et al.* (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández *et al.* (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

IV.3.1.5.3.2.1.2. Factores Antrópicos

La calidad visual del territorio puede estar muy influenciada por la presencia y modificaciones introducidas por el hombre. De esta forma, es necesario valorar la intervención e influencia del hombre en la calidad del paisaje.

Para valorar la calidad debida a los factores Antrópicos se utilizarán los parámetros; Naturalidad (Aramburu 2005) y Singularidad (siguiendo a Fernández & Cámara 2006 y 2007; Fernández *et al.* 2009).

Naturalidad

Los valores de naturalidad son específicos para cada área de estudio sometida a valoración, ya que suponen una ordenación jerárquica del parámetro (naturalidad) en función de la vegetación y usos del suelo presentes en el territorio objeto de la misma.

FACTOR	VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	PUNTUACIÓN
NATURALIDAD	Arboledas y arbustedas naturales y, en general, comunidades de vegetación climácica, así como cuerpos de agua naturales	5
	Comunidades de vegetación natural como etapa evolutiva	4

Consulta al Público

FACTOR	VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	PUNTUACIÓN
	Cuerpos de agua artificiales (embalses, presas)	3
	Repoblaciones y pastos (inducidos o cultivados)	2
	Cultivos agrícolas	1

Tabla 64. Naturalidad para Calidad Visual del Paisaje.
Fuente: Yeomans (1986); Aguiló *et al*. (1992); Alonso *et al*. (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández *et al*. (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

Singularidad

En todo paisaje existen elementos aislados que destacan de su entorno por sus características diferenciadoras, intrínsecas o singulares y que influyen sobre la calidad del paisaje de forma positiva o negativa, adquiriendo en ocasiones un peso importante en la valoración de la calidad visual.

Los elementos aislados que reúnen estas características son los denominados Recursos Paisajísticos, cuya impronta depende de sus características intrínsecas (Singularidad).

Respecto a la estimación de singularidad de los diferentes recursos, ésta se realiza por puntuación y ponderación de un grupo de expertos. En la tabla adjunta se detallan las categorías desarrolladas para otorgar la puntuación relativa a esta calidad visual, que se aplica a la zona o punto y al entorno inmediato desde el que es visible. En el caso de elementos elevados de pequeña altura con respecto a "cota 0" se utiliza un radio de 100 m en torno a los mismos y para aquellos elementos de gran altura (detallados en la tabla adjunta), se calcula su cuenca visual y se puntúan según rangos de distancia apropiados.

	DESCRIPCIÓN DE LA SINGULARIDAD (SOBRE ELEMENTOS AISLADOS)	PUNTUACIÓN
ELEMENTOS POSITIVOS	Elementos de gran singularidad (histórica, natural) y con una importante impronta paisajística, que provocan un mejoramiento total de la calidad de la imagen, de forma que prácticamente el paisaje circundante queda determinado por la presencia de este elemento.	5

Consulta al Público

	DESCRIPCIÓN DE LA SINGULARIDAD (SOBRE ELEMENTOS AISLADOS)	PUNTUACIÓN
	Elementos singulares, con un valor histórico o natural, que provoca una fuerte impronta paisajística en la zona, enriquece enormemente el paisaje circundante.	4
	Elementos con una valoración intermedia de singularidad (valor histórico o natural) y de impronta paisajística, que provocan un mejoramiento medio de la calidad visual del paisaje. También elementos singulares de mayor importancia (por singularidad o impronta) pero con aspecto degradado.	3
	Elementos puntuales de un carácter tradicional o natural, sin una gran singularidad, pero que provocan un enriquecimiento de la calidad de la imagen, debido a que aumentan la heterogeneidad del medio. También elementos naturales o históricos con un gran valor, pero con una escasa impronta paisajística.	2
	Elementos puntuales tradicionales en un estado deficiente de conservación o con escasa impronta paisajística. Zonas que, sin contrastar apenas con el paisaje, o sin presentar un valor de enriquecimiento del paisaje en sí mismo, presenta cierto valor por su singularidad festiva-tradicional, o bien que presentan un valor natural o histórico, no excesivamente grande.	1
ELEMENTOS NEGATIVOS	Elementos artificiales que presentan escaso contraste sobre el medio natural o tradicional, pequeñas infraestructuras aisladas, viviendas que resaltan poco en el paisaje, pequeñas actuaciones forestales, etc.	- 1
	Elementos artificiales o asociados a los usos agrarios o forestales, sin gran incidencia visual. Pequeñas líneas eléctricas, infraestructuras aisladas (depósitos, pivots de riego, silos…), construcciones o grupo de edificaciones aisladas que resaltan sobre el paisaje. Actuaciones forestales de tamaño considerable que resalten sobre el medio (repoblaciones anómalas, zonas recuperadas que contrasten de forma negativa, etc.)	- 2
	Elementos que condicionan el paisaje de la zona. Edificios aislados de tamaño considerable. Subestaciones eléctricas pequeñas.	- 3

Consulta al Público

	DESCRIPCIÓN DE LA SINGULARIDAD (SOBRE ELEMENTOS AISLADOS)	PUNTUACIÓN
	Cortafuegos. Elementos verticales como: líneas eléctricas de entre 30 kV y 45 kV; cuenca visual limitada a 2,5 Km de distancia), antenas telefónicas/torres microondas; cuenca visual limitada a 10 - 15 Km de distancia), parques eólicos (cuenca visual limitada a 10 - 15 Km de distancia).	
	Elementos que condicionan enormemente el paisaje como polígonos industriales pequeños, graveras de escasa magnitud, vertederos de tamaño medio o pequeño, subestaciones eléctricas medianas o elementos que por sus características (altura y colores) sean muy visibles, como por ejemplo, líneas eléctricas > de 45 kV (cuenca visual limitada a 2,5 - 5 km de distancia), antenas/torres microondas (cuenca visual limitada a 5 - 10 km de distancia), parques eólicos (cuenca visual limitada a 5 - 10 km de distancia).	- 4
	Zona condicionada por la presencia de los elementos artificiales y en la que además éstos provocan un claro empeoramiento de la calidad paisajística. Quedarían incluidos polígonos industriales, canteras o graveras y otras explotaciones mineras de tamaño considerable, grandes vertederos, subestaciones eléctricas de gran tamaño, líneas eléctricas > de 45 kV (cuenca visual limitada a 2,5 km de distancia), antenas telefónicas/torres microondas (cuenca visual limitada a 5 km de distancia), parques eólicos (cuenca visual limitada a 5 km de distancia).	- 5

Tabla 65. Singularidad para Calidad Visual del Paisaje.
Fuente: Yeomans (1986); Aguiló *et al*. (1992); Alonso *et al*. (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández *et al*. (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

Consulta al Público

IV.3.1.5.3.2.2. Calidad Visual Extrínseca

IV.3.1.5.3.2.2.1. Intervisibilidad de la Unidad Visual

Su cálculo se realiza según la metodología explicada en el apartado "Unidades Visuales", utilizando una malla de puntos distribuidos de forma regular con una separación de 200 m y con un ámbito restringido a la unidad visual (para evitar la discriminación de los puntos de borde en el análisis, se amplía su perímetro mediante un cinturón de 200 m).

El territorio se clasifica en cinco clases según los valores de intervisibilidad, entendiéndose que una mayor intervisibilidad en la unidad visual otorga también una mayor calidad visual, al incluir vistas escénicas.

IV.3.1.5.3.2.2.2. Intervisibilidad de la Unidad de Paisaje

Calculada según el concepto explicado en el apartado anterior pero restringida a la unidad de paisaje. En este caso, el territorio también se divide en cinco clases según los valores de intervisibilidad de cada punto, significando que, a mayor valor, mayor calidad visual, ya que engloba una mayor amplitud de vistas.

IV.3.1.5.3.2.3. Integración de los factores de calidad

Según la metodología aplicada, no todos los factores considerados tienen la misma importancia en la evaluación de la calidad, de este modo se otorga un coeficiente de ponderación en función de su jerarquía, estimada con un método multicriterio propio (panel de expertos).

IV.3.1.5.3.2.3.1. Calidad Visual Intrínseca

Los factores BIOFÍSICOS y ANTRÓPICOS establecen la Calidad visual Intrínseca (CVI), que se obtiene reclasificando de 1 a 5 por rangos de igual amplitud los resultados de la siguiente fórmula:

$$CVI = 3 \bullet CVU + 1 \bullet P + 3 \bullet A + 3 \bullet N + 2 \bullet S + 1 \bullet O$$

Donde CVU es la calidad intrínseca de la vegetación y usos del suelo, P es la pendiente, A la presencia de agua, N la naturalidad, S la singularidad y O la orientación (relieve).

El cálculo de la Calidad Intrínseca de la Vegetación y Usos del suelo (CVU) se realiza según la siguiente fórmula, que ordena y pondera los atributos asociados al factor biofísico, suelo y cubierta vegetal.

$$CVU = 2 \bullet D + 1.75 \bullet CE + 1.5 \bullet CSV + 1.25 \bullet CI + 1 \bullet AV$$

Donde D es la densidad de vegetación, CE es la complejidad estructural de la vegetación, CSV es el contraste cromático suelo – vegetación, CI es el contraste cromático interno y AV es la altura de la vegetación.

Los valores finales de CVU se reclasifican de 1 a 5 (menor a mayor calidad) por rangos de igual amplitud.

Consulta al Público

IV.3.1.5.3.2.3.2. Calidad Visual Extrínseca

Los factores VISUALES representan la calidad visual extrínseca (CVE) y se integran reclasificando de 1 a 5 por rangos de igual amplitud el siguiente sumatorio:

$$CVE = IUV + IUP$$

Donde IUV es la Intervisibilidad de la Unidad Visual e IUP es la Intervisibilidad de la Unidad de Paisaje.

IV.3.1.5.3.2.3.3. Calidad Visual del Paisaje. Valor Final.

El valor final de la calidad visual (CV) será el resultante de la adición de la calidad visual intrínseca (CVI) y de la calidad visual extrínseca (CVE), reordenando de 1 a 5 por rangos de igual amplitud tras aplicar la fórmula:

$$CV = CVI + CVE$$

Las categorías que se obtienen y generan el mapa de Calidad Paisajística son:

Clase1: Calidad Baja
Clase 2: Calidad Media-baja
Clase 3: Calidad Media
Clase 4: Calidad Media-alta
Clase 5: Calidad Alta

IV.3.1.5.3.3. Fragilidad del paisaje

Entre los factores influyentes en la fragilidad visual se consideran los pertenecientes a tres clases (Aguiló, 1981; Aguiló *et al.,* 1992; Alonso *et al.,* 1995, Aramburu, 2005):

- Factores BIOFÍSICOS, fundamentalmente ligados a la pendiente, orientación y cubierta del suelo.
- Factores HISTÓRICOS y SOCIO-CULTURALES, explicativos del carácter y forma del paisaje en función del proceso histórico que lo ha producido y de los usos que en él se desarrollan.
- Factores VISUALES, relevantes de la mayor o menor facilidad de penetración visual en el territorio, esto es, la cantidad de territorio que se observa o se puede observar.

A continuación, se indica el alcance de la definición de cada uno de los factores señalados, su significación respecto a la fragilidad visual y los métodos y parámetros utilizados para su medición.

Consulta al Público

IV.3.1.5.3.3.1. Factores Biofísicos

En la tabla adjunta se detallan los factores biofísicos considerados, el parámetro de medición empleado y la puntuación otorgada. Los parámetros y sus puntuaciones, a veces modificados, se basan en distintos autores (Yeomans, 1986; Aguiló *et al.,* 1992; Alonso *et al.,* 1995, Fernández & Cámara, 2006 y 2007; Fernández *et al.,* 2009 y Fernández, 2015) o en modificaciones propias.

Suelo y cubierta vegetal

Se atiende aquí a las posibilidades de enmascaramiento o realce de las combinaciones suelo-vegetación. Los parámetros independientes utilizados en la valoración han sido la densidad de la vegetación, el contraste cromático suelo-vegetación, la altura, complejidad estructural y el contraste cromático interno (con sus cambios estacionales; Alonso *et al.,* 1995).

Relieve del terreno

Se mide el grado de cambio que presenta el relieve a través de dos parámetros: pendiente (se utilizó en grados) y orientación (igualmente en grados).

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
SUELO Y CUBIERTA VEGETAL		
Densidad de la vegetación (D)	**COBERTURA DEL SUELO**	
	Muy alta	1
	Alta	2
	Media	3
	Baja	4
	Muy baja	5
	GRADO DE COMPLEJIDAD	
	Estrato arbóreo, arbustivo, subarbustivo y herbáceo	1

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
Complejidad estructural de la vegetación (CE)	Estrato arbóreo, bien acompañado de estrato arbustivo, bien de estrato subarbustivo (pero no de ambos)	2
	a) Estrato arbóreo, con estrato arbustivo o subarbustivo poco definido b) Estrato arbustivo o subarbustivo definido, ocasionalmente acompañado de un estrato arbóreo esporádico	3
	Vegetación monoespecífica dominante en un solo estrato (ya sea el arbóreo, el arbustivo o el subarbustivo), que puede estar acompañada de un tapiz herbáceo	4
	Vegetación sin estratos superiores al subarbustivo, como mucho salpicada por especies en disposición abierta o geométricamente organizadas	5
MAGNITUD DEL CONTRASTE		
Contraste cromático suelo-vegetación (CSV)	Contraste elevado	1
	Contraste moderado	2
	Contraste bajo	3
	Inexistencia de contraste (por cobertura total)	4
	Inexistencia de contraste (por suelo desnudo)	5
GRADO DE CONTRASTE		
Contraste cromático interno (CI)	Colores heterogéneos (espacialmente o temporalmente)	1
	Codominancia de colores	2
	Clara dominancia de un color (pero otros colores minoritarios son reconocibles)	3
	Manchas monocromáticas variables en el tiempo	4
	Manchas monocromáticas constantes en el tiempo	5

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
ALTURA EN m		
Altura media de la vegetación (AV)	> 10,0	1
	5,0 – 10,0	2
	2,0 – 5,0	3
	0,5 – 2,0	4
	0,0 – 0,5	5
INTERVALO DE PENDIENTE (°)		
PENDIENTE	>15	5
	11-15	4
	7–11	3
	3-7	2
	0-3	1
PUNTO CARDINAL		
ORIENTACIÓN	S (135°-225°)	5
	W (225°-315°)	4
	E (45°-135°)	3
	N (315°-45°)	2
	Sin orientación (zonas perfectamente llanas)	1
PRESENCIA O EXISTENCIA		
	Ríos principales (grandes ríos)	5
	Ríos no principales. Embalses/presas (con relativa estabilidad en el nivel del agua), lagos y lagunas permanentes	4

Consulta al Público

CARACTERÍSTICAS DEL USO DEL SUELO Y DEL RELIEVE		
FACTOR BIOFÍSICO	**PARÁMETRO**	**PUNTUACIÓN**
AGUA	Arroyos o barrancos que presentan una presencia de agua casi permanente. Embalses/presas (con grandes cambios en el nivel del agua). Lagunas estacionales	3
	Presencia de agua inferida por la presencia de: vegetación de criptohumedales, vegetación acuática emergente, manglares	2
	Barrancos, arroyos y ramblas (en todos los casos sin agua permanente)	1

Tabla 66. Factores biofísicos, parámetros de medición y puntuación para Fragilidad Visual del Paisaje. Fuente: Yeomans (1986); Aguiló *et al*. (1992); Alonso *et al*. (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández *et al*. (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

IV.1.1.1.1.1.1. Factores Socio – Culturales

Los factores socio-culturales que intervienen en el modelo de fragilidad son la mayor o menor naturalidad (o, al contrario, la menor o mayor artificialidad) del paisaje y el valor de atracción social que exista en el territorio.

Naturalidad

Respecto a la naturalidad, para su cuantificación se consideran los valores de naturalidad de la vegetación y usos del suelo del ámbito de estudio. Asimismo, todos los elementos artificiales cartografiados fueron considerados con valor 0 de naturalidad (se han excluido de la tabla). En este sentido, cuanto más natural sean la vegetación y usos del suelo del territorio mayor es su fragilidad visual.

FACTOR	VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	PUNTUACIÓN
NATURALIDAD	Arboledas y arbustedas naturales y, en general, comunidades de vegetación climácica, así como cuerpos de agua naturales	5
	Comunidades de vegetación natural como etapa evolutiva	4
	Cuerpos de agua artificiales (embalses y presas)	3

Consulta al Público

FACTOR	VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	PUNTUACIÓN
	Repoblaciones y pastos (inducidos o cultivados)	2
	Cultivos agrícolas	1

Tabla 67. Naturalidad para Fragilidad Visual del Paisaje.
Fuente: Yeomans (1986); Aguiló *et al.* (1992); Alonso *et al.* (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández *et al.* (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

Valor de atracción social

Las zonas o puntos de atracción turística y recreativa en la matriz natural (elementos históricos, culturales, naturales) tienen igualmente una importancia y significado variable, calificándose como más frágiles cuanto más conocidos y atrayentes son para la población local y foránea. En este sentido, en el ámbito del SAR, aunque se han considerado un conjunto de elementos (Santa Rita, Vestigio Yobain, Ex-hacienda Mina de Oro, extracciones salineras, Capilla Dzidzantún e Iglesia Dzidzantún), sólo dos de ellos cumplirían con un valor de atracción social, la Ex-hacienda Mina de Oro (puntuación +1) y las salinas (puntuación +2). La Capilla e Iglesia de Dzidzantún se encuentran en la matriz urbana y, Santa Rita y Yobaín, como estructuras derruidas y semiocultas o incluso ocultas no son un atrayente de carácter social turístico, recreativo o histórico.

IV.1.1.1.1.1.2. Factores de Visibilidad

IV.1.1.1.1.1.2.1. Visibilidad Intrínseca

Para valorar el factor de fragilidad debida a la visibilidad intrínseca se han obtenido dos valores de INTERVISIBILIDAD, intervisibilidad en la unidad visual e intervisibilidad en la unidad de paisaje (véanse anteriormente).

El territorio se clasifica en cinco clases según los valores de intervisibilidad relativa de cada punto de análisis, entendiéndose que una mayor visibilidad otorga también una mayor fragilidad.

IV.1.1.1.1.1.2.2. Visibilidad Adquirida

Un punto del territorio es más frágil si hay posibilidad de que sea visto por un gran número de personas. De este modo, la fragilidad por visibilidad adquirida tiene relación directa con los lugares donde se pueden acumular los potenciales observadores, que son fundamentalmente las poblaciones y las vías de comunicación, así como con la accesibilidad del territorio desde esas fuentes.

Consulta al Público

Para el cálculo de la visibilidad adquirida se ha procedido al análisis visual del territorio desde poblaciones, carreteras y caminos, obteniéndose para ello su exposición visual.

La exposición visual es un concepto que va más allá de la cuenca visual, ya que además de identificar los puntos que son visibles desde un elemento dado, incorpora el número de veces que una celda es vista desde el elemento o sus celdas de observación (Berry, 2001). Así, la representación cartográfica de la exposición visual permite mostrar la superficie tridimensional visible de una gama de colores, desde zonas con no mucha visibilidad hasta zonas con mayor visibilidad.

La escala utilizada pondera a favor de la población local, que es la que soportará impactos visuales negativos o positivos con mayor intensidad, valorando como más importantes las observaciones "estáticas" frente a las "dinámicas" (vehículos en movimiento), ya que éstas, al modificar de forma continua algunas características visuales básicas de la visibilidad (distancia, posición, condiciones de iluminación) provocan una disminución del hecho paisajístico. La ponderación utilizada sobre la exposición visual, para las diferentes fuentes de observación responde a la siguiente escala jerárquica:

VISIBILIDAD DESDE	VALOR DE PONDERACIÓN
Localidades	5
Carreteras pavimentadas de dos carriles	4
Carreteras pavimentadas de un carril	3
Carreteras de terracería	2
Caminos	1

Tabla 68. Visibilidad Adquirida (ponderación) para Fragilidad Visual del Paisaje.
Fuente: Yeomans (1986); Aguiló. (1992); Alonso. (1995); Fernández & Cámara (2006 y 2007); Fernández. (2009); Fernández (2015) y ajustes propios.

IV.3.1.5.3.3.2. Integración de los factores de fragilidad

Según la metodología aplicada, no todos los factores considerados tienen la misma importancia en la evaluación de la fragilidad, de este modo se otorga un coeficiente en función de su jerarquía, estimada con un criterio multitécnico propio (panel de expertos).

Consulta al Público

IV.3.1.5.3.3.2.1. Factores biofísicos

La fragilidad de los factores biofísicos (FFB) se calcula con la fórmula siguiente, reclasificando de 1 a 5 (menor a mayor fragilidad) en rangos de igual amplitud, el resultado obtenido de:

$$FFB = 3 \bullet SCV + 1 \bullet P + 1 \bullet O$$

Donde SCV es la fragilidad derivada del suelo y cubierta vegetal, P es la pendiente y O la orientación.

El cálculo de la Fragilidad derivada del suelo y la cubierta vegetal (SCV) se realiza según la siguiente fórmula, siguiendo en parte a Alonso *et al.* (1995) y de acuerdo con un criterio multitécnico propio (panel de expertos), que ordena y pondera los atributos asociados a este factor biofísico:

$$SCV = 2 \bullet D + 1.75 \bullet CE + 1.5 \bullet CSV + 1.25 \bullet CI + 1 \bullet AV$$

Donde, D es la densidad de vegetación, CE es la complejidad estructural de la vegetación, CSV es el contraste cromático suelo – vegetación, CI es el contraste cromático interno y AV es la altura de la vegetación.

El resultado de SCV se reclasifica de 1 a 5 (menor a mayor fragilidad) en rangos de igual amplitud.

IV.3.1.5.3.3.2.2. Factores Históricos y Socio – Culturales

En este caso, la fragilidad debida a los factores históricos y socio-culturales se deben al parámetro naturalidad (N) y al valor de atracción social.

$$FHS = N + AS$$

IV.3.1.5.3.3.2.3. Factores Visuales

La fragilidad final debida a los factores visuales (FFV) se obtiene sumando la fragilidad por visibilidad intrínseca (FVI) y la fragilidad por visibilidad adquirida (FVA), puntuándose nuevamente el resultado de 1 a 5 (orden creciente de fragilidad) por rangos de igual amplitud.

$$FFV = FVI + FVA$$

Consulta al Público

IV.3.1.5.3.3.2.4. Fragilidad Visual del Paisaje. Valor Final

La fragilidad debida a los factores biofísicos (FFB) se combina con la fragilidad de los factores históricos y socio-culturales (FHS) y, su resultado, reordenado de 1 a 5 por rangos de igual amplitud, constituye la fragilidad adquirida (FA):

$$FA = FFB + FHS$$

La fragilidad adquirida (FA) se suma a la fragilidad de los factores visuales (FFV), reordenándose las puntuaciones de 1 a 5 por rangos de igual amplitud para obtener el valor final de FRAGILIDAD VISUAL (FV), en la que los valores crecientes se corresponden con situaciones de fragilidad visual creciente.

$$FV = FA + FFV$$

Las categorías que se obtienen son:

- Clase 1: Fragilidad Baja
- Clase 2: Fragilidad Media-baja
- Clase 3: Fragilidad Media
- Clase 4: Fragilidad Media-alta
- Clase 5: Fragilidad Alta

IV.3.1.5.3.4. Valor Final del Paisaje Binomio Calidad – Fragilidad

El Valor del Paisaje, según la metodología aplicada, se obtiene de la combinación de las dos cualidades estudiadas CALIDAD y FRAGILIDAD.

Las posibles combinaciones calidad - fragilidad pueden agruparse e interpretarse de distinta forma según las características particulares del territorio estudiado. Para el caso que nos ocupa (basándonos en Ramos, 1979 y 1980), se establece una matriz de integración, en la que cuanto más a la derecha y abajo, se produce mayor valoración paisajística. Así, la clase 5 corresponde al grado mayor de valoración.

De este modo la clasificación del paisaje, en función del binomio calidad-fragilidad, será la que aparece en la tabla siguiente:

Consulta al Público

		Calidad Visual				
		Baja (1)	Baja-Media (2)	Media (3)	Media-alta (4)	Alta (5)
Fragilidad Visual	Baja (1)	1	1	3.1	4	4
	Baja-media (2)	1	1	3.2	4	4
	Media (3)	2	2	3.2	4	4
	Media-alta (4)	2	2	3.2	5	5
	Alta (5)	2	2	3.3	5	5

Tabla 69. Valor Final del Paisaje (Binomio Calidad – Fragilidad).
Fuente: Ramos 1979, 1980 y ajustes propios.

El Valor de Paisaje presenta cinco clases, una de las cuales (clase 3) se encuentra subdivida en tres subclases. Esta categorización se realiza para una mejor interpretación de los objetivos de protección (véase a continuación).

IV.3.1.5.3.4.1. Objetivos de protección

La composición calidad-fragilidad es muy útil cuando se desea tener en cuenta los valores paisajísticos a la hora de conservar o promover. Así, las combinaciones de alta calidad - alta fragilidad serán candidatas destacadas a la protección, las de alta calidad - baja fragilidad a la promoción de actividades en las cuales constituya el paisaje un factor de atracción y las de baja calidad - baja fragilidad a la localización de actividades que de alguna manera pueden causar una afección paisajística importante (Aguiló *et al.,* 1992 y Alonso *et al.,* 1995).

De este modo, y como hemos señalado, se han establecido las clases con los siguientes objetivos de protección (basados en Ramos *et al.,* 1980):

Clase 1: Zonas de calidad baja a baja-media y fragilidad baja a baja-media

Aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes. Podrían albergar vertederos, líneas eléctricas, subestaciones, explotaciones industriales y en general edificaciones o infraestructuras que por su gran tamaño o características artificiales puede causar un impacto importante.

Clase 2: Zonas de calidad baja a baja-media y fragilidad media a alta

Consulta al Público

En principio, podrían soportar actividades causantes de un impacto fuerte. Al ser mayor la fragilidad, podrían incluir actividades poco gratas si bien en este caso el impacto provocado se debe considerar mayor.

Clase 3: Zonas de calidad media y de fragilidad variable

En general las zonas de clase 3 deben quedar al margen de la implantación de actividades de impacto paisajístico importante, si bien de forma puntual podrían incluir algún tipo de estas actividades, siempre que no existan otras opciones viables y que se apliquen medidas correctoras, de mitigación o compensación (véase, por ejemplo, Aramburu 1993). El impacto causado por estas actividades sería mayor en función de la fragilidad (la subclase 3.1 podría aceptar mejor este tipo de actividades impactantes, mientras que en la clase 3.3 el impacto será de mayor importancia).

Dentro de esta clase se han definido 3 subclases:

Subclase 3.1: Calidad media y fragilidad baja. Clase que podría incorporarse con facilidad a la clase 2 si cumple con las siguientes medidas de corrección y mitigación, además de valorar la adopción de medidas de compensación:

- Construir según las formas tradicionales, evitar colores discordantes y tamaños de construcción desproporcionados.
- Evitar, de ser posible, la implantación de elementos de elevada visibilidad (antenas de radiotelecomunicación, torres eléctricas, parques eólicos, parques solares, etc.).
- Evitar las posibles ocultaciones de elementos positivos del paisaje, así como de fondos escénicos de calidad.

Subclase 3.2: Calidad media y fragilidad entre media-baja y media-alta. Clase intermedia que podría incorporarse tanto a la clase 2 como a la 4 en función de las circunstancias. No obstante, su incorporación a la clase 2, estaría supeditada al cumplimiento de las medidas señaladas para la subclase anterior.

Subclase 3.3: Calidad media y fragilidad alta. El uso más adecuado sería el de la protección, si fuera posible con ánimo de mejora del paisaje. No obstante, podría incorporarse a la clase 2 en casos muy excepcionales, cumpliendo con las medidas de protección y mitigación adecuadas y aplicando medidas de compensación específicas para reducir la fragilidad paisajística del entorno.

Consulta al Público

Clase 4: Zonas de calidad media-alta a alta y fragilidad baja a media

Aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de escasa entidad en el paisaje.

Clase 5: Zonas de calidad media-alta a alta y fragilidad media-alta a alta

Candidatas evidentes para su conservación, la protección paisajística resultaría prioritaria.

IV.3.1.5.4. Resultados

IV.3.1.5.4.1. Unidades Visuales y de Paisaje

A partir de la metodología indicada se han identificado la unicidad visual del SAR (véase Figura: Intervisibilidad en la Unidad Visual) y 8 unidades de paisaje en el SAR (Figura: Unidades de Paisaje e intervisibilidad de las Unidades de Paisaje del SAR).

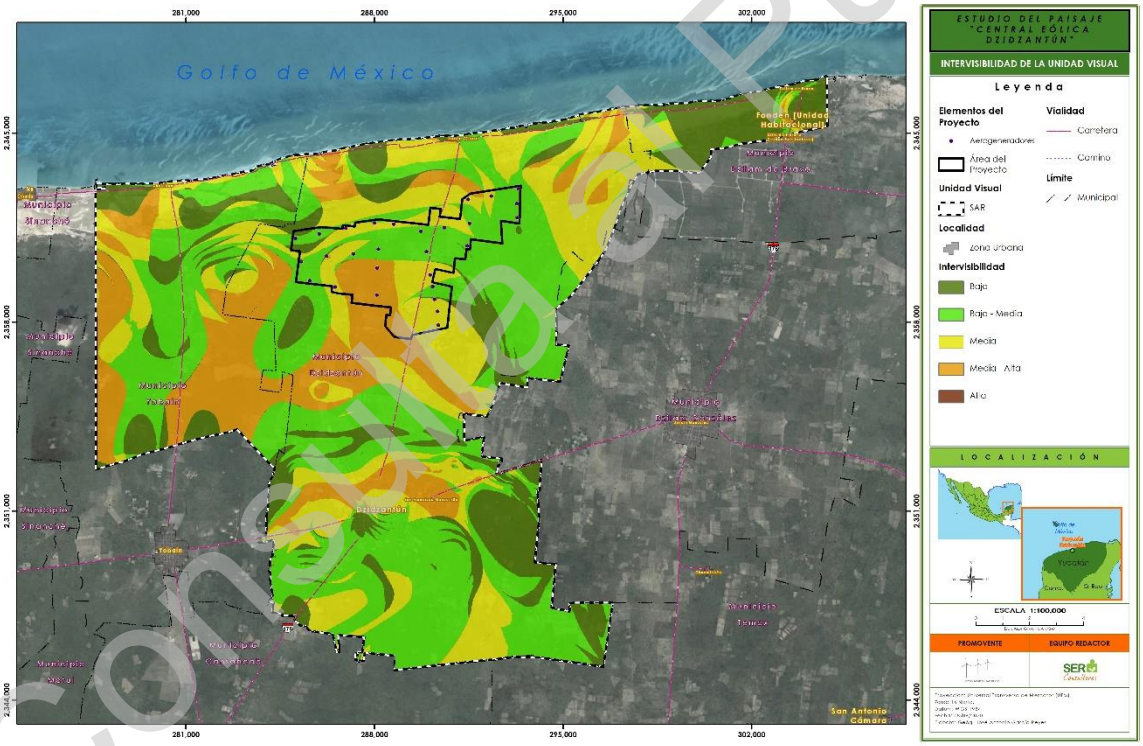


Figura 41. Intervisibilidad de la Unidad Visual.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

Consulta al Público

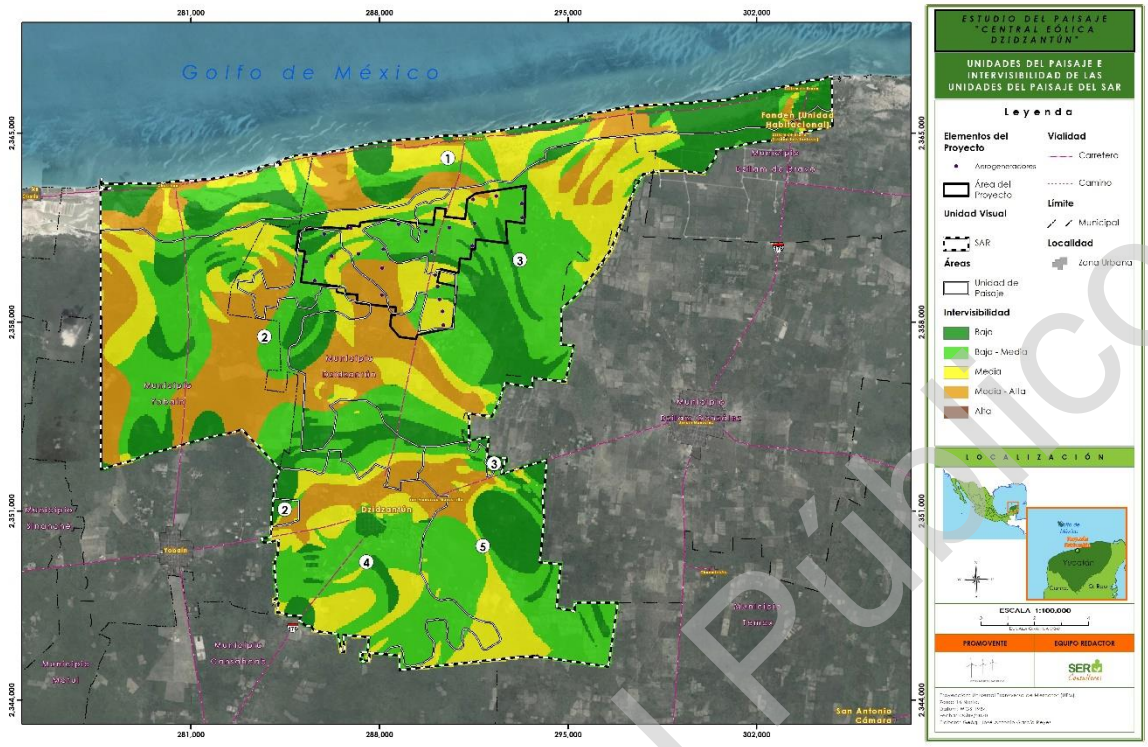


Figura 42. Unidades de Paisaje e intervisibilidad de las Unidades de Paisaje del SAR.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

IV.3.1.5.4.1.1. Descripción básica de las Unidades de Paisaje

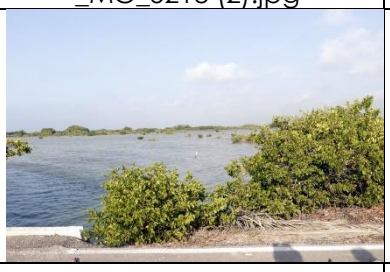
Puesto que los terrenos son de forma general fundamentalmente planos, o con pendientes muy bajas, y sin orientación (ausencia de pendiente y sin orientación son parámetros directamente relacionados) no se hará mención a estas características físicas del territorio, salvo que se presenten elementos diferenciadores.

1. Unidad en zona de influencia costera

Zona compuesta por playa o barra inundable y salina, con amplia superficie cubierta por agua o de espacios inundables, que generan suelos poco evolucionados y salinos. La unidad está dominada superficialmente por zonas sin vegetación aparente o desprovistas de la misma (zonas inundables o cubiertas de agua) y los Manglares asociados a la presencia de agua, y al norte de los usos indicados se encuentra la Vegetación de Dunas Costeras (en general, vegetación litoral y halófila). Por otra parte, al sur de Manglares y zonas cubiertas de agua, se presenta la vegetación climatófila Secundaria Arbórea y Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y el uso agropecuario de los Pastizales Cultivados.

Consulta al Público

Además, en esta unidad de produce una alta incidencia humana, cuyas manifestaciones más evidentes son las poblaciones de Chabihau, Santa Clara y Dzilam de Bravo y la carretera que las une.

Punto: 5	X UTM: 280548	Y: UTM: 2362177
Fecha: 10/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5217 (2).jpg	_MG_5218 (2).jpg	_MG_5219 (2).jpg
		
Punto: 7	X UTM: 291030	Y: UTM: 2363926
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 35.2 mm
_MG_5253 (2).jpg	_MG_5254 (2).jpg	_MG_5255 (2).jpg
		
Punto: 8	X UTM: 291127	Y: UTM: 2364481
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5257 (2).jpg	_MG_5258 (2).jpg	_MG_5259 (2).jpg
		
Punto: 10	X UTM: 294405	Y: UTM: 2364606
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5276 (2).jpg	_MG_5277 (2).jpg	_MG_5278 (2).jpg

Consulta al Público



2. Unidad de usos forestales con amplios espacios de usos agropecuarios

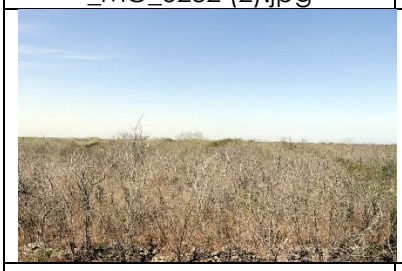
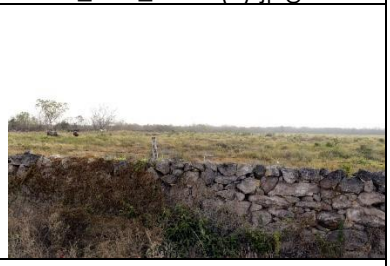
Unidad de paisaje sobre llanura de piso rocoso o cementado de calizas (litosuelos). Es una unidad en la que domina superficialmente la vegetación natural, fundamentalmente formada por Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia y complementariamente Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Caducifolia, entre ella se ubican manchas amplias de usos agropecuarios; Agricultura de Temporal Semipermanente, Pastizal Cultivado y Agricultura de Riego Permanente, este último uso en mucha menor medida.

Punto: 3	X UTM: 286447	Y: UTM: 2353568
Fecha: 10/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 35.2 mm
_MG_5191 (2).jpg	_MG_5192 (2).jpg	_MG_5193 (3).jpg
		
Punto: 6	X UTM: 280870	Y: UTM: 2356845
Fecha: 10/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5233 (2).jpg	_MG_5234 (2).jpg	_MG_5235 (2).jpg
		

Consulta al Público

3. Unidad de pastizales con manchas de vegetación natural

Unidad de paisaje sobre llanura de piso rocoso o cementado de calizas (litosuelos). Se trata de una unidad en la que los Pastizales son claramente dominantes, en las que la vegetación natural está formada por manchas de Vegetación Secundaria Arbustiva y Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia y, además, espacios poco significativos de cultivo (Agricultura de Temporal Permanente y Agricultura de Riego Permanente).

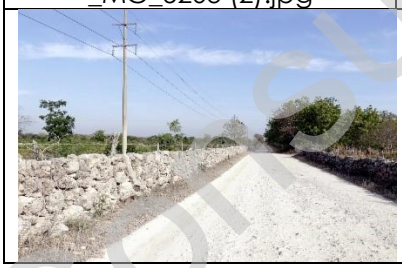
Punto: 1	X UTM: 285537	Y: UTM: 2357108
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5282 (2).jpg	_MG_5283 (2).jpg	_MG_5284 (2).jpg
		
Punto: 2	X UTM: 285895	Y: UTM: 2355772
Fecha: 10/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5198 (2).jpg	_MG_5199 (2).jpg	_MG_5200 (2).jpg
		
Punto: 9	X UTM: 293861	Y: UTM: 2362433
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 35.2 mm
_MG_5262 (2).jpg	_MG_5263 (2).jpg	_MG_5264 (2).jpg
		

Consulta al Público

Punto: 11	X UTM: 290887	Y: UTM: 2355226
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5282 (2).jpg	_MG_5283 (2).jpg	_MG_5284 (2).jpg
		

4. Unidad agropecuaria con superficie urbana

Unidad de paisaje sobre llanura de piso rocoso o cementado de calizas (litosuelos). Es una unidad en la que se presentan como dominantes la Agricultura de Temporal Permanente y los Pastizales Cultivados, con distribución en amplias manchas homogéneas. Además, tiene importancia superficial en ella el entramado urbano de Dzidzantún y, se presenta una única mancha poco significativa superficialmente de vegetación natural (Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Caducifolia), que tiene continuación hacia el exterior de la Unidad (fuera del SAR).

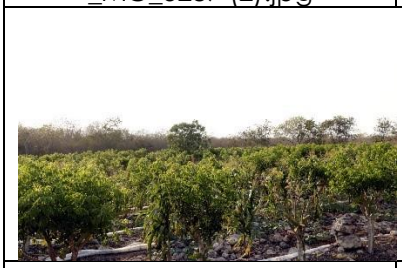
Punto: 4	X UTM: 287370	Y: UTM: 2352065
Fecha: 10/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5203 (2).jpg	_MG_5201 (2).jpg	_MG_5202 (2).jpg
		

5. Unidad de Vegetación de Selva Mediana Caducifolia con pequeñas manchas agrícolas

Unidad de paisaje sobre llanura de piso rocoso o cementado de calizas (litosuelos). La Vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia, en tres estadios de desarrollo (herbáceo, arbustivo y arbóreo), es dominante superficialmente y caracteriza la unidad. Esta vegetación natural se completa superficialmente con manchas de Pastizal Cultivado

Consulta al Público

y otras menos importantes (en superficie) de Agricultura de Riego Permanente y Agricultura de Temporal Anual.

Punto: 12	X UTM: 290994	Y: UTM: 2352504
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 35.2 mm
_MG_5287 (2).jpg	_MG_5288 (2).jpg	_MG_5289 (2).jpg
		
Punto: 13	X UTM: 292823	Y: UTM: 2347577
Fecha: 11/04/2020	CANON EOS 80D	Long. focal de 35 mm: 28.8 mm
_MG_5293 (2).jpg	_MG_5294 (2).jpg	_MG_5295 (2).jpg
		

IV.3.1.5.4.2. Valoración del Paisaje

IV.3.1.5.4.2.1. Calidad Visual de Paisaje

La Calidad Visual Intrínseca (CVI) del paisaje, obtenida a partir de los factores biofísicos y antrópicos analizados se muestra en el mapa: Calidad Visual Intrínseca (CVI).

Consulta al Público

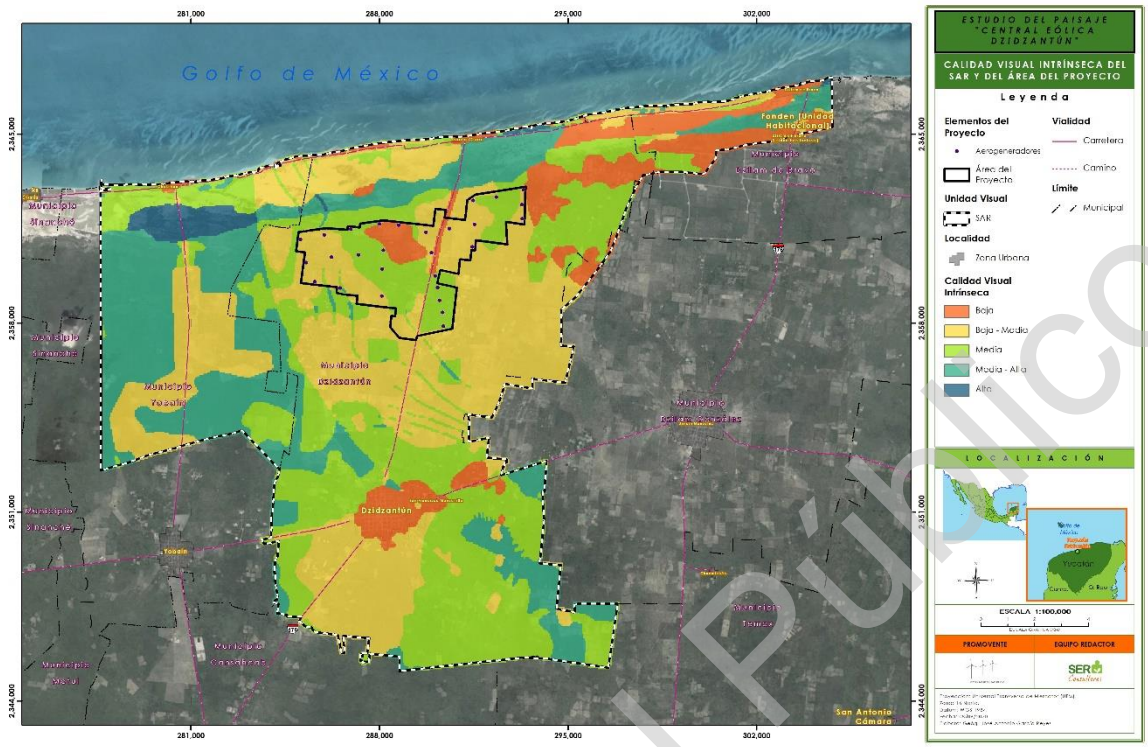


Figura 43. Calidad Visual Intrínseca (CVI) del SAR y del área de proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

A través del mismo, puede observarse que las clases de Calidad Visual Intrínseca del SAR están repartidas, fundamentalmente, entre tres categorías: baja-media (34.67 % de la superficie del SAR), media (31.49 %) y media-alta (23,16 %). En el área del proyecto, hay dos categorías claramente dominantes, media (43.83 % de la superficie) y baja-media (43.56 %).

La Calidad Visual Extrínseca (CVE) del paisaje, obtenida a partir de sus propiedades de intervisibilidad (de las unidades visuales y de las unidades de paisaje) se presentan en el mapa: Calidad Visual Extrínseca (CVE).

Consulta al Público

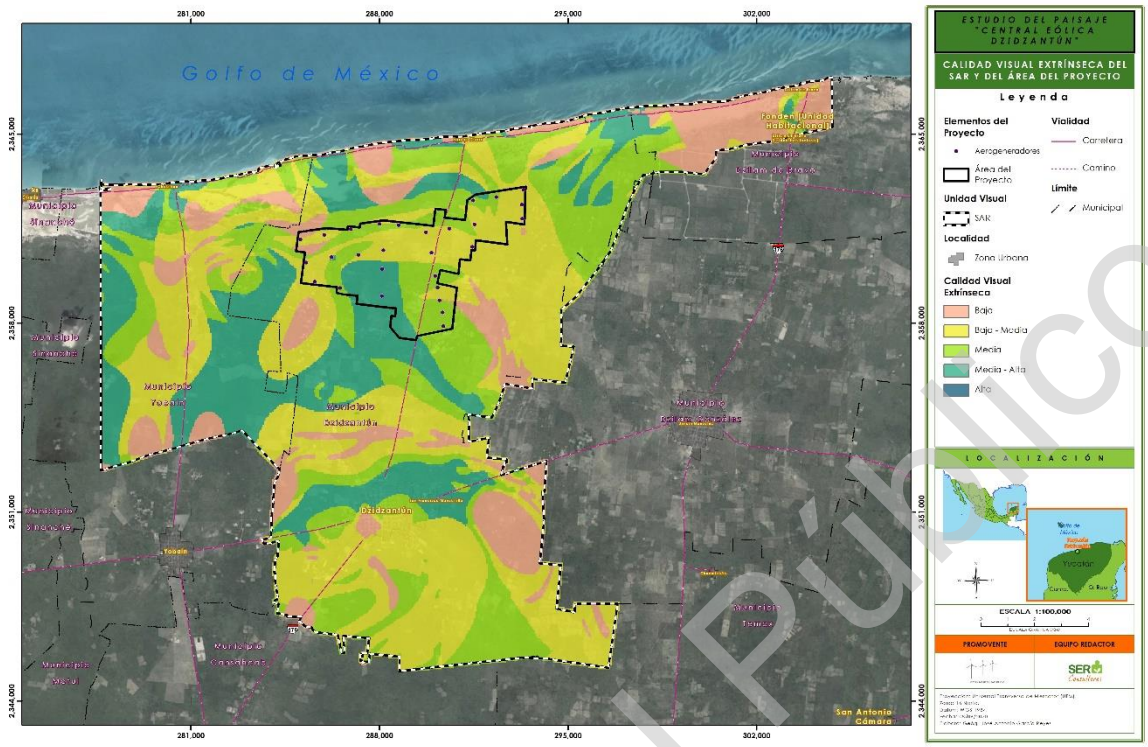


Figura 44. Calidad Visual Extrínseca (CVE) del SAR y del área de proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

En el caso de la Calidad Visual Extrínseca, las categorías están repartidas en el SAR básicamente en cuatro, siendo de más a menos abundantes (en superficie territorial): baja-media (38.10 %), media (25.49 %), media-alta (21.09 %) y baja (14.92 %). En el área del proyecto son dominantes las categorías baja-media (42.67 %) y media (35.79 %), alcanzando la media-alta el 18.64 %.

De la integración de ambos componentes de la calidad se obtuvo finalmente la Calidad Visual (CV), que se ofrece en el mapa de Calidad Visual. Así, finalmente, la Calidad Visual del SAR está fundamentalmente compuesta por tres clases principales; media (25.60 % de la superficie), media-alta (25.36 %) y baja-media (22.60 %), mientras que la Calidad Visual del área del proyecto es media-alta (29.61 %), media (26.55 %) o baja-media (23.56 %).

Consulta al Público

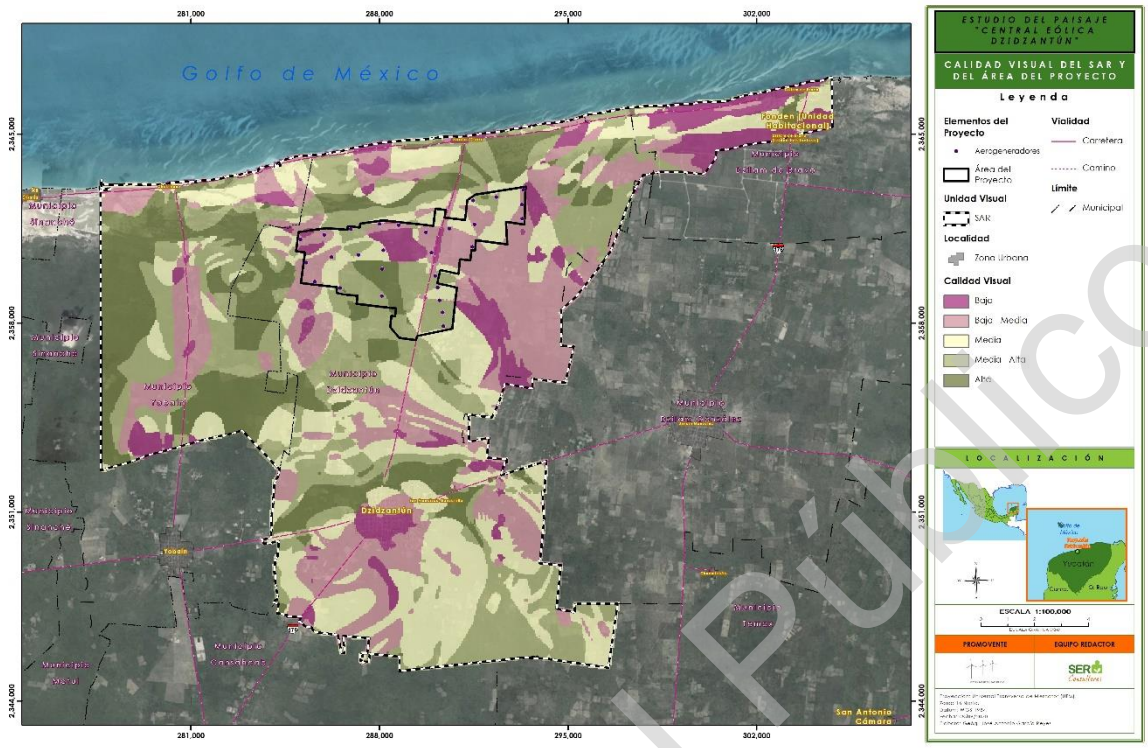


Figura 45. Calidad Visual (CV) del SAR y del área de proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

IV.1.1.1.1.1.3. Fragilidad Visual del Paisaje

La Fragilidad Adquirida (FA) del paisaje, obtenida a partir de los factores biofísicos e históricos y socioculturales analizados se muestra en el mapa: Fragilidad Adquirida (FA).

Consulta al Público

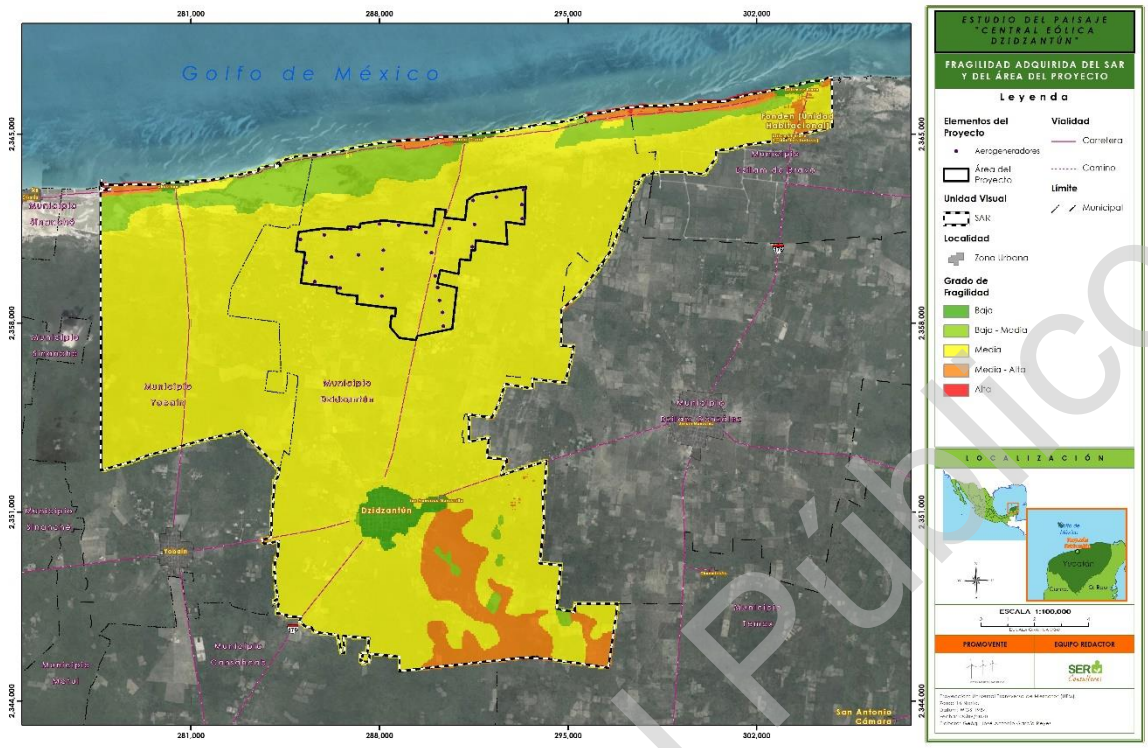


Figura 46. Fragilidad Adquirida (FA) del SAR y del área de proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

Las clases de Fragilidad Adquirida del SAR están fundamentalmente repartidas en una categoría claramente principal (media, 79.86 % de la superficie) y dos secundarias (media-alta 10.86 % y baja-media 7.25 %), siendo el resto de categorías testimoniales. Sin embargo, en el área del proyecto, solo hay una categoría claramente dominante, que es la media (96.35 % de la superficie) y una de entidad mucho menor (media-alta, 3.65%).

Por su parte, la Fragilidad de los Factores Visuales en el SAR está bastante repartida entre las clases, con una dominante (se citan de mayor a menor superficie): baja-media (49.85 %), media (26.26 %), baja (14.55 %) y media-alta (9.31 %). En el área del proyecto la categoría dominante sigue siendo baja-media (59.51 %) seguida de la media (24.01 %) y media-alta (14.34 %), siendo el resto de las clases testimoniales.

Consulta al Público

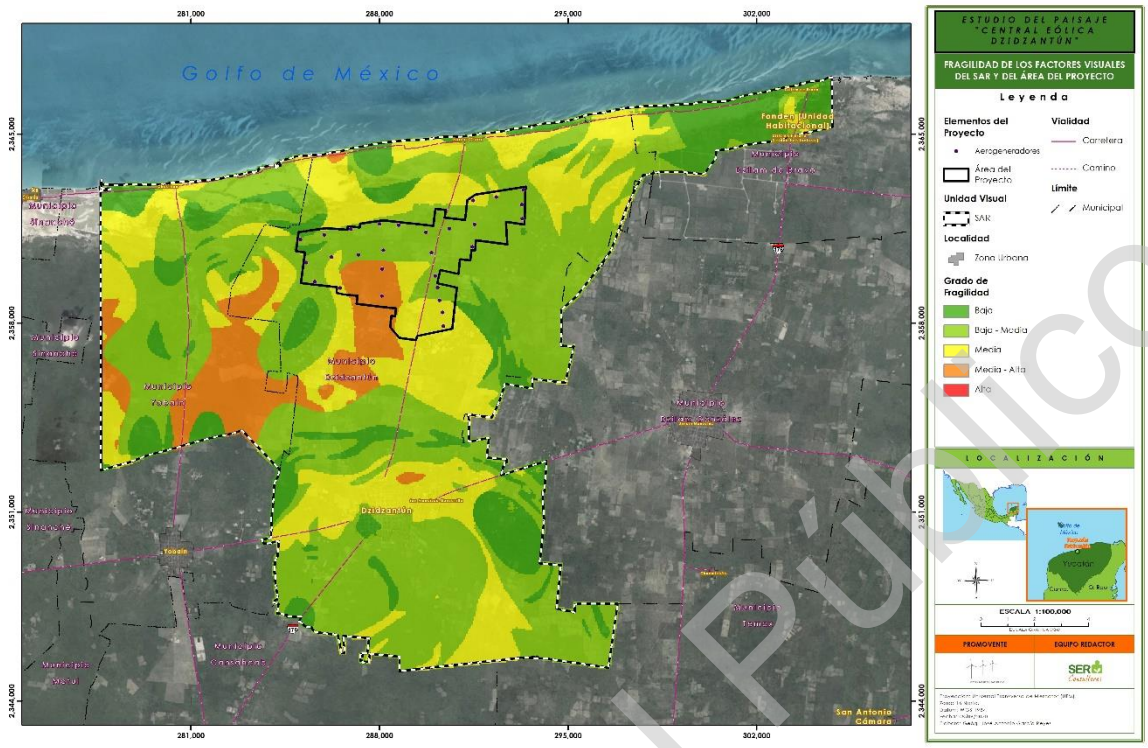


Figura 47. Fragilidad de los Factores Visuales del SAR y del área del proyecto.
Fuente: INEGI, elaboración propia.

Finalmente, la Fragilidad Visual, resultado de la integración de la Fragilidad Adquirida y la Fragilidad de los Factores Visuales, tiene tres clases más abundantes en el SAR; como dominante la clase media (70.50 % de la superficie), además de baja-media (16.70 %) y media-alta (12.55%). En el área del proyecto se presenta una clase claramente dominante; media con 82.80 % y una clase secundaria; media-alta (15.35 %).

Consulta al Público

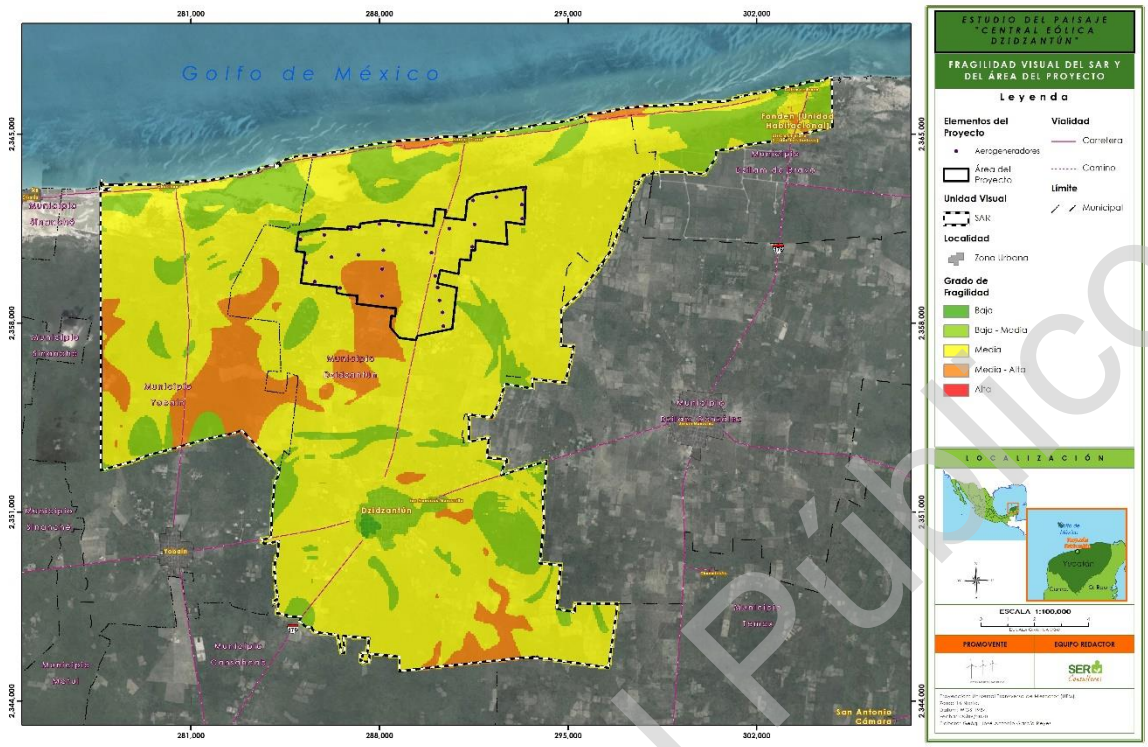


Figura 48. Fragilidad Visual (FV) del SAR y del área del proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

IV.3.1.5.4.3. Valor final de Paisaje (Binomio Calidad – Fragilidad)

La representación cartográfica de la combinación calidad-fragilidad o Valor Final del Paisaje, aparece en el mapa "Binomio Calidad-Fragilidad".

Consulta al Público

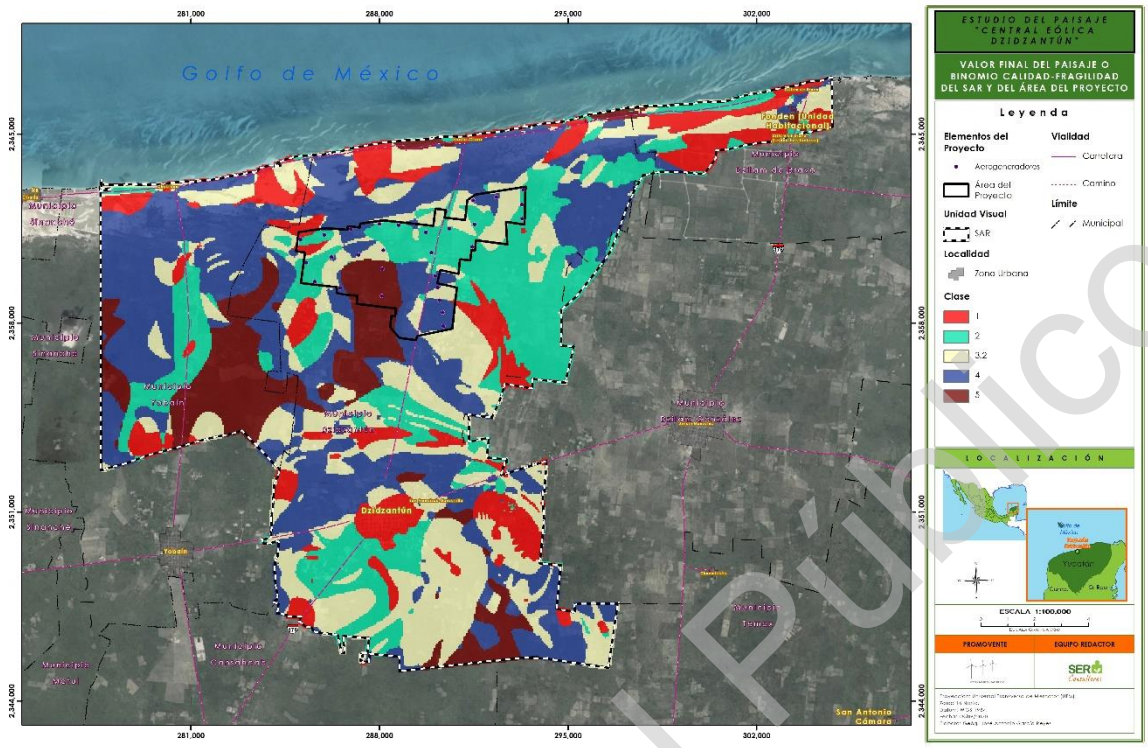


Figura 49. Valor Final del Paisaje (VF) del SAR y del área del proyecto.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

El territorio del SAR y del Área del Proyecto (porcentaje de superficies) se encuentra repartido en las siguientes clases establecidas en la metodología:

CLASE O SUBCLASE	ZONAS	% SAR	% AP
1	Calidad baja a baja-media y fragilidad baja a baja-media	11.07	1.83
2	Calidad baja y fragilidad media a alta	19.72	31.21
3.1	Calidad media y fragilidad baja	0.00	0,00
3.2	Calidad media y fragilidad entre baja-media y media-alta	25.60	26.55
3.3	Calidad media y fragilidad alta	0,00	0.00
4	Calidad media-alta a alta y fragilidad baja a media	31.36	25.50
5	Calidad media-alta a alta y fragilidad media-alta a alta	12.25	14.91

Consulta al Público

Tabla 70. Porcentaje de clases en el SAR y el (AP) de acuerdo al Valor Final del Paisaje.
Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, el área del proyecto se encuentra principalmente inmersa en la Subclase 3.2 (zonas de calidad media y de fragilidad entre baja-media y media-alta), sobre las cuales se ha considerado que son zonas que podrían incorporarse tanto a la Clase 2 como a la Clase 4 en función de las circunstancias. Sin embargo, es difícil incluir la Subclase 3.2 en la Clase 2, ya que el tipo de proyecto no se ajusta a lo planteado previamente, por lo que, en todo caso, para realizar esa inclusión serían precisas medidas de mitigación y compensación.

Asimismo, una importante superficie se incluye en las Clases 4 (zonas de Calidad media-alta a alta y fragilidad baja a media) con instalación prevista de siete aerogeneradores y 5 (Zonas de calidad media-alta a alta y fragilidad media-alta a alta), con instalación prevista de otros dos aerogeneradores. Las zonas de esta última clase (5), deberían ser candidatas evidentes para su conservación a nivel paisajístico, por lo que se podría sugerir la reubicación de los aerogeneradores implicados en zonas más favorables.

IV.3.1.5.4.4. Cuenca y exposición visual del proyecto

La mayoría de los enfoques aplicados al análisis visual del paisaje conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de vista (Lovejoy, 1973); algunos autores señalan la necesidad de su establecimiento previo para determinar después las características de estas zonas o áreas vistas (Zube *et al.*, 1974). El objeto de este análisis es determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, bien simultáneamente o en secuencia, con vistas a la posterior evaluación de la medida en que cada área contribuye a la percepción del paisaje y a la obtención de ciertos parámetros globales que permitan caracterizar un territorio en términos visuales.

La operación básica de los análisis de visibilidad es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde un punto (Aguiló, 1981). Por extensión se puede ampliar el concepto a un conjunto de puntos próximos o que constituyan una unidad u objeto (un parque eólico, un parque solar, un embalse, un tramo de carretera, etc.) y considerarla como la porción de territorio vista desde ellos o, lo que es lo mismo, desde donde pueden ser vistos.

En nuestro caso, hemos realizado un estudio de la exposición visual, que es un concepto que va más allá de la cuenca visual. Ésta última, como ya hemos señalado, identifica los

Consulta al Público

puntos que son visibles desde un elemento dado, mientras que la exposición visual incorpora el número de veces que cada zona es vista desde el elemento o sus celdas de observación (Berry, 2001). Así, la representación cartográfica de la exposición visual permite mostrar la superficie tridimensional visible en una gama de colores, desde las zonas con no mucha visibilidad hasta las zonas con mayor visibilidad.

Para la obtención de la cuenca visual y la exposición visual del proyecto (central eólica) se ha empleado un método automático mediante el procedimiento de cuadrículas visibles y no visibles. El programa utilizado proporciona la herramienta de cálculo de visibilidad, definiendo los puntos de vista y el área sobre la que se desea efectuar el cálculo. Para nuestro caso hemos tomado como punto de visibilidad cada uno de los aerogeneradores (n = 28 puntos de análisis, altura de la torre = 132 m), con una altura del observador de 1.6 m.

La cuenca y exposición visual resultante de la central eólica quedan recogidas en los planos correspondientes. Es preciso indicar que la cuenca y exposición visual se han realizado utilizando un modelo digital de superficie que integra el modelo digital del terreno (superficie de suelo desnudo sin ningún objeto) con la capa vectorial de uso de suelo y vegetación asignando alturas promedio a cada uso/vegetación, considerando por tanto apantallamientos promedio, como forma de mejor aproximación a la cuenca y exposición visual reales.

Consulta al Público

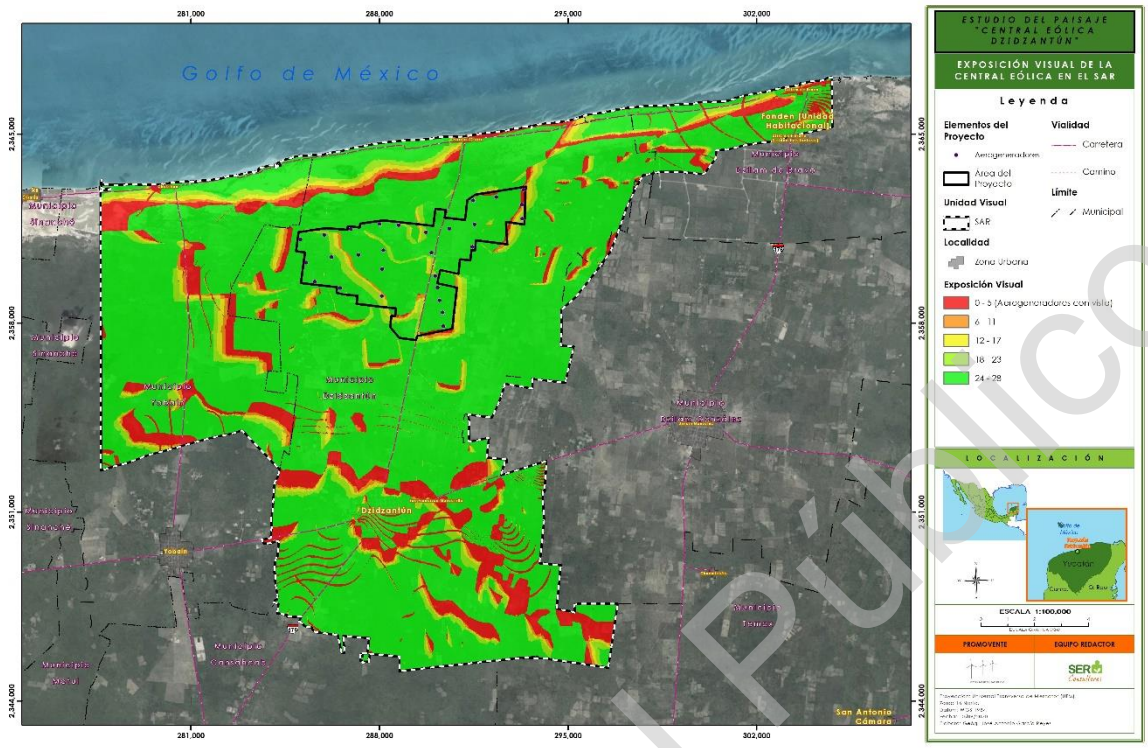


Figura 50. Exposición visual de la central eólica.
Fuente: INEGI; elaboración propia.

El estudio de la cuenca y exposición visual orientado a establecer valoraciones de fragilidad visual debe tener en cuenta su tamaño, compacidad, forma y la altura relativa del punto respecto a su cuenca visual.

- Tamaño

Un punto es más vulnerable cuanto más visible es, cuanto mayor es su cuenca visual. La central eólica tiene una cuenca visual de tamaño muy amplio (con vistas, al menos a un aerogenerador), que afecta a la práctica totalidad de la superficie del SAR (91.73%).

- Compacidad

Las cuencas visuales con menor número de huecos, con menor complejidad morfológica, son las más frágiles. La cuenca visual de la central eólica presenta huecos no abundantes (más aparentes hacia el sur y el occidente del proyecto), por lo que no puede decirse que la complejidad morfológica sea alta.

- Forma

Consulta al Público

Las cuencas visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, pues se deterioran más fácilmente que las cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual. Sin embargo, la amplitud y reducida compacidad de la cuenca visual no permite discernir una direccionalidad, por lo que ha de entenderse su forma como básicamente redondeada, sin zonas más sensibles a los impactos por las características de forma.

- Altura relativa

Son más frágiles visualmente aquellos puntos que están muy por encima o muy por debajo de su cuenca visual, y menos frágiles aquellos otros cuya cuenca visual está a su mismo nivel. La zona de estudio, salvo en las estribaciones de lomerío y sierra (zona oriental del SAR) está poco diferenciada altitudinalmente del territorio que fundamentalmente la rodea (a nivel, o levemente por encima o debajo). Por ello, serán más frágiles las observaciones desde puntos elevados que, sin embargo, tienen la menor accesibilidad visual (por dificultad de acceso a esos puntos de observación).

- Exposición visual

Por tanto, la exposición visual de la central eólica es muy elevada, existiendo línea visual con la totalidad de aerogeneradores prácticamente en el 71 % de la superficie del SAR y desde sólo un 8 % no será visible ningún aerogenerador. Además, por un lado, las características de tamaño y compacidad son negativas a efectos de impacto paisajístico, por otro se moderan esos impactos (desde un punto de vista macroespacial) debido a la forma y a la altura relativa (sobre el terreno) respecto al territorio circundante que son características más favorables.

IV.4. Diagnóstico ambiental

De acuerdo con el emplazamiento del proyecto y la delimitación del SAR, ambos se ubican en la Península de Yucatán, en esta zona predomina el clima cálido subhúmedo y cálido semiseco (como en la mayoría del SAR), donde las lluvias oscilan entre los 800 y 1000 mm anuales, y se alcanzan temperaturas medias mayores a los 27 °C, estas condiciones propician que los riesgos por fenómenos hidrometeorológicos sean altos para el SAR, los fenómenos meteorológicos que impactan al SAR son ciclones tropicales con un riesgo alto y medio con una velocidad del viento que va de 130 a 160 km/h según la regionalización de la CFE. Con escenarios de cambio climático incrementando su vulnerabilidad ante eventos extremos como olas de calor más frecuentes y prolongadas.

Consulta al Público

Geomorfológicamente hablando, el SAR forma parte de la Provincia fisiográfica Península de Yucatán; a su vez se ubica dentro de la Subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, esta se caracteriza por ser una gran llanura de roca caliza con formas muy homogéneas; en este sentido se tiene que dentro del SAR se encuentran representadas dos tipos de topoformas denominadas Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y Playa o barra inundable salina.

En conjunto las características geológicas y geomorfológicas del SAR reflejan que se ubica dentro de la de la Zona A que representa un riesgo bajo de ocurrencia de sismos, por lo que este fenómeno no es limitante dentro del SAR.

En el caso de los suelos, la capacidad para su formación está determinada por la naturaleza de los sustratos litológicos, la disponibilidad de humedad, la cobertura vegetal y la presencia de procesos de erosión hídrica. De acuerdo con la información de INEGI , en el SAR se presentan ocho asociaciones edafológicas, donde dominan los suelos de tipo Leptosol en diferentes asociaciones, dichos suelos son suelos muy someros sobre roca continua (en superficie o muy cerca de ella) y extremadamente gravillosos o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales, particularmente comunes en regiones montañosas, siendo un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Su drenaje interno excesivo y su escasa profundidad puede causar sequía incluso en ambientes húmedos (sequía fisiológica).

En cuanto a la Degradación de suelo dentro del Sistema Ambiental Regional, se presentan dos grados de degradación del suelo, en su mayoría el SAR presenta degradación ligera y en menor proporción degradación extrema, la cual se ubica en la zona más cercana a la costa. En el caso del área del proyecto se tiene que el suelo presenta degradación en grado ligero. Cabe mencionar que, por la implementación del proyecto, será necesaria la remoción de la cubierta vegetal natural en algunos puntos específicos del proyecto, lo cual afectará los usos actuales del suelo y en su caso podría potenciar procesos erosivos (hídricos y eólicos), mismos que actualmente no ocurren, aspecto que deberá considerarse al momento de la implementación de medidas de mitigación, basadas en la conservación y protección de suelos, además de procesos de restauración y manejo de suelos que logren estabilizar y mejorar la calidad del suelo.

Con respecto a las características hidrológicas del SAR, de acuerdo con la información de INEGI, el SAR se ubica dentro de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán), la cual tiene una extensión territorial de 58,135 km^2, una precipitación normal anual (1981-2010) de 1,143 mm, de manera específica, el proyecto se ubica en la cuenca Yucatán

Consulta al Público

dentro de la subcuenca Mérida.En cuanto a la hidrología superficial del SAR, y en especial en Yucatán no existen cuerpos acuíferos superficiales como ríos, arroyos o lagos, sin embargo, debido a las características del subsuelo, la karstificación propicia el almacenamiento y el movimiento del agua subterránea a través de una red de cavidades interconectadas con fracturas, conductos de disolución, oquedades y cavernas localizadas a diferentes profundidades. Está red de corrientes subterráneas se manifiestan a lo largo y ancho de la geografía estatal en forma de grutas y aguadas llamadas cenotes que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea, estos cuerpos a nivel del manto freático están conectados con otros flujos laminares subterráneos no expuestos que forman un sistema donde sus niveles varían de 130 metros en el vértice del sur del Estado a dos o tres metros en el cordón litoral, donde se realiza la descarga natural del acuífero rumbo a Celestún, Dzilam de Bravo y San Felipe, que desembocan a manera de ríos y fluye hacia las lagunas costeras, alimentando los esteros y lagunas costeras.

Respecto a la hidrología subterránea el SAR se ubica en su totalidad sobre el acuífero denominado Península de Yucatán, clave 3105, que está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro.

La permeabilidad del suelo en el SAR resulta de suma importancia para la recarga de los acuíferos, ya que cuanta mayor permeabilidad exista en el suelo mayor será la capacidad de transmitir agua y aire, favoreciendo su infiltración en el sitio. De acuerdo a lo anterior, se tiene que dentro del SAR y el AP se presentan dos tipos de permeabilidad, mismas que se describen a continuación: **Permeabilidad de medio a alto de tipo generalizada**. Tiene un origen del Pleistoceno y reciente, tiene una geología de terrazas marinas, gravas, arenas y limos y está formado principalmente de depósitos aluviales y lacustres; y, **Permeabilidad Alta de tipo localizada.** Tiene su origen en el Cretácico medio e inferior, terciario, presenta rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas de tipo calizas y areniscas.

Los vientos alisios que predominan en Yucatán tienen direcciones este y noreste. Se mantienen durante todo el año y alcanzan velocidades máximas en rachas de hasta 30 km/h, en promedio. En diciembre, cuando se da inicio al invierno en el Hemisferio Norte y comienza el enfriamiento del continente, estos vientos son más fuertes y nos trae el frío de

Consulta al Público

invierno. Como viene sobre el mar, arrastra vapor de agua y pueden causar fuertes precipitaciones e inundaciones en el Caribe Centroamericano.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI[30] en el Sistema Ambiental Regional se registran cinco usos de suelo (Agricultura de riego permanente, Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal permanente, Agricultura de temporal semipermanente y asentamientos humanos), tres sitios sin vegetación que INEGI los cataloga como Desprovisto de vegetación, sin vegetación aparente y cuerpos de agua, y finalmente se presentan seis tipos de vegetación los cuales son: Manglar, Pastizal cultivado, Vegetación de dunas costeras, selva baja espinosa caducifolia y selva mediana caducifolia estas dos últimas se presentan en estado secundario, lo que implica un impacto a considerar dentro de las medidas de mitigación que serán ejecutadas como parte del proyecto en sus etapas de preparación de sitio y construcción. Por otro lado de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI dentro del área del proyecto se registran dos usos de suelo (Agricultura de riego permanente y Agricultura de temporal permanente, y se presentan tres tipos de vegetación los cuales son: Pastizal cultivado, selva baja espinosa caducifolia y selva mediana caducifolia estas dos últimas se presentan en estado secundario.

En este sentido, tomando como base el trabajo de campo dentro del SAR, se identificaron un total de 83 especies pertenecientes a 36 familias, de las cuales seis se encuentra listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales son: *Avicennia germinans; Conocarpus erectus; Laguncularia racemosa; Rhizophora mangle; Guaiacum sanctum y Pterocereus gaumeri* ; en lo que respecta al área del proyecto se identificaron un total de 74 especies pertenecientes a 34 familias, donde al igual que para el SAR se encontraron especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales son: *Mamillaria gaumeri, Guaiacum sanctum y Pterocereus gaumeri.* Es importante mencionar que se debe de aplicar las medidas que sean necesarias para su protección.

Para la estimación del IVI en el Sistema Ambiental Regional se realizaron los cálculos con base a los datos registrados al realizar el levantamiento en campo en los sitios de muestreo, considerando el tipo de vegetación, en este caso se registraron tres tipos de vegetación, Manglar, Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana caducifolia. Del mismo modo

30 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. México.

Consulta al Público

para el área del proyecto se registró vegetación de Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana caducifolia

Para el Sistema Ambiental Regional en la vegetación de Manglar el valor del estrato arbóreo fue de 0.7587, el arbustivo de 1.4132, el herbáceo 1.0397 y en el caso del estrato de cactáceas no aplica ya que solo se registró una especie. Los valores del índice de Shannon en la selva mediana caducifolia para el estrato arbóreo fue de 2.2005, en el de cactáceas de 1.0562, el arbustivo de 3.2075 y el estrato de herbáceas de 2.0562. Finalmente, en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia los valores para los diferentes estratos fueron: arbóreo de 2.6070, cactáceas 1.5796, el estrato arbustivo de 3.0093 y el estrato de herbáceas de 1.3174. A excepción del estrato arbustivo en la vegetación de Selva mediana caducifolia (3.2075) y selva baja espinosa caducifolia (3.0093) que presentan una diversidad de moderada a alta, en general los valores del índice de Shannon para la vegetación del Sistema Ambiental Regional muestran que la diversidad es de baja a moderada considerando que ecosistemas conservados presentan valores superiores a 3, esto se debe a que existe una dominancia muy marcada por parte de algunas especies.

En lo correspondiente al área del proyecto los valores del índice de Shannon en la selva mediana caducifolia para el estrato arbóreo fue de 1.5774, en el de cactáceas de 0.7595, el arbustivo de 2.8211 y el estrato de herbáceas de 1.7348. Finalmente, en la vegetación de la selva baja espinosa caducifolia los valores para los diferentes estratos fueron: arbóreo de 2.8102, cactáceas 1.5702, el estrato arbustivo de 3.0816 y el estrato de herbáceas de 1.9286. A excepción del estrato arbustivo en la vegetación de Selva baja espinosa caducifolia (3.0816) que presentan una diversidad de moderada a alta, en general los valores del índice de Shannon para la vegetación del área del proyecto muestran que la diversidad es de baja a moderada considerando que ecosistemas conservados presentan valores superiores a 3, esto se debe a que existe una dominancia muy marcada por parte de algunas especies.

En este contexto, se encontraron elementos similares que componen la vegetación tanto en el SAR como en el área del proyecto, marcando una influencia antropogénica clara sobre la distribución de las especies, ocasionada por actividades como la agricultura y la ganadería principalmente, consiguiendo el desplazamiento de las comunidades vegetales primarias hacia zonas de difícil acceso. Del mismo modo se hace la observación de que la

Consulta al Público

vegetación de Manglar presente en el Sistema ambiental Regional no se verá afectada por las obras a realizarse dentro del proyecto.

En este sentido, dentro del SAR, se encuentran áreas de vegetación discontinuas, que de acuerdo con los recorridos de campo forman parte en muchos casos de zonas de cultivo abandonadas en procesos de regeneración, favoreciendo la recuperación de los ecosistemas y con ello su funcionalidad; sin embargo, existen remanentes de vegetación primaria dentro del SAR, que se encuentran fuertemente presionadas por actividades de cambio de uso de suelo, al igual que en el resto de la superficie del SAR.

Siguiendo este contexto, se tiene que tanto la vegetación de selva baja espinosa caducifolia y la selva mediana caducifolia reportada en este estudio dentro de las áreas del Sistema Ambiental Regional y el Área del proyecto son similares en cuanto a su estructura y composición de especies, con lo cual es posible mencionar que con la instalación del proyecto no se estarán afectando vegetación con distribución restringida, sin embargo, se detecta la presencia de especies nativas y endémicas en el sitio susceptibles a ser rescatadas por ser pioneras en la regeneración de áreas degradadas, por lo cual deberá de considerarse dicha acción como parte de las medidas de mitigación a implementar, con la finalidad de atenuar los impactos y compensar las condiciones ambientales previas a la perturbación generada por el proyecto.

En lo que respecta a la fauna se tiene que en cuanto a la distribución potencial en el área de estudio (que incluye el SAR, AP y LT) se obtuvieron:

- Herpetofauna; 80 especies, 13 de anfibios y 67 de reptiles, 29 de ellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Avifauna: 306 especies, 45 de ellas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Micromamíferos: 18 especies, dos de ellas en la NOM-059.
- Mamíferos medianos y grandes: 30 especies, 12 de ellas en la NOM-059.
- Quirópteros: 40 especies, tres de ellas en la NOM-059.

Mediante los muestreos se registraron en el área de estudio:

- Herpetos: nueve especies de anfibios y 25 especies de reptiles, esto representa el 42 % de la herpetofauna potencial y el 31 % de la reportada para el estado. 14 especies de anfibios y reptiles registrados se encuentran en la NOM-059, de ellas seis se registraron en el AP, cuatro en la LT y nueve en el SAR. Asimismo, tres especies de

Consulta al Público

reptiles son endémicas de la PBPY y se registró una especie introducida. Las familias de anfibios y reptiles mejor representadas son Hylidae y Colubridae. De las 33 especies de anfibios y reptiles registradas, 21 se distribuyen por el AP, 20 en el SAR y 12 en la LT. De acuerdo con los diferentes estimadores de riqueza, tenemos que con el esfuerzo de muestreo aplicado alcanzamos entre 72 y el 84 % de la riqueza total estimada. Los valores de diversidad para los anfibios y reptiles en el AP son de H' = 2.24, 1/D = 6.01 y AF = 6.1 y en el SAR H' = 2.3, 1/D = 6.66 y AF = 6.85. De los 336 individuos de anfibios y reptiles registrados la densidad más alta fue para la Lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*), el Sapo costero (*Incilius valliceps*) y el Huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps)*.

- Aves: 187 especies, el 41 % de las especies reportadas en el estado de Yucatán. De ellas 22 especies se encuentran enlistadas en la NOM-059, nueve se distribuyen en el AP, cuatro en la LT y 21 en el SAR. Las familias de aves mejor representadas son Parulidae, Tyrannidae y Scolopacidae. De acuerdo con su estacionalidad se registraron 121 especies de aves residentes, 57 migratorias y nueve transeúntes. El gremio de los insectívoros-recolectores en el follaje debajo del dosel fue el mejor representado con el 15 % de los registros. Asimismo, se reconocen 10 especies de aves cuasiendémicas, tres endémicas y una semiendémica. Para el análisis de completitud del área de estudio se registraron 181 especies de aves, 96 en el AP, 60 en la LT y 174 en el SAR, con esto se cubre entre 90 y el 93 % de la riqueza estimada. En los periodos fenológicos de las aves se presentó para el AP una mayor riqueza durante la reproducción y para el SAR durante la migración otoñal. Los valores de diversidad para las aves en el AP son H' = 3.73, 1/D = 24.64 y AF = 22.31 y en el SAR H' = 4.13, 1/D = 39.43 y AF = 29.64. La diversidad por período fenológico para las aves en el AP fue mayor en la reproducción y para el SAR fue mayor en la migración otoñal. Para las aves, en el AP la mayor densidad corresponde al Centzontle tropical (*Mimus gilvus*), la Codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), mientras que en el SAR la mayor densidad corresponde al Pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), la Codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*). La altura de vuelo más concurrida fue la 1, en la altura de vuelo 2 (riesgo de colisión) se registraron 42 contactos, con registros para cuatro especies susceptibles de colisión; el Milano tijereta (*Elanoides forficatus*), el Zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), el Zopilote común (*Coragyps atratus*), y el Zopilote aura (*Cathartes aura*).

Consulta al Público

Finalmente, al Norte del área del proyecto hay una región prioritaria para la conservación, la Reserva estatal de ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán. Sitio de importancia para el descanso, crianza y reproducción de las aves.

- Mamíferos (no voladores): sólo se registró una especie de micromamífero la Rata trepadora de orejas grandes (*Ototylomys phyllotis*). En cuanto a mamíferos medianos y grandes se obtuvieron 26 especies, esto representa el 89 % de las especies del potencial y 48 % de las especies en la PY. Nueve especies de mamíferos medianos y grandes se encuentran en la NOM-059 y cinco de ellas se registraron en el AP. Para toda el área de estudio se registró una riqueza de 26 especies de mamíferos no voladores, para el AP se reportan18 especies y para el SAR 26 especies, con esto se cubre entre el 87 y 88% de las especies estimadas. El análisis de la riqueza de acuerdo con los periodos fenológicos de los mamíferos (secas y lluvias) fue igual tanto en el AP como el SAR. Los valores de diversidad para los mamíferos medianos y grandes en el AP son de H' = 2.04, 1/D = 4.82 y AF = 3.75 y en el SAR H' = 2.54, 1/D = 9.12 y AF = 4.53. La diversidad por período fenológico para los mamíferos medianos y grandes en el AP fue mayor durante las lluvias y para el SAR fue mayor durante las secas. En los mamíferos, la mayor densidad (mediante transectos) para el AP corresponde al Coatí (*Nasua narica*) y al Coyote (*Canis latrans*), mientras que en el SAR corresponde al Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*). Mediante fototrampeo, la mayor abundancia relativa corresponde al Coatí (*Nasua narica*), el Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus)*.
- Quirópteros: 30 especies de murciélagos, 21 % de las especies reportadas para México y el 48 % de las presentes en la PY. De las 30 especies, 20 pertenecen al gremio de los insectívoros. Dos especies de murciélagos registrados se encuentran en la NOM-059. Durante el muestreo de quirópteros se registró una riqueza de 30 especies, para el AP se reportan 24 especies y para el SAR 29, con esto se cubre un 95 y 98 % de la riqueza estimada. Mediante el análisis por período fenológico para los quirópteros tanto para el AP como para el SAR se registró una mayor riqueza durante la temporada de lluvias. Los valores de diversidad para los quirópteros en el AP son de H' = 1.73, 1/D = 2.91 y AF = 3.68 y en el SAR H' = 1.59, 1/D = 2.44 y AF 3.49. La diversidad por periodo fenológico para los quirópteros en el AP y en el SAR fue mayor durante las lluvias. La especie que registra mayor actividad (AP y SAR) es *Pteronotus davyi*.

Consulta al Público

Respecto al paisaje, a partir de la integración de los componentes de la calidad (calidad visual intrínseca y extrínseca) se obtuvo la Calidad Visual, que en el SAR está fundamentalmente compuesta por tres clases principales; media (25.60 % de la superficie), media-alta (25.36 %) y baja-media (22.60 %), mientras que la Calidad Visual del área del proyecto es media-alta (29.61 %), media (26.55 %) o baja-media (23.56 %).

Por su parte, la Fragilidad Visual, resultado de la integración de la Fragilidad Adquirida y la Fragilidad de los Factores Visuales, tiene tres clases más abundantes en el SAR; como dominante la clase media (70.50 % de la superficie), además de baja-media (16.70 %) y media-alta (12.55%). En el área del proyecto se presenta una clase claramente dominante; media con 82.80 % y una clase secundaria; media-alta (15.35 %).

El Binomio Calidad-Fragilidad o Valor Final de Paisaje, mostró que el área del proyecto se encuentra principalmente inmersa en la Subclase 3.2 (zonas de calidad media y de fragilidad entre baja-media y media-alta), sobre las cuales se ha considerado que son zonas que podrían incorporarse tanto a la Clase 2 como a la Clase 4 en función de las circunstancias. Sin embargo, se considera que para la integración de la Subclase 3.2 en la Clase 2, serían precisas medidas de mitigación y compensación. Asimismo, una importante superficie se incluye en las Clases 4 (zonas de Calidad media-alta a alta y fragilidad baja a media) con instalación prevista de siete aerogeneradores y 5 (Zonas de calidad media-alta a alta y fragilidad media-alta a alta), con instalación prevista de otros dos aerogeneradores. Las zonas de esta última clase (5), deberían ser candidatas evidentes para su conservación a nivel paisajístico, por lo que se podría sugerir la reubicación de los aerogeneradores implicados en zonas más favorables (siempre considerando otros factores ambientales, como la vegetación natural y la fauna).

Finalmente, la exposición visual de la central eólica es muy elevada, existiendo línea visual con la totalidad de aerogeneradores prácticamente en el 71 % de la superficie del SAR y desde sólo un 8 % no será visible ningún aerogenerador. Además, por un lado, las características de tamaño y compacidad son negativas a efectos de impacto paisajístico, mientras que por otro se moderan esos impactos (desde un punto de vista macroespacial) debido a la forma y a la altura relativa (sobre el terreno) respecto al territorio circundante, que tienen características más favorables.

En lo que respecta a la composición sociodemográfica del SAR se tiene que dentro de sus límites se ubican 17 localidades, dos de ellas urbanas y 15 rurales, que en conjunto representa una población total de 10,862 habitantes.

Consulta al Público

Dentro del SAR, destacan las siguiente localidades por contar con población censada como indígena por el INEGI: San Francisco Manzanilla (310270002), Santa Rita (310270036), Lázaro Cárdenas (310270077), La Rosita (310270081), CRIDI (310270110), Noc Ac (311060008), Franklin (311060036), Dzidzantún (310270001) y Dzilam de Bravo (310280001). En virtud del resolutivo de SENER Oficio 117.- DGAEISyCP.4124/16 no se considera necesaria la realización de una consulta previa, libre e informada.

Los datos relativos a la población económicamente activa, población económicamente no activa, población ocupada y población desocupada presentan datos dispares, como se explica en los apartados precedentes.

En el caso de los indicadores de pobreza se tiene que los municipios sobre los que incide el SAR no se encuentran entre los más pobres o en pobreza extrema en el estado de Yucatán, sino que están en una situación favorable en comparación con los municipios más pobres. En lo que respecta al Índice de rezago social municipal, se tiene que los municipios de Dzidzantún (31027) y Dzilam de Bravo (31028) pasaron de un grado de rezago social Muy Bajo del año a 2000 a Bajo en el año 2015. El municipio de Dzilam González (31029) pasó de un grado de rezago social Medio en el año 2000 a un grado Bajo en el año 2015.

En cuanto a los servicios de salud, es preciso mencionar que dentro del SAR existen localidades donde la población no cuenta con ningún tipo de derechohabiencia para algún servicio de salud, en específco esta población se concentra en Dzidzantún (310270001), con un total de 906 personas. En segundo lugar con el mayor número de personas sin derechohabiencia está Dzilam de Bravo (310280001), con 264 personas. Por último, en tercer lugar tenemos a San Francisco Manzanilla (310270002) con 69 personas que no cuentan con servicios de salud.

Finalmente, en cuanto a servicios básicos dentro de las viviendas, se tiene que dentro del SAR existen multiples viviendas que carecen de servicios como agua entubada, luz eléctrica, drenaje, piso de tierra, entre otras, tal es el caso de las localidades de Dzidzantún y Dzilam de Bravo donde hay 684 y 142 hogares –respectivamente- que no cuentan con el servicio de agua entubada, por citar un ejemplo.

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO V

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1. Identificación de impactos 1

V.1.1. Componentes y factores ambientales 1

V.1.2. Actividades asociadas al desarrollo de proyecto 2

V.1.3. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 4

V.1.4. Análisis de la Matriz Causa-Efecto 11

V.2. Caracterización de los impactos 19

V.2.1. Componente Agua 19

V.2.2. Componente Suelo 21

V.2.3. Componente Aire 24

V.2.4. Componente Paisaje 26

V.2.5. Componente Flora 28

V.2.6. Componente Fauna 32

V.2.7. Componente Social 39

V.2.8. Componente Económico 41

V.2.9. Indicadores de impacto y de cambio climático 42

V.3. Valoración de impactos 46

V.4. Impactos residuales 79

V.5. Impactos acumulativos 82

V.5.1. Componente Paisaje 83

V.5.2. Componente Flora 84

V.5.3. Componente Fauna 85

V.5.4. Componente Social y económico 85

V.6. Conclusiones 86

Consulta al Público

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de componentes y factores ambientales. 2
Tabla 2. Listado de actividades del proyecto por etapa de ejecución. 3
Tabla 3. Atributos y su valoración. 10
Tabla 4. Descripción del impacto: Aumento de la escorrentía superficial. 20
Tabla 5. Descripción del impacto disminución de la infiltración. 20
Tabla 6. Descripción del impacto Contaminación. 21
Tabla 7. Descripción del impacto Incremento en la erosión hídrica y eólica. 22
Tabla 8. Descripción del impacto Incremento en la erosión hídrica y eólica. 23
Tabla 9. Descripción del impacto contaminación por residuos. 23
Tabla 10. Descripción del impacto pérdida de la fertilidad. 24
Tabla 11. Descripción del impacto incremento en los niveles de ruido. 25
Tabla 12. Descripción del impacto incremento en la cantidad de contaminantes. 26
Tabla 13. Descripción del impacto incremento en la cantidad de partículas suspendidas. 26
Tabla 14. Descripción del impacto disminución en la calidad del paisaje. 27
Tabla 15. Descripción del impacto cambio en la vulnerabilidad del paisaje. 28
Tabla 16. Descripción del impacto disminución de la riqueza específica y cambio en la composición 29
Tabla 17. Descripción del impacto disminución en el tamaño de las poblaciones. 30
Tabla 18. Descripción del impacto afectación a los patrones de dispersión. 30
Tabla 19. Descripción del impacto disminución del banco de semillas. 31
Tabla 20. Descripción del impacto afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 31
Tabla 21. Descripción del impacto afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 33
Tabla 22. Descripción del impacto Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición 35
Tabla 23. Descripción del impacto: Reducción de fuentes y áreas de alimentación. 36
Tabla 24. Descripción del impacto: Modificación de los patrones de comportamiento. 37
Tabla 25. Descripción del impacto: Modificación de los patrones de comportamiento. 38
Tabla 26. Descripción del impacto: Mortalidad de fauna voladora por colisión/barotraumatismo. 38
Tabla 27. Descripción del impacto: Posible generación de conflictos de convivencia. 40

Consulta al Público

Tabla 28. Descripción del impacto: Posible incremento en conductas discriminatorias. 41
Tabla 29. Descripción del impacto: Incremento del empleo. 42
Tabla 30. Descripción del impacto: Incremento del poder adquisitivo de algunas familias. 42
Tabla 31. Indicadores de impacto. 46
Tabla 32. Matriz de importancia de impactos para la etapa de planeación del proyecto. 48
Tabla 33. Matriz de importancia de impactos para la etapa de preparación del sitio. 49
Tabla 34. Matriz de importancia de impactos para la etapa de construcción. 50
Tabla 35. Matriz de importancia de impactos para la etapa de operación y mantenimiento. 51
Tabla 36. Matriz de importancia de impactos para la etapa de desmantelamiento y abandono. 52
Tabla 37. Valores asignados para el análisis. 55
Tabla 38. Dinámica del impacto aumento en la escorrentía superficial. 55
Tabla 39. Dinámica del impacto disminución de la infiltración. 56
Tabla 40. Dinámica del impacto contaminación. 56
Tabla 41. Dinámica del impacto incremento en la erosión hídrica y eólica. 57
Tabla 42. Dinámica del impacto aumento en la compactación del suelo. 57
Tabla 43. Dinámica del impacto aumento en la contaminación por residuos. 58
Tabla 44. Dinámica del impacto pérdida de fertilidad. 59
Tabla 45. Dinámica del impacto incremento en los niveles de ruido. 59
Tabla 46. Dinámica del impacto incremento en la emisión de contaminantes. 60
Tabla 47. Dinámica del impacto incremento en la cantidad de partículas suspendidas. 60
Tabla 48. Dinámica del impacto disminución de la calidad del paisaje. 61
Tabla 49. Dinámica del impacto cambio en la vulnerabilidad del paisaje. 61
Tabla 50. Dinámica del impacto disminución de la riqueza específica y cambio en la composición. 62
Tabla 51. Dinámica del impacto disminución en el tamaño de las poblaciones. 62
Tabla 52. Dinámica del impacto afectación en los patrones de dispersión. 63
Tabla 53. Dinámica del impacto disminución del banco de semillas. 63
Tabla 54. Dinámica del impacto afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 64

Consulta al Público

Tabla 55. Dinámica del impacto afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 65
Tabla 56. Dinámica del impacto eliminación /reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso). 65
Tabla 57. Dinámica del impacto Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición....66
Tabla 58. Dinámica del impacto incremento en la mortalidad por atropello....66
Tabla 59. Dinámica del impacto mortalidad por colisión o barotraumatismo. 67
Tabla 60. Dinámica del impacto generación de conflictos de convivencia. 67
Tabla 61. Dinámica del impacto incremento en conductas discriminatorias. 68
Tabla 62. Dinámica del impacto incremento del empleo. 68
Tabla 63. Dinámica del impacto Incremento del poder adquisitivo de algunas familias. 69
Tabla 64. Tipología de impactos para la etapa de planeación del proyecto. 71
Tabla 65. Tipología de impactos para la etapa de preparación del sitio. 73
Tabla 66. Tipología de impactos para la etapa de construcción. 74
Tabla 67. Tipología de impactos para la etapa de operación y mantenimiento....76
Tabla 68. Tipología de impactos para la etapa de operación y mantenimiento....78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología general de la para la identificación y valoración de impactos....5

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Incidencias por actividad en la etapa de preparación de sitio. 12
Gráfica 2. Incidencias por actividad en la etapa de construcción. 13
Gráfica 3. Incidencias por actividad en la etapa de operación y mantenimiento....14
Gráfica 4. Incidencias por actividad en la etapa de desmantelamiento y abandono. 15
Gráfica 5. Incidencias por etapa del proyecto. 16
Gráfica 6. Incidencias por componente ambiental. 17
Gráfica 7. Incidencias por factor ambiental....18
Gráfica 8. Caracterización de los impactos negativos por etapa del proyecto....53
Gráfica 9. Caracterización de los impactos positivos por etapa del proyecto. 54

Consulta al Público

Gráfica 10. Incidencias por actividad en la etapa de planeación del proyecto. 71
Gráfica 11. Incidencias por actividad en la etapa de preparación de sitio. 73
Gráfica 12. Incidencias por actividad en la etapa de construcción. 75
Gráfica 13. Incidencias por actividad en la etapa de operación y mantenimiento.....77
Gráfica 14. Incidencias por actividad en la etapa de desmantelamiento y abandono. 79

Consulta al Público

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Dentro de este apartado se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales que podrían ocurrir derivado de la implementación de la "Central Eólica Dzidzantún", el análisis señalado se realizará a partir de las condiciones bióticas, abióticas y sociales actuales que caracterizan el área del proyecto, mismas que se verán influenciadas por las diferentes actividades del mismo durante toda la vida útil considerada.

En este sentido, se analizarán todos los componentes ambientales que pudiesen resultar afectados por la implementación del proyecto en el sitio durante cada una de las etapas de desarrollo del mismo (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono de sitio), considerando en todo momento las condiciones actuales presentes y las modificaciones que el proyecto traerá consigo, para lo cual se tomará como referencia las condiciones bióticas y abióticas del SAR y su correspondencia con el polígono del proyecto.

V.1. Identificación de impactos

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al desarrollo del proyecto genera un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer precisamente cuáles son aquellos componentes que pudieran resultar sensibles a alguna modificación en la dinámica de intercambio de materia y energía en el sistema de estudio. A esos componentes del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio es a lo que para fines del procedimiento de evaluación se denomina "componentes ambientales". La modificación que los componentes ambientales sufren al entrar en contacto con uno o varios agentes de cambio, es lo que nos indica si determinada actividad dentro del sistema da lugar a un impacto en el mismo.

V.1.1. Componentes y factores ambientales

Derivado de lo anterior, se procedió a la identificación de componentes ambientales susceptibles a los cambios que se generarán a partir del desarrollo de las distintas actividades asociadas a la ejecución del proyecto en sus distintas etapas; en la siguiente tabla se enlistan los componentes ambientales identificados, así como los factores

Consulta al Público

ambientales definidos como aquellas características específicas que serán influenciadas por el proyecto.

Es importante mencionar que la lista de componentes y factores ambientales generada, se elabora de acuerdo con la experiencia y con un criterio interdisciplinario del equipo de trabajo que interviene en este estudio.

SISTEMA			FACTOR
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	
MEDIO FISICO	MEDIO ABIÓTICO	AGUA	Captación natural
			Calidad
		SUELO	Erosión
			Estructura
			Calidad
			Fertilidad
		AIRE	Ruido
			Calidad
		PAISAJE	Calidad
			Vulnerabilidad
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad
			Poblaciones
			Dispersión
			Especies vulnerables
		FAUNA	Especies vulnerables
			Diversidad
			Modificación de hábitat
			Mortalidad
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Convivencia
		ECONOMICO	Empleo
			Economía de las familias

Tabla 1. Listado de componentes y factores ambientales.
Fuente: Promovente. Elaboración Propia.

Consulta al Público

V.1.2. Actividades asociadas al desarrollo de proyecto

Con la finalidad de conocer de qué manera el proyecto incidirá o provocará cambios sobre los componentes ambientales identificados, resulta indispensable conocer las actividades que se asocian a cada una de las etapas del proyecto, es por ello que tomando como base la información presentada dentro del capítulo II del presente estudio,

en la siguiente tabla se enlistan las diferentes actividades que se realizarán en las etapas de Planeación del proyecto, Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento y Abandono del sitio.

ETAPA	ACTIVIDAD
Planeación	Gestión de trámites y permisos
Preparación del sitio	Desmonte
	Despalme
Construcción	Nivelación del terreno
	Adecuación de caminos existentes
	Excavación de cepas (LAT)
	Cimentación de estructuras (LAT)
	Relleno, compactación y nivelación (LAT)
	Apertura de caminos nuevos
	Apertura de zanjas
	Armado, nivelado y montaje de estructura (LAT)
	Plataformas
	Cimentaciones
	Vestido de estructuras (LAT)
	Obra civil subestación
	Tendido y tensionado de cable conductor y guarda (LAT)
	Montaje de aerogeneradores
	Pruebas operativas (LAT)
	Retiro de maquinaria y materiales
Operación y mantenimiento	Generación de energía
	Conducción eléctrica (subterránea)
	Transformación
	Mantenimiento al derecho de vía (LAT)
	Mantenimiento a la infraestructura electromecánica (LAT)
	Mantenimiento a la infraestructura civil (LAT)
	Mantenimiento de aerogeneradores
Desmantelamiento y abandono	Desconexión de aerogeneradores
	Desmontaje de aerogeneradores
	Desmantelamiento instalaciones eléctricas
	Desmontaje de torres
	Retiro de cimentaciones

Tabla 2. Listado de actividades del proyecto por etapa de ejecución.
Fuente: Promovente. Elaboración Propia.

Consulta al Público

Tal como se mencionó en el Capítulo II del presente estudio, la etapa de desmantelamiento y abandono se considera de manera hipotética, ya que se prevé un mantenimiento continuo de todas las instalaciones de la Central Eólica, de tal modo que los componentes alcancen tiempos superiores de vida útil, por lo tanto si fuese necesario el cierre del proyecto, el Promovente realizaría las comunicaciones necesarias a la autoridad, integrando un Plan de Cierre de las instalaciones donde se describirían las estrategias a emplear para el desmantelamiento de la infraestructura, así como la gestión de los residuos y los planes de restauración del sitio.

V.1.3. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales derivados del desarrollo de las diferentes actividades consideradas dentro del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", se realizó mediante el análisis de la información desde una perspectiva de planeación del proyecto, es decir, la base de la presente evaluación de impactos parte de la experiencia previa del Promovente en la instalación de parques eólicos, y en la experiencia de SER Consultores en la identificación de las características específicas del sitio y en torno a ello, considerar las necesidades estructurales del proyecto, a fin de poder identificar los componentes ambientales (bióticos y abióticos) que se verán influenciados por el desarrollo del proyecto, así como la identificación y valorización de los impactos ambientales y socioeconómicos asociados, en el siguiente diagrama se muestra el procedimiento general utilizado.

Consulta al Público

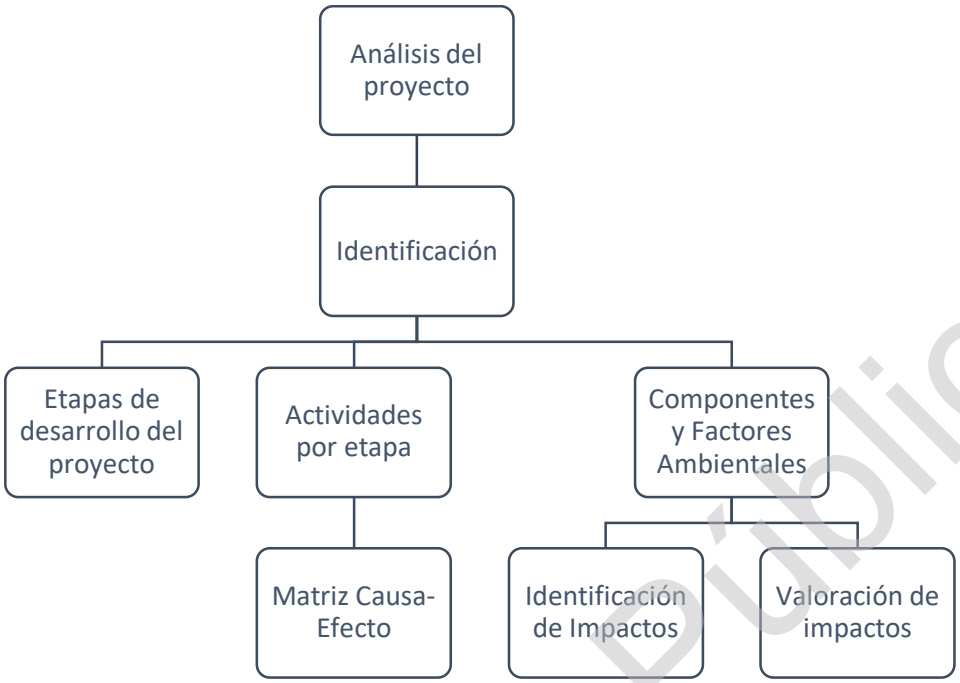


Figura 1. Metodología general de la para la identificación y valoración de impactos.
Fuente: Elaboración propia.

En relación con lo anterior, para la identificación y valoración de impactos ambientales, se utilizaron dos métodos diferentes pero complementarios entre sí, el primero basado en la metodología propuesta por Leopold (1971) utilizado para obtener la interacción de las actividades del proyecto con los componentes y factores ambientales, cuyo resultado es una Matriz causa-efecto; en segundo lugar para la valoración de impactos, se utilizó la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (2010)[1], la cual se puede definir como una metodología semicuantitativa dado que su valoración se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador; por lo cual es una metodología simple que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos sobre el medio y su influencia sobre el ambiente.

En este sentido, los parámetros que considera la metodología de Conesa Fernández-Vítora (2000) que permiten evaluar numéricamente la tipología y la importancia de los impactos generados por la implementación del proyecto son los siguientes:

- Naturaleza o Signo (+/-)

[1] Conesa Fernández-Vitora (2010) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental; 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa; España

Consulta al Público

- Intensidad (I)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

En la siguiente tabla se muestra cada uno de los atributos considerados para la evaluación de los impactos identificados de acuerdo con la metodología.

ATRIBUTOS	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Naturaleza o Signo	(+) o (-)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir. Este carácter (x), También reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.	
Intensidad	I	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12

Consulta al Público

ATRIBUTOS	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Extensión	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítica (+4)
Momento	MO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1). Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.	Largo plazo 1 Medio plazo 2 Inmediato 4 Crítico (+4)

Consulta al Público

ATRIBUTOS	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Persistencia	PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1 Medio plazo 2 Irreversible 4
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten	Sin sinergismo 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4

Consulta al Público

ATRIBUTOS	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
		casos de debilitamiento (impactos antagónicos), la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1 Acumulativo 4
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1 Directo 4
Periodicidad	PR	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Irregular o aperiódico y discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4

Consulta al Público

ATRIBUTOS	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero cuando existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable de manera inmediata 1 Recuperable a plazo medio 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8
Importancia del Impacto		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados. Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación: I = ±[3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]	

Tabla 3. Atributos y su valoración.
Fuente: Conesa Fernández-Vítora (2000).

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

Los valores intermedios (entre 40 y 60) se producen cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.

Consulta al Público

- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Dentro de la evaluación de la matriz se identifican los impactos de naturaleza negativa de la siguiente manera:

Los impactos **IRRELEVANTES** adquieren valores de importancia **inferiores a 25**.

Los impactos **MODERADOS** presentan una importancia entre **25 y 50**.

Los impactos **SEVEROS** toman un valor entre **50 y 75**.

Los impactos **CRÍTICOS** se dan cuando el valor sea **superior a 75.**



En el caso de los impactos con naturaleza positiva estos se identifican como se menciona a continuación:

Los impactos **ALGO BENEFICIOSOS** adquieren valores de importancia **inferiores a 25**.

Los impactos **BENEFICIOSOS** presentan una importancia entre **25 y 50**.

Los impactos **MUY BENEFICIOSOS** toman un valor entre **50 y 75**.

Los impactos **EXTRAORDINARIAMENTE BENEFICIOSOS** se dan cuando el valor sea **superior a 75.**



V.1.4. Análisis de la Matriz Causa-Efecto

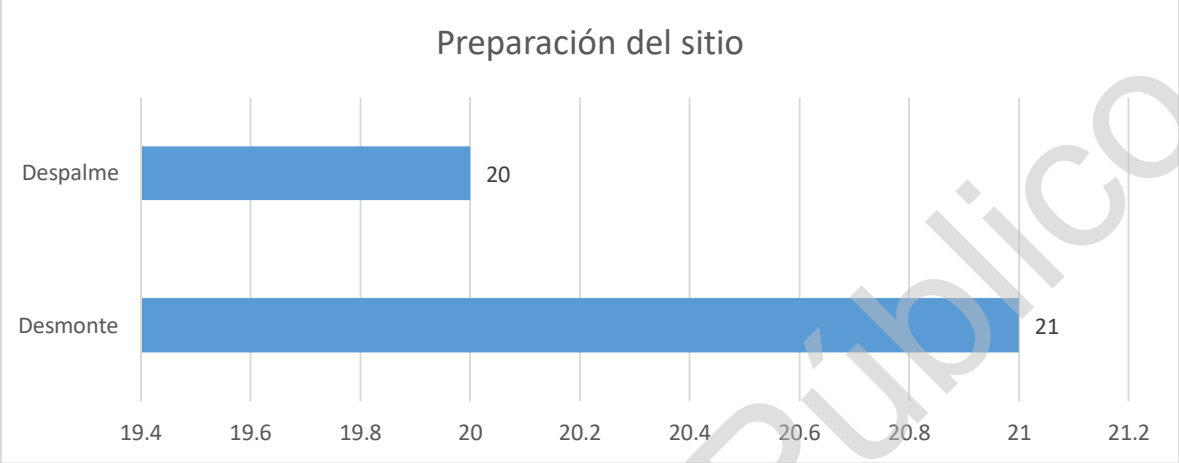
Una vez analizadas las actividades consideradas dentro de cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, respecto a la interacción que tendrán con los componentes del medio donde serán instalados, se tiene que en total se presentarán 253 interacciones como resultado de relacionar 31 actividades con 21 factores ambientales, sociales y económicos identificados.

Del total de las interacciones identificadas, se tiene que 160 corresponden al medio abiótico, mientras que para el medio biótico se tiene un total de 78 interacciones y para el socioeconómico sólo 15 incidencias.

Ahora bien, en cuanto a las interacciones identificadas por etapa de desarrollo del proyecto se tiene que para la etapa de planeación del proyecto se contabilizó únicamente una interacción.

Consulta al Público

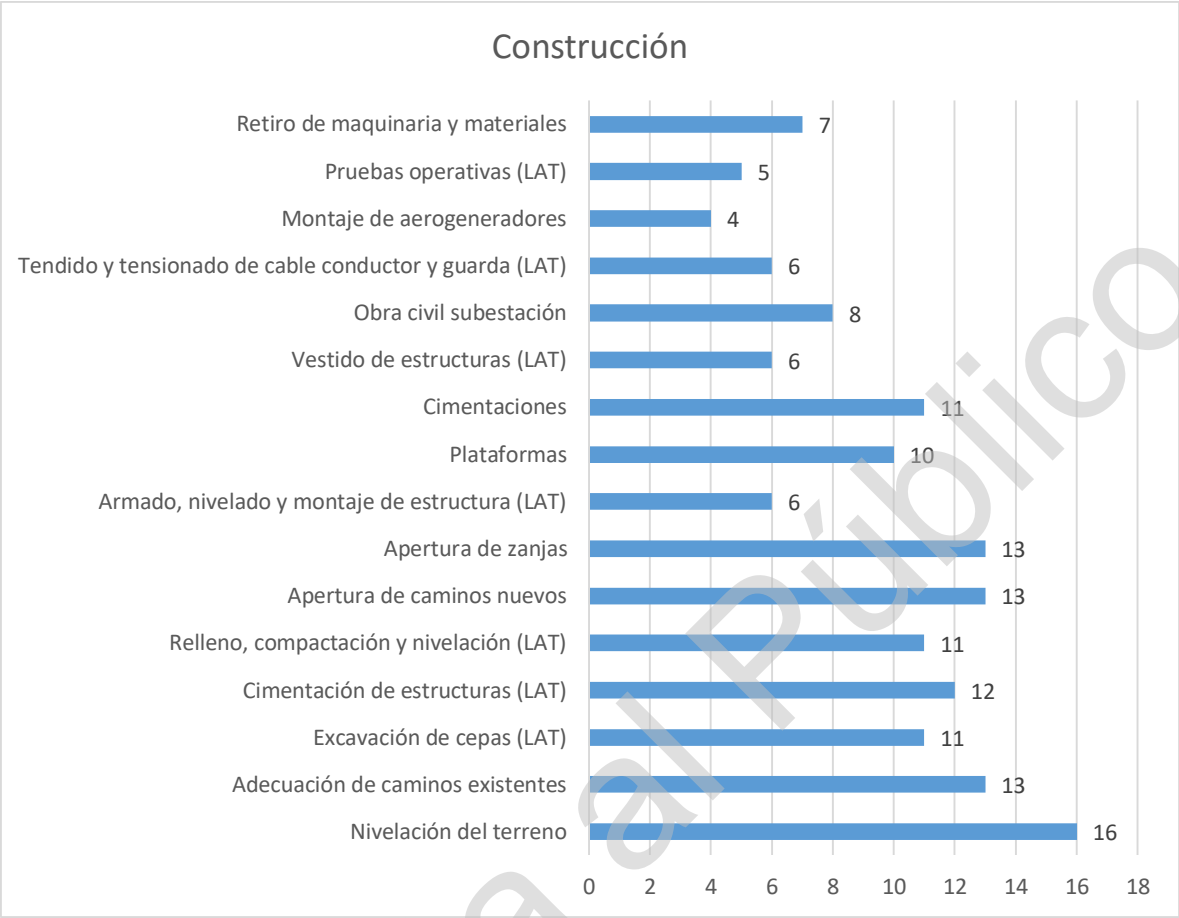
En el caso de la etapa de preparación del sitio se detectaron para el desmonte y el despalme un total de 20 y 21 interacciones respectivamente, tal como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 1. Incidencias por actividad en la etapa de preparación de sitio.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, para la etapa de construcción, se identificaron en total 152 incidencias, donde la actividad con un mayor número corresponde a la nivelación del terreno con 16 interacciones, mientras que la actividad con menor número de incidencias es el montaje de aerogeneradores con solo 4 incidencias. En el siguiente gráfico se puede observar a detalle el número de incidencias por actividad considerada para esta etapa.

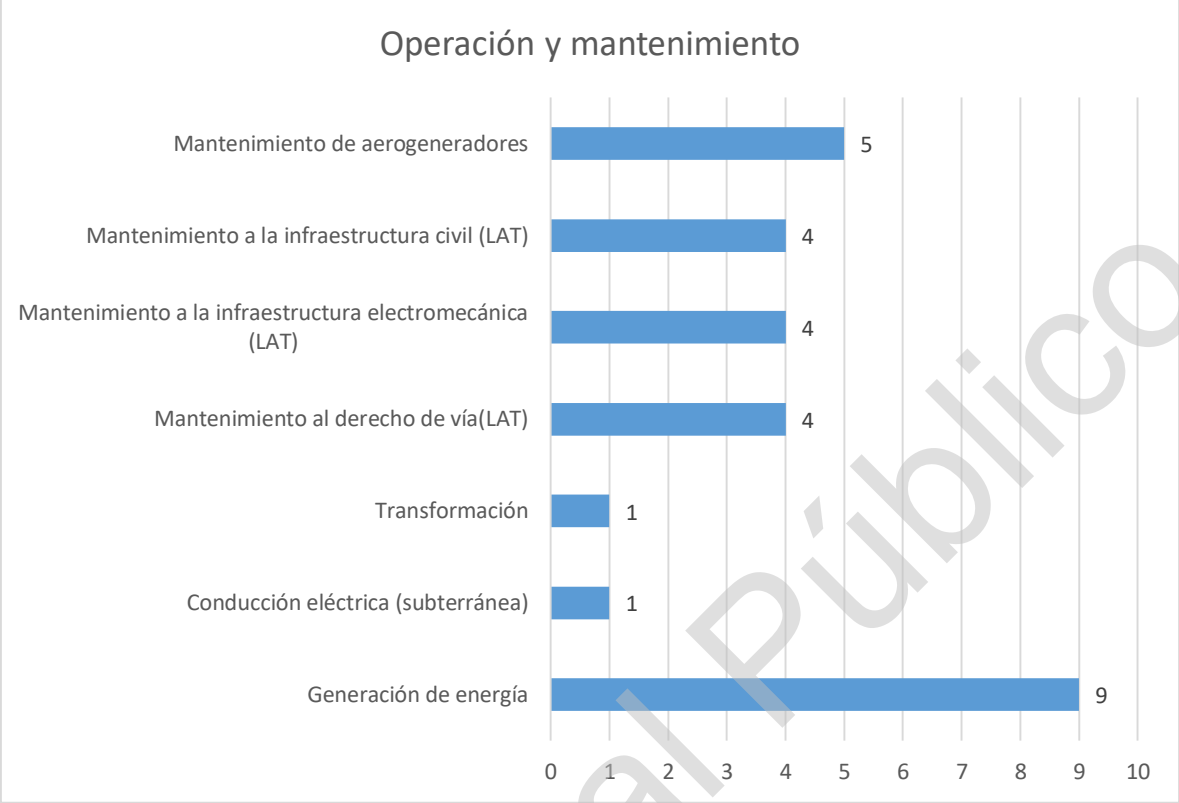
Consulta al Público



Gráfica 2. Incidencias por actividad en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se tiene un total de 28 interacciones divididas entre las siete actividades consideradas para esta etapa. La actividad con mayor número de interacciones es la generación de energía, mientras que las que menor número de incidencias tienen son la transformación y la conducción eléctrica. En la siguiente tabla se muestra el detalle de las interacciones por actividad.

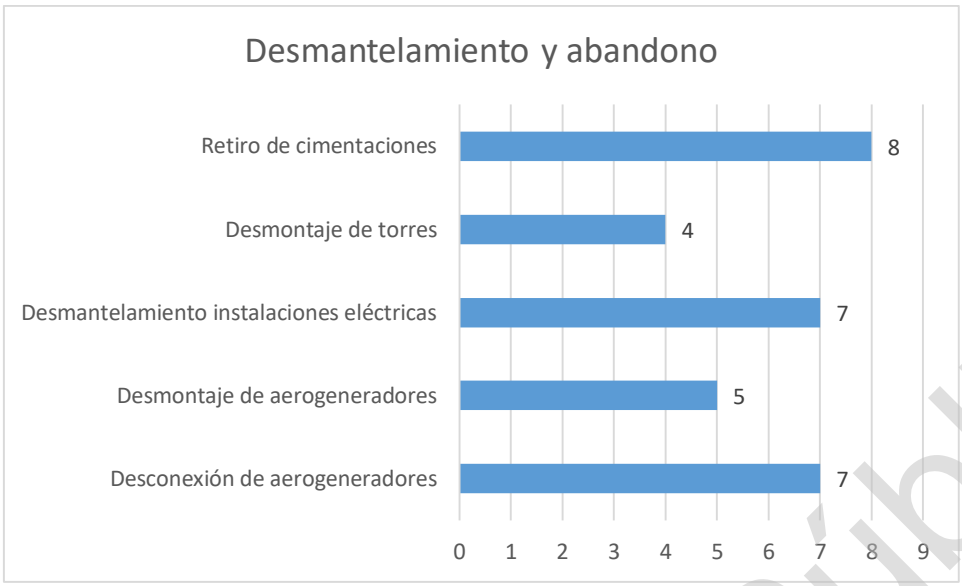
Consulta al Público



Gráfica 3. Incidencias por actividad en la etapa de operación y mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para la etapa de desmantelamiento y abandono, se identificaron en total 31 interacciones, siendo la actividad con más incidencias el retiro de las cimentaciones (8 incidencias), mientras que la actividad con menor número de incidencias es el desmontaje de torres con solo cuatro incidencias, en la siguiente gráfica se observa el detalle de las incidencias por cada actividad considerada en la etapa.

Consulta al Público



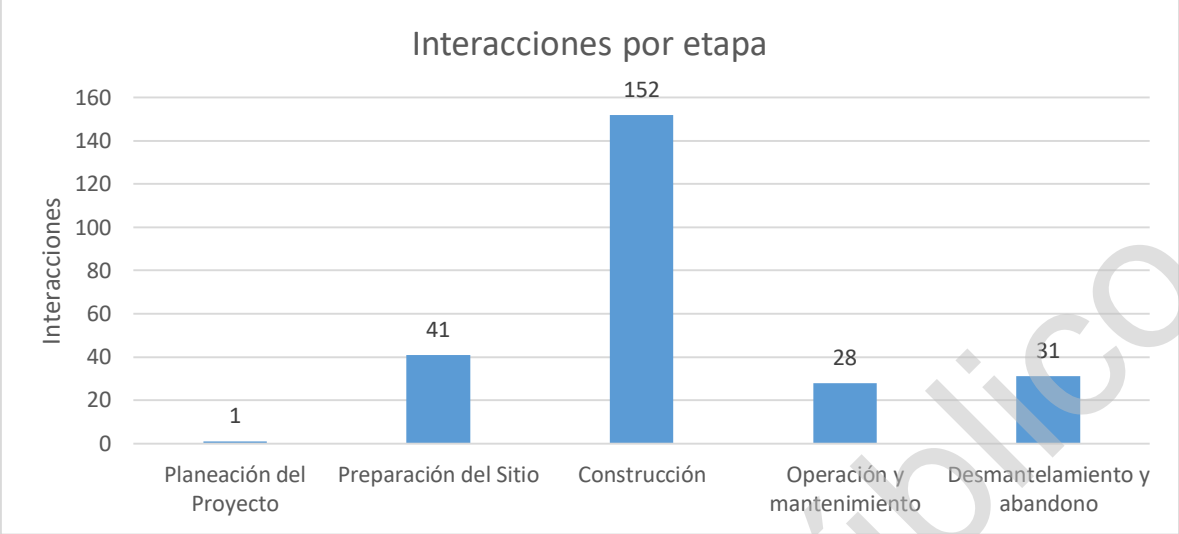
Gráfica 4. Incidencias por actividad en la etapa de desmantelamiento y abandono.
Fuente: Elaboración propia.

La Matriz de Interacción Causa-Efecto se encuentra anexa de manera digital al presente documento, con la finalidad de demostrar a la autoridad correspondiente la relación entre las actividades y los componentes y factores identificados para este procedimiento.

Anexo V-1. Matriz de Impactos Causa-Efecto

En resumen, la etapa con mayor número de interacciones corresponde a la construcción con un total de 152 incidencias, mientas que la planeación del proyecto es la etapa con menos incidencias registradas (1 interacción), en la siguiente gráfica se muestra el número de incidencias por etapa del proyecto.

Consulta al Público

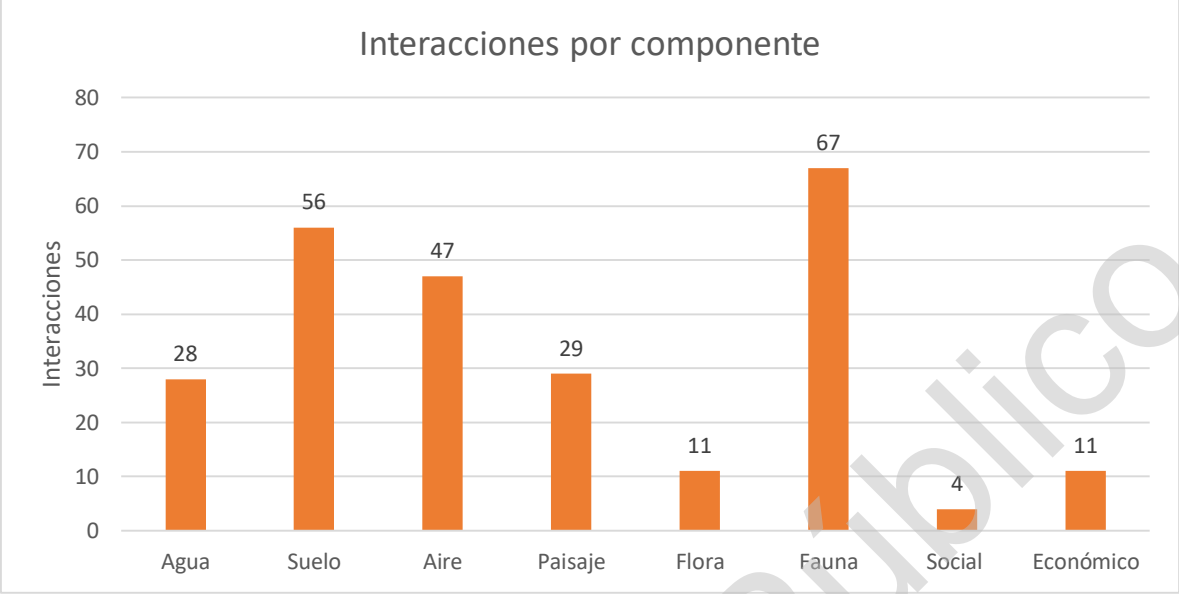


Gráfica 5. Incidencias por etapa del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

En relación a las interacciones identificadas para cada componente ambiental, se tiene que el componente con mayor número de incidencias corresponde a la fauna, con un total de 67 interacciones, mientras que el componente flora y económico presentan solo 11 incidencias cada uno; es importante señalar que, para el caso de los componentes social y económico, las interacciones contabilizadas corresponden al inicio de las etapas, debido a que una contabilización por actividad podría sobreestimar las incidencias del proyecto sobre estos factores del medio.

En la siguiente gráfica se muestra la incidencia sobre los componentes susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto.

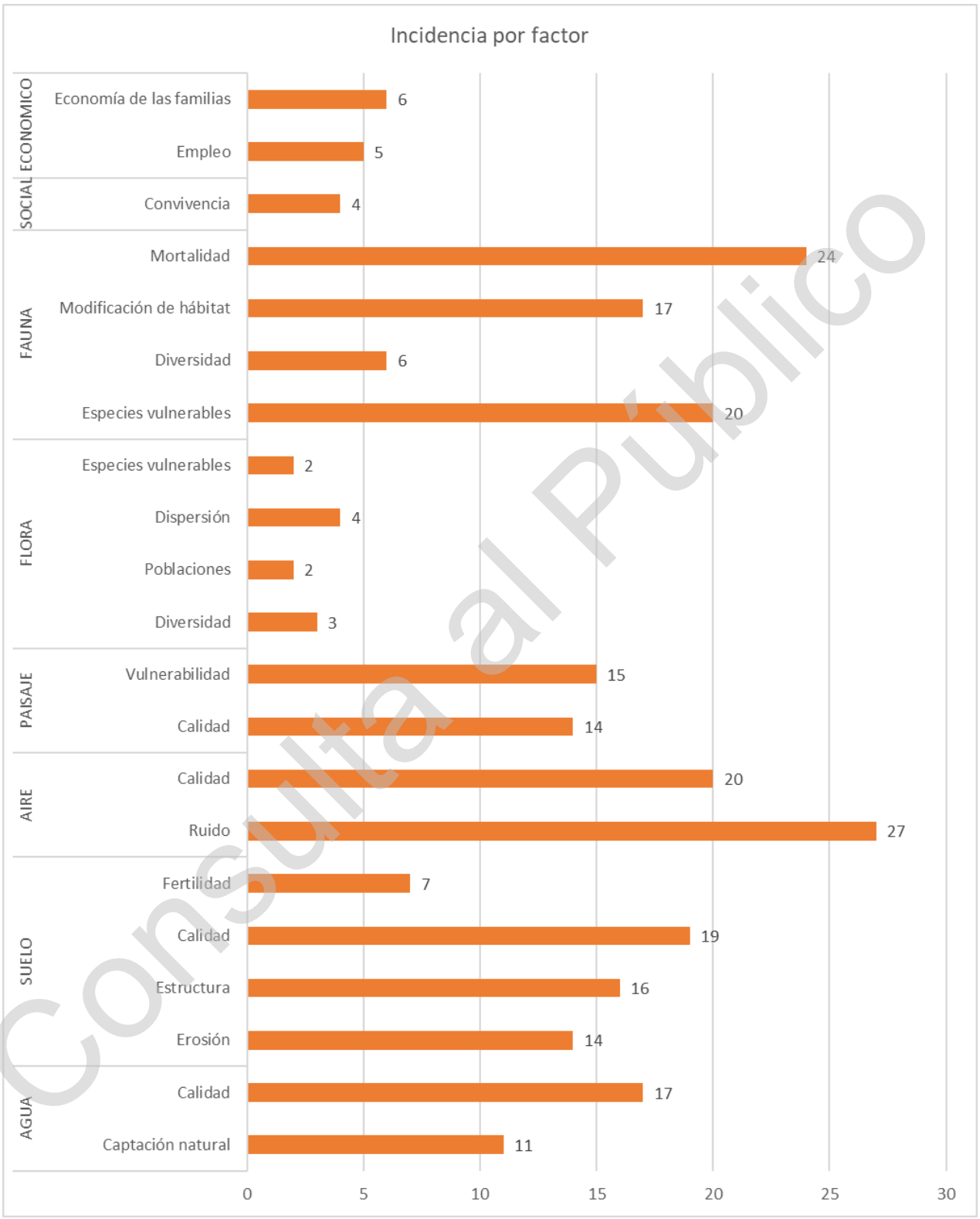
Consulta al Público



Gráfica 6. Incidencias por componente ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las incidencias identificadas para cada uno de los factores ambientales que se verán influenciados por el desarrollo del proyecto, se tiene que el ruido y la mortalidad con 27 y 24 interacciones respectivamente serán lo más influenciados, mientras que los factores con menos incidencias son poblaciones y especies vulnerables de flora con solo dos incidencias.

Consulta al Público



Consulta al Público

Gráfica 7. Incidencias por factor ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

V.2. Caracterización de los impactos

Después de haber identificado las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes y factores ambientales, es posible identificar y describir los impactos que se prevé que ocurran tomando en cuenta las condiciones actuales que prevalecen en el sitio, con la finalidad de señalar la dinámica del impacto en las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

Dentro de los siguientes párrafos se muestra la descripción de cada uno de los impactos por componente ambiental, la descripción estará asociada a la o las etapas en las que el efecto será evidente.

V.2.1. Componente Agua

En el caso del componente agua, se prevé la ocurrencia de tres impactos potenciales derivados de las características hidrológicas del área del proyecto y sus colindancias, así como de la infraestructura que será necesaria instalar para cumplir con los objetivos del proyecto. Es por ello que, se considera que los principales factores que pudieran resultar afectados son la captación de agua (infiltración y escorrentía) y la calidad del recurso (contaminación).

En las tablas que a continuación se presentan, se describe de manera puntual los impactos identificados para el componente agua considerando las etapas de ejecución del proyecto.

Factor: Captación		Impacto: Aumento en la escorrentía superficial
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	El aumento en la escorrentía superficial se relaciona de manera directa con la remoción de la cubierta vegetal que se realizará en el área del proyecto, ya que la vegetación tanto natural como inducida funciona como un amortiguador que disminuye la velocidad de la caída del agua precipitada previo a su llegada al suelo, lo que evita que el agua se escurra desproporcionalmente por la zona, presentándose una pérdida del recurso.
	Construcción	Durante esta etapa, el aumento en la escorrentía estará asociado al paso de vehículos y maquinaria que transitarán por los caminos y áreas de obra, ya que la compactación del suelo limita la captación de agua y favorece la escorrentía,

Consulta al Público

Factor: Captación		Impacto: Aumento en la escorrentía superficial
		así mismo se verá influenciada por los propios procesos constructivos de la obra.
	Operación y mantenimiento	No aplica
	Desmantelamiento y abandono	Se espera que con las acciones que se realicen como parte del desmantelamiento y abandono sea posible revertir de manera paulatina los efectos ocasionados sobre la escorrentía superficial.

Tabla 4. Descripción del impacto: Aumento de la escorrentía superficial.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Captación natural		Impacto: Disminución de la infiltración
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	La disminución de la infiltración estará asociada principalmente al cambio de uso de suelo forestal, ya que es una actividad que incluye el cambio en la composición de la estructura del suelo y de su cobertura, con lo cual la captación de agua a partir de la infiltración se verá reducida, de manera específica en las áreas donde se realice desmonte y despalme.
	Construcción	Durante la etapa de construcción, este impacto estará asociado al tránsito de maquinaria y vehículos, así como a la construcción de estructuras como las zapatas de los aerogeneradores (superficie cubierta de concreto) y las plataformas de montaje (superficie compactada), en todos los casos el impacto se producirá por el cambio en la estructura del suelo, que dificultará la infiltración de agua que se precipite en la zona.
	Operación y mantenimiento	No aplica
	Desmantelamiento y abandono	Se espera que con las acciones que se realicen como parte del desmantelamiento y abandono sea posible revertir los efectos ocasionados sobre la infiltración por el proyecto.

Tabla 5. Descripción del impacto disminución de la infiltración.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Factor: Calidad		Impacto: Contaminación
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	De acuerdo a lo señalado dentro del Capítulo IV del presente estudio, dentro del área del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales, sin embargo, las características edafológicas y geológicas del sitio y en general de la Península de Yucatán, permiten que el agua fluya de forma subterránea, a poca profundidad, por lo que la calidad de este recurso se puede ver comprometido durante los procesos constructivos del proyecto, especialmente durante aquellos que requieran excavaciones. Además, es importante mencionar que regionalmente lo infiltración del agua precipitada es rápida en comparación con otros sitios, por lo que se considera como potencial este impacto durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como durante el desmantelamiento. Es importante mencionar que la probabilidad de ocurrencia de este impacto es mayor durante la preparación del sitio y construcción.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	
	Desmantelamiento y abandono	

Tabla 6. Descripción del impacto Contaminación.
Fuente: Elaboración propia.

V.2.2. Componente Suelo

Tomando en cuenta la composición edafológica del área del proyecto, así como la necesidad de ejecutar distintas acciones para cumplir los objetivos del proyecto, se espera que potencialmente se presenten tres impactos para este componente. Dentro de las siguientes tablas se describen cada uno de los impactos en relación a la etapa del proyecto donde se presentarán.

Factor: Erosión		Impacto: Incremento en la erosión hídrica y eólica
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Este impacto se asocia directamente a las actividades de desmonte y despalme, que en conjunto cambian las condiciones del suelo y la cobertura vegetal, propiciando la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica.

Consulta al Público

	Construcción	Durante esta etapa el incremento en la erosión hídrica y eólica, estará asociado al movimiento de tierras principalmente, sobre todo en aquellos lugares donde se haya removido la vegetación y el suelo fértil.
	Operación y mantenimiento	No aplica
	Desmantelamiento y abandono	Con las acciones de revegetación que se realicen posterior al desmantelamiento del proyecto, se espera que este efecto se revierta.

Tabla 7. Descripción del impacto Incremento en la erosión hídrica y eólica.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Estructura		Impacto: Aumento en la compactación del suelo
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Este impacto se presentará únicamente en las áreas donde se construya o adecue infraestructura propia del proyecto, y durante la etapa de preparación de sitio será más importante en aquellas áreas que ostentan cobertura vegetal natural, ya que la estructura del suelo está dada en su mayoría por la presencia de vegetación y materia orgánica. El efecto estará asociado al paso de camiones y vehículos en el sitio.
	Construcción	Durante la construcción, la compactación de los suelos estará influenciada por el paso de vehículos, camiones y maquinaria pesada, así como por los mismos procesos constructivos de la obra tales como la construcción de zanjas, plataformas de maniobras y montaje o bien por la adecuación y apertura de caminos.
	Operación y mantenimiento	En esta etapa, el proceso de compactación será menor que en las etapas anteriores, ya que estará asociada al paso de vehículos y en su caso de maquinaria de manera esporádica, solo en los caminos y plataformas, por lo que el resto del área del proyecto no tendrá este efecto.

Consulta al Público

Factor: Estructura		Impacto: Aumento en la compactación del suelo
	Desmantelamiento y abandono	Durante el desmantelamiento, el paso de los camiones, grúas y maquinaria necesaria será recurrente en todas las áreas que haya infraestructura que retirar; posterior al retiro de la infraestructura, con las actividades de revegetación se espera que este efecto se vea reducido paulatinamente.

Tabla 8. Descripción del impacto Incremento en la erosión hídrica y eólica.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Calidad		Impacto: Contaminación por residuos
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Durante estas etapas del proyecto se generarán residuos de tipo sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, mismos que de disponerse de manera inadecuada pueden afectar la calidad del suelo, sobre todo en aquellos lugares donde se realice el despalme, siendo los residuos con mayor impacto aquellos catalogados como peligrosos, tales como los aceites, lubricantes o combustibles utilizados comúnmente, potenciando su efecto contaminante.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	En esta etapa la probabilidad de ocurrencia de este impacto estará asociada las actividades de mantenimiento del parque, tanto al tránsito de maquinaria pesada y vehículos, como al mantenimiento de las estructuras internas del aerogenerador.
	Desmantelamiento y abandono	Durante esta etapa, la ocurrencia de este impacto estará asociada principalmente a las acciones de desmantelamiento del proyecto, ya que la generación de residuos será considerable durante esta etapa.

Tabla 9. Descripción del impacto contaminación por residuos.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Factor: Fertilidad		Impacto: Pérdida de fertilidad
Etapas del proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	La pérdida de fertilidad se asocia directamente a la remoción de la capa superficial del suelo misma que contiene la materia orgánica producto de la descomposición de la vegetación, animales muertos y desechos orgánicos, razón por la cual es el reservorio de nutrientes que facilita el establecimiento de especies vegetales así como de ecosistemas completos, por lo tanto este impacto se propiciará en aquellas áreas donde sea removida la capa más superficial del suelo y con ella la cobertura vegetal que posea. Es importante mencionar que este impacto será más importante en unos sitios que en otros, dado que actualmente en algunas zonas del área del proyecto la capa fértil es muy pobre ya que la superficie tiende a ser más pedregosa y a acumular menor contenido orgánico.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	No aplica
	Desmantelamiento y abandono	La recuperación del área del proyecto favorecerá a la regeneración natural del sitio, devolviendo paulatinamente sus propiedades nutricionales al suelo.

Tabla 10. Descripción del impacto pérdida de la fertilidad.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

V.2.3. Componente Aire

En el caso del componente Aire, se prevé la ocurrencia de al menos tres impactos asociados al desarrollo de las distintas actividades del proyecto, en las siguientes tablas se describe cada uno de ellos en relación a la etapa de ejecución del proyecto.

Factor: Ruido		Impacto: Incremento en los niveles de ruido
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Durante la preparación del sitio, este impacto estará asociado a la presencia de maquinaria y vehículos ligeros y pesados que transitarán dentro del área del proyecto para facilitar la realización de los trabajos.
	Construcción	Durante la construcción, este impacto se presentará por el desarrollo de todas las actividades contempladas dentro de esta etapa, ya que se incluirá maquinaria pesada, camiones y vehículos en cantidades mayores que durante la preparación del sitio, además de que se desarrollarán trabajos de movimiento de tierras, construcción y adecuación de caminos que incrementarán la percepción de ruido en el entorno.
	Operación y mantenimiento	En esta etapa, el aumento en los niveles de ruido, estará asociado principalmente a la operación del proyecto, de manera específica al movimiento de las palas de los aerogeneradores, por lo que será un impacto constante durante toda la vida útil del proyecto. En menor medida, los niveles de ruido aumentarán en caso de ser necesario algún cambio de palas, o estructuras internas de la góndola, donde será necesaria la intervención de maquinaria pesada.
	Desmantelamiento y abandono	En esta etapa, el incremento en los niveles de ruido, se asociará a las actividades de desmantelamiento del parque; en este sentido, el efecto del impacto desaparecerá una vez que las actividades de desmantelamiento concluyan.

Tabla 11. Descripción del impacto incremento en los niveles de ruido.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Calidad		Impacto: Incremento en la cantidad de contaminantes
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	El uso constante de maquinaria, camiones y vehículos como parte de las actividades de preparación del sitio y construcción, incrementará la emisión de contaminantes al interior del área del proyecto y en su entorno inmediato, disminuyendo la calidad del aire en el sitio.
	Construcción	

Consulta al Público

	Operación y mantenimiento	En esta etapa, el impacto estará asociado al mantenimiento del parque (tránsito de vehículos), por lo que será ocasional su ocurrencia, además de que dependerá directamente de la cantidad y número de eventos durante la vida útil del proyecto.
	Desmantelamiento y abandono	Durante el desmantelamiento, la ocurrencia de este impacto estará asociado a las actividades de retiro de infraestructura del parque y será atenuado al cierre del mismo.

Tabla 12. Descripción del impacto incremento en la cantidad de contaminantes.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Calidad		Impacto: Incremento en la cantidad de partículas suspendidas
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	El incremento en la cantidad de partículas suspendidas será un impacto derivado principalmente de las actividades relacionadas con movimientos de tierras y el tránsito de vehículos para el traslado de estructuras, materiales y personal y estará en función de la cantidad de frentes de trabajo activos, así como de los vehículos utilizados en el proyecto.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	El tránsito de vehículos durante la etapa de operación y mantenimiento en el área del proyecto ocasionará el desprendimiento de partículas de polvo principalmente en las áreas de caminos, cabe señalar que su intensidad será menor dado que durante esta etapa los caminos ya estarán conformados y el desprendimiento de partículas será menor.
	Desmantelamiento y abandono	El impacto en esta etapa estará asociado a las actividades de desmantelamiento del parque, nuevamente por la presencia de maquinaria, vehículos y en su caso movimiento de tierras, disminuyendo su efecto una vez concluidas las mismas.

Tabla 13. Descripción del impacto incremento en la cantidad de partículas suspendidas.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

V.2.4. Componente Paisaje

De acuerdo a los elementos que actualmente conforman el paisaje asociado al área del proyecto, es posible referir un área poco heterogénea, en la que una matriz dominante de pastizales cultivados se mezcla con grandes manchas de vegetación secundaria arbórea

de selva baja espinosa caducifolia y una mancha de agricultura de temporal permanente. Si bien es evidente un impacto antrópico debido al uso actual del suelo (áreas de pastoreo, pequeña zona agrícola), la vegetación arbórea y otros componentes ambientales del paisaje, confieren a la zona una importante naturalidad y calidad. En las siguientes tablas se describen los impactos asociados al paisaje.

Factor: Calidad		Impacto: Disminución en la calidad del paisaje
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	La implementación del proyecto del parque eólico conlleva la instalación de estructuras temporales y permanentes durante las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo que será necesaria la adecuación del lugar para dicho fin. En este sentido la composición actual del paisaje dentro del área del proyecto se compone por la presencia de elementos tales como áreas de vegetación natural, pastizales y áreas cultivadas; por lo tanto, el impacto sobre el paisaje estará asociado a la inclusión de nuevas instalaciones y al cambio de uso de suelo tanto forestal como agropecuario.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa el impacto estará asociado a la operación del parque propiamente dicha, ya que el movimiento de las aspas y la instalación de las torres será un elemento que se integre al paisaje, por lo tanto, este impacto será permanente durante toda la vida útil del proyecto.
	Desmantelamiento y abandono	El desmantelamiento y abandono del sitio propiciará la recuperación de la calidad del paisaje, mediante la eliminación de los elementos (aerogeneradores) que más marcan la impronta paisajística de un parque eólico.

Tabla 14. Descripción del impacto disminución en la calidad del paisaje.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Factor: Vulnerabilidad (fragilidad)		Impacto: Cambio en la vulnerabilidad del paisaje
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	La misma acción que afecta a la calidad del paisaje, actúa también en este caso. La eliminación de los componentes biológicos (suelo y cubierta vegetal) en las áreas forestales y la artificialización del medio por la inclusión de infraestructura produce un cambio evidente en la vulnerabilidad (fragilidad) territorial, siendo la actuación claramente discordante con el medio paisajístico en el que se encontrará circunscrita y originando una mayor accesibilidad a la observación visual.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Se considera que el efecto del impacto será permanente en esta etapa.
	Desmantelamiento y abandono	El desmantelamiento y abandono del sitio propiciará la recuperación del paisaje, mediante la eliminación de los elementos (aerogeneradores) que más intervinieron en el cambio de la vulnerabilidad (fragilidad).

Tabla 15. Descripción del impacto cambio en la vulnerabilidad del paisaje.
Fuente: Elaboración propia.

V.2.5. Componente Flora

Este componente fue analizado mediante los datos obtenidos durante la visita de campo a partir de los muestreos realizados tal como se describe y detalla dentro del apartado correspondiente en el Capítulo IV del presente estudio, donde se caracteriza de manera puntual el estado actual de la flora dentro del área del proyecto.

Dentro de las siguientes tablas se describe cada uno de los impactos identificados para el componente flora.

Consulta al Público

Factor: Diversidad		Impacto: Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Este impacto se dará solo en aquellas zonas que por la naturaleza constructiva del proyecto sea necesaria la remoción de la cubierta vegetal natural del sitio, donde por efectos de esta actividad, se verá reducida en su totalidad la riqueza específica del sitio la cual se entiende como el número total de especies en un área determinada, lo que se traduce en un cambio de composición específica. Este impacto tiene fuertes implicaciones ecológicas, por la relación que guarda con el resto de los procesos de los que forma parte (fuente de alimentación, áreas de descanso, regeneración natural, etc.) principalmente para la fauna.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa, el impacto será permanente en aquellas zonas donde la cubierta vegetal natural sea sustituida por infraestructura asociada a la operación del parque.
	Desmantelamiento y abandono	Una vez concluida la vida útil del proyecto se espera que la regeneración del sitio sea paulatina y que con el paso del tiempo se logre la reincorporación de todos los procesos naturales que actualmente tienen lugar en el sitio.

Tabla 16. Descripción del impacto disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Poblaciones		Impacto: Disminución en el tamaño de las poblaciones
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Este impacto se asocia principalmente al efecto que el cambio de uso de suelo forestal ocasionará sobre el medio, ya que se verá reducido el número de individuos de cada especie afectada y por ende el tamaño de sus poblaciones; siendo más evidente en aquellas áreas donde actualmente se distribuye vegetación natural.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	No aplica

Consulta al Público

	Desmantelamiento y abandono	Una vez concluida la vida útil del proyecto, el sitio tendrá la capacidad de regenerarse de manera natural, por lo que el efecto del impacto se irá atenuando de manera paulatina.

Tabla 17. Descripción del impacto disminución en el tamaño de las poblaciones.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Dispersión		Impacto: Afectación en los patrones de dispersión
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica
	Preparación del sitio	Los efectos del desmonte y el despalme, producirán una afectación en los patrones de dispersión de los organismos de flora, específicamente en las áreas donde actualmente el uso de suelo corresponde a áreas con vegetación forestal. La inexistencia de la vegetación y la ausencia de una capa de suelo donde pueda restablecerse vegetación (por déficit de nutrientes), resultarán en un parche con ausencia de vegetación, con afección a los patrones de distribución de la misma.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Este impacto será permanente durante toda la vida útil del proyecto en aquellas áreas donde la ocupación por infraestructura sea permanente.
	Desmantelamiento y abandono	Una vez concluida la vida útil del proyecto, el sitio tendrá la capacidad de regenerarse de manera natural, por lo que el efecto del impacto se irá atenuando de manera paulatina.

Tabla 18. Descripción del impacto afectación a los patrones de dispersión.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Banco de semillas		Impacto: Disminución del banco de semillas.
Etapas del proyecto	Planeación del proyecto	No aplica.
	Preparación del sitio	Otro impacto asociado a la remoción de la capa orgánica del suelo que afecta de manera directa a la flora es la disminución en el banco de semillas disponible, ya que se considera que la capa más superficial del suelo alberga la mayor cantidad de semillas y propágulos necesarios para reestablecer las poblaciones de flora, por lo que, al remover el suelo, se removerá también el banco de semillas presente en el mismo. Cabe señalar que este efecto estará relacionado con la disponibilidad de semillas en el sitio ya que como
	Construcción	

Consulta al Público

Factor: Banco de semillas		Impacto: Disminución del banco de semillas.
		se ha comentado, en el área del proyecto existen suelos muy pedregosos con poca o nula cantidad de materia orgánica, por lo que la intensidad de este impacto será distinta. Este impacto se dará en aquellas áreas donde la infraestructura sea temporal y permanente.
	Operación y mantenimiento	Este impacto será permanente a partir de que ocurra hasta el término de la vida útil del proyecto y estará asociado a la infraestructura permanente del parque.
	Desmantelamiento y abandono	Una vez concluida la vida útil del proyecto el sitio tendrá la capacidad de regenerarse de manera natural.

Tabla 19. Descripción del impacto disminución del banco de semillas.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Especies vulnerables		Impacto: Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Etapas del proyecto	Planeación del proyecto	No aplica.
	Preparación del sitio	Este impacto estará asociado directamente con las actividades propias del cambio de uso de suelo forestal, ya que, de acuerdo con la información recabada en campo, dentro del área del proyecto se distribuyen especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies registradas corresponden a *Pterocereus gaumeri* *Mammillaria gaumeri* en la categoría de "En peligro de extinción" y *Giauacum sactum* como "Amenazada".
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Este impacto será permanente a partir de que ocurra hasta el término de la vida útil del proyecto y estará asociado a la infraestructura permanente del parque.
	Desmantelamiento y abandono	Una vez concluida la vida útil del proyecto el sitio tendrá la capacidad de regenerarse de manera natural y la posibilidad de que las especies vulnerables se distribuyan nuevamente en el sitio será considerable.

Tabla 20. Descripción del impacto afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

V.2.6. Componente Fauna

De acuerdo con la información presentada dentro del apartado de caracterización de fauna dentro del Capítulo IV del presente Estudio, se identificaron los posibles impactos cuya ocurrencia estará relacionada con la inclusión del proyecto dentro del SAR, en este sentido, se identificaron en total seis impactos, mismos que se describen en las siguientes tablas.

<table>
<tr><th colspan="2">Factor: Especies vulnerables</th><th>Impacto: Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Etapas del proyecto</td><td>Planeación</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>Preparación del sitio</td><td rowspan="2">De acuerdo con la información recabada, se registraron 49 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de ellas, 3 son anfibios, 12 reptiles, 23 aves y 11 mamíferos.
Durante las fases de Preparación del sitio y Construcción, las especies normadas que podrían verse afectadas en su estado de conservación local, pertenecen fundamentalmente a las Clases: anfibios, reptiles y, en menor medida, mamíferos (pequeños mamíferos no voladores).
Las actividades de desmonte y despalme, así como las de construcción, suponen la posibilidad de pérdida local de individuos (atropellos), que en las especies escasas con problemas de conservación son eventos negativos muy importantes.
Asimismo, se produce una pérdida de hábitats y microhábitats adecuados para estas especies, aunque para los grupos especialmente afectados en esta fase (anfibios, reptiles, pequeños mamíferos) puede resolverse con la traslocación de individuos (Programa de Rescate y Reubicación), que igualmente evitan otras perturbaciones ambientales menores (ruido, vibraciones, presencia humana) que no afectarían al estado de conservación de las especies.</td></tr>
<tr><td>Construcción</td></tr>
</table>

Consulta al Público

Factor: Especies vulnerables		Impacto: Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Sin embargo, la adecuación y creación de caminos durante la construcción suponen un impacto residual, ya que favorece la presencia de cazadores/tramperos (actividad recurrente en el área), a los que se facilita la posibilidad de acceder a áreas no perturbadas para capturar especies protegidas (incluso con fines comerciales, e.g. el Sietecolores (*Passerina ciris*) es una especie de captura habitual.
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa, el impacto estará asociado fundamentalmente a la colisión de aves (con los aerogeneradores y LT) y, en mucha menor medida con el barotraumatismo de los quirópteros (debido al reducido número de especies de la NOM y a su muy reducida incidencia/presencia en el área). Puesto que el tránsito de vehículos por las instalaciones se ve muy considerablemente reducido, la probabilidad de ocurrencia de atropellos de especies de la NOM (anfibios, reptiles, pequeños mamíferos) se verá drásticamente disminuida en comparación con las etapas de preparación del sitio y construcción, en tanto se mantengan las medidas de limitación de velocidad para evitar estos sucesos.
	Desmantelamiento y abandono	Durante esta etapa del proyecto, los efectos del impacto serán diluidos una vez que el desmantelamiento y abandono del parque sea efectuado, siendo el grupo de fauna voladora el que se beneficie de manera inmediata.

Tabla 21. Descripción del impacto afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Factor: Diversidad		Impacto: Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Etapas del Proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	El cambio de uso de suelo final, así como la actividad constructiva que se requiere para el desarrollo del proyecto, generará un decremento en la riqueza de especies y sus abundancias, principalmente en especies estenoicas (más sensibles a los cambios por tener límites de tolerancia estrechos) y un incremento de las especies antropófilas y sus abundancias; de esta forma disminuye la diversidad faunística (la comunidad, en general se vuelve más simple). A pesar de que el impacto afecta en mayor medida en los sitios específicos de la instalación de los aerogeneradores, la disminución de la diversidad se producirá en todos los sitios que sean intervenidos, ya sea construcción, modificación o acondicionamiento (tal es el caso de los caminos de acceso, zanjas, etc.). Un factor que potencia este cambio en la composición de la comunidad faunística es el hecho de que muchas especies sensibles a la perturbación son cabeza de la cadena alimenticia, por lo que su ausencia podría afectar a la dinámica del ecosistema.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Durante la operación del proyecto, el efecto de este impacto se reduce a medida que el sitio recupera algunas de sus funciones, aunque se mantiene un vaciamiento etológico evidente (por rechazo a la antropización del medio de las especies especialistas), que mantiene diversidades y abundancias más reducidas respecto a la situación ex-ante. Se prevé que este impacto será permanente durante toda la vida útil del proyecto. Este hecho permite que especies más generalistas ya sea nativas o introducidas ocupen los nuevos nichos y modifiquen la composición original de especies.

Consulta al Público

Factor: Diversidad		Impacto: Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
	Desmantelamiento y abandono	El efecto del impacto será diluido de manera paulatina cuando el proyecto haya sido desmantelado y abandonado ya que las especies tenderán a ocupar los espacios que el desmantelamiento del parque deje disponibles. La comunidad se parecerá tanto más a la original en cuanto se consiga una recuperación más acelerada del medio mediante labores de restitución.

Tabla 22. Descripción del impacto Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Modificación del hábitat		Impacto: Reducción de microhábitats (áreas de reproducción, alimentación, descanso)
Etapas del Proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	La reducción de áreas de alimentación, descanso y reproducción se encuentra asociada directamente a la modificación de la capa vegetal existente, misma que es utilizada por la fauna de manera común, siendo estos sitios donde el efecto será más evidente. A pesar de que la remoción de la vegetación forestal pudiera en muchos casos representar el problema más significativo (por las especies de fauna que en él se distribuyen), es importante mencionar aquellas áreas que si bien no ostentan vegetación forestal sirven como áreas de alimentación a especies menos especializadas como roedores que a su vez tienden a atraer depredadores a la zona. Por lo tanto, el efecto del impacto dependerá fundamentalmente de la cobertura vegetal eliminada del sitio donde será instalado el proyecto.
	Construcción	

Consulta al Público

Factor: Modificación del hábitat		Impacto: Reducción de microhábitats (áreas de reproducción, alimentación, descanso)
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa, el impacto prevalecerá en aquellas áreas donde la ocupación de infraestructura sea permanente, por ejemplo, zapatas, plataformas de montaje y maniobras o áreas de caminos. Sin embargo, en las áreas de ocupación temporal o en el trazado de las zanjas el impacto será menos perceptible, una vez revegetados/restituidos estos lugares.
	Desmantelamiento y abandono	El desmantelamiento y abandono del área del proyecto propiciará que las especies regresen paulatinamente al sitio, reduciendo gradualmente el efecto del impacto a medida que se desarrollen las labores de restitución.

Tabla 23. Descripción del impacto: Reducción de fuentes y áreas de alimentación.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Modificación del hábitat		Impacto: Modificación de los patrones de comportamiento
Etapas del Proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	Este impacto estará asociado principalmente a la pérdida de hábitat (en particular a la pérdida de la cobertura vegetal por el cambio de uso de suelo forestal). Asimismo, la perturbación por el ruido y movimientos de la maquinaria repercutirá de forma negativa en las especies presentes en el área de actuación. Esto implica un cambio en los patrones de comportamiento, pues las especies buscarán hábitats más adecuados a su biología, lo que puede implicar: la ocupación de hábitats subóptimos y un mayor consumo energético para el desarrollo de sus actividades vitales, debido a un incremento en los desplazamientos.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Esta etapa el impacto tendrá un efecto negativo principalmente sobre las aves y los quirópteros, ya que los aerogeneradores y su funcionamiento representarán un obstáculo semipermeable para su desplazamiento,

Consulta al Público

Factor: Modificación del hábitat		Impacto: Modificación de los patrones de comportamiento
		obligándolos a modificar sus rutas de vuelo, tanto para las especies residentes como para las migratorias. Por otro lado, unas pocas especies (por ejemplo, aves como el Saltapared común (*Troglodytes aedon*), la Calandria dorso negro mayor (*Icterus gularis*) y el Cabezón degollado (*Pachyramphus aglaiae*)) se verán beneficiadas, ya que utilizan estructuras humanas sobre las cuales construyen sus nidos (líneas de tendido eléctrico, lámparas y torres presentes en la subestación).
	Desmantelamiento y abandono	Durante esta etapa el impacto será atenuado paulatinamente, ya que, al desmontar las instalaciones, la fauna en general y la voladora en particular recuperarán áreas de actividad y desplazamiento, retomando de manera natural sus rutas de vuelo y dispersión.

Tabla 24. Descripción del impacto: Modificación de los patrones de comportamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Mortalidad		Impacto: Mortalidad de individuos por atropello
Etapas del Proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	El incremento en la mortalidad estará asociado a distintas actividades, tales como el despalme, mismo que al realizarse con maquinaria pesada, se convierte en un riesgo, principalmente para los herpetos y pequeños mamíferos que se encuentren resguardados en sus madrigueras al momento del paso de la maquinaria. En segundo lugar, el tránsito de vehículos y camiones de carga es otro elemento de impacto ya que existe la probabilidad de atropellamientos de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. Un factor que potenciaría el riesgo de atropello es el hecho que la carretera Dzidzantún-Santa Clara atraviesa el área
	Construcción	

Consulta al Público

Factor: Mortalidad		Impacto: Mortalidad de individuos por atropello
		del proyecto de sur a norte en su porción central y que durante los trabajos de preparación y construcción la fauna que sea ahuyentada pudiera ser atropellada por vehículos ajenos al proyecto.
	Operación y mantenimiento	Puesto que el tránsito de vehículos por las instalaciones se ve muy considerablemente reducido, la probabilidad de ocurrencia de atropellos se verá drásticamente disminuida (aunque no totalmente eliminada) en comparación con las etapas de preparación de sitio y construcción. Se deberían mantener medidas de limitación de velocidad para evitar estos sucesos.
	Desmantelamiento y abandono	Una vez que el proyecto concluya, el paso de vehículos será eliminado, haciendo desaparecer el impacto debido al proyecto.

Tabla 25. Descripción del impacto: Modificación de los patrones de comportamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Factor: Mortalidad		Impacto: Mortalidad de fauna voladora por colisión/barotraumatismo
Etapas del Proyecto	Planeación del proyecto	No aplica
	Preparación del sitio	No aplica
	Construcción	No aplica
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa, el impacto estará asociado a la colisión/barotraumatismo de aves y quirópteros durante la operación de los aerogeneradores y a la colisión de aves con el cableado de la LT (sea este conductor o no).
	Desmantelamiento y abandono	Con el desmantelamiento del proyecto, el efecto de este impacto será eliminado del medio.

Tabla 26. Descripción del impacto: Mortalidad de fauna voladora por colisión/barotraumatismo.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

V.2.7. Componente Social

De acuerdo a las características sociales que distinguen en área del proyecto, se espera que los impactos sociales estarán asociados principalmente a la llegada de personas ajenas a las localidades. En otras palabras, los impactos que se prevén dentro del componente social derivan de la fuerza laboral externa que estará presencialmente de manera temporal en las localidades, en las siguientes tablas se describen los impactos identificados.

Factor: Convivencia comunitaria		Impacto: Generación de conflictos de convivencia
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica.
	Preparación del sitio	El arribo de personas foráneas para laborar en el proyecto puede tener implicaciones negativas como la generación de conflictos en las dinámicas de convivencia local. Esto se explica en cuanto a que los usos y costumbres que poseen estas personas externas pueden llegar a ser ajenos a los que poseen en las comunidades locales. Sin embargo, cabe aclarar que las localidades cercanas al proyecto ya han experimentado este tipo de impacto –en menor o mayor medida- debido al desarrollo de otros proyectos eólicos en la región. Por ello, el riesgo de que se presente este impacto en las comunidades estará latente, pero será un riesgo diluido en virtud de los otros proyectos desarrollados en la zona. A este hecho debe añadirse que la capacidad de alojamiento y aprovisionamiento se halla diseminada por la zona, lo que diluirá la concentración y la intensidad del mismo si se presenta.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Debido a la reducción sustancial en el número de personas foráneas durante esta etapa se prevé que el impacto se reduzca sensiblemente, por lo que la misma población disipará su efecto.
	Desmantelamiento y abandono	Con el desmantelamiento este impacto estará latente nuevamente, pero con un menor riesgo de que se presente en comparación con las etapas de

Consulta al Público

Factor: Convivencia comunitaria		Impacto: Generación de conflictos de convivencia
		preparación del sitio y construcción. El alcance de este impacto también probablemente será menor en virtud de que es una etapa que se contempla a futuro en muchos años, y las dinámicas propias de las comunidades locales serán muy distintas. Con el abandono del sitio este impacto desaparecerá.

Tabla 27. Descripción del impacto: Posible generación de conflictos de convivencia.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor: Convivencia comunitaria		Impacto: Incremento en conductas discriminatorias
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica.
	Preparación del sitio	La posibilidad de que ocurra este impacto estará ligado a la llegada de personas ajenas o foráneas a las localidades que desconozcan los usos y costumbres y que, como consecuencia de esto, cometan actos discriminatorios hacia la población local. La existencia de proyectos previos en la zona, así como la diseminación de la capacidad de alojamiento y aprovisionamiento atenuarán la concentración e intensidad del impacto.
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa se espera que este impacto sea reducido considerablemente o, incluso, que desaparezca. Esto debido a que las personas ajenas a la localidad se retirarán del sitio.
	Desmantelamiento y abandono	Con el desmantelamiento este impacto estará latente nuevamente, pero con un menor riesgo de que se presente en comparación con las etapas de preparación del sitio y construcción. El alcance de este impacto también probablemente será menor en virtud de que es una etapa que se contempla a futuro en muchos años y las dinámicas propias de las comunidades locales serán muy distintas. Con el abandono del sitio este impacto desaparecerá del medio.

Consulta al Público

Tabla 28. Descripción del impacto: Posible incremento en conductas discriminatorias.
Fuente: Elaboración Propia.

V.2.8. Componente Económico

El componente económico es uno de los más dinámicos a lo largo del desarrollo de todas las etapas del proyecto. En consecuencia, se prevé que las condiciones económicas de la población involucrada -directa e indirectamente- con el proyecto se vean favorecidas. Especialmente, se tiene contemplado que el mayor impacto económico se dará en las poblaciones locales en las que se contraté mano de obra no cualificada para el desarrollo del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". Sin embargo, los impactos –que en este componente se manifiestan como beneficios-, se extenderán a otras personas de las localidades cercanas al proyecto que se dediquen a distintas actividades económicas y que puedan prestar distintos servicios (hotelería, comida, limpieza, etc.) al personal que arribe a la zona para trabajar en el proyecto.

Factor: Empleo		Impacto: Incremento del empleo
Etapas del proyecto	Planeación	No aplica.
	Preparación del sitio	Este impacto tendrá lugar durante todas las etapas del proyecto, pero se considera especialmente relevante en las etapas de preparación del sitio y construcción, dónde recaerá el grueso de la contratación directa con componente local (ya que se requiere un importante número de empleos no cualificados) y la generación de empleos indirectos (para abastecer de ciertos servicios al proyecto, así como a esa población trabajadora).
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	Durante esta etapa los puestos de trabajo que se requieren son sensiblemente menores en número y requieren de una alta cualificación. Por ello se prevé que dichos empleos sean ocupados mayoritariamente por población de otras localidades, reduciéndose así el impacto

Consulta al Público

Factor: Empleo		Impacto: Incremento del empleo
		que durante las anteriores etapas pudo haberse generado a nivel local.
	Desmantelamiento y abandono	En esta etapa vuelve a requerirse personal no cualificado, es por ello que de nuevo pueden surgir posibilidades de empleabilidad para las personas locales, incrementado el efecto de este impacto.

Tabla 29. Descripción del impacto: Incremento del empleo.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor: Economía de las familias		Impacto: Incremento del poder adquisitivo de algunas familias.
Etapas del proyecto	Planeación	Derivado de la renta de las parcelas en las que se ubicará la central eólica, de la llegada de nuevos trabajadores a la zona, así como producto de la creación de empleos locales entre los habitantes de las localidades, se prevé que las familias incrementen sus ingresos. Asimismo, forma parte de este rubro el incremento del volumen de negocio local.
	Preparación del sitio	
	Construcción	
	Operación y mantenimiento	
	Desmantelamiento y abandono	Tras el abandono de la actividad las rentas por alquiler de los terrenos terminarán y los empleos directos e indirectos desaparecerán.

Tabla 30. Descripción del impacto: Incremento del poder adquisitivo de algunas familias.
Fuente: Elaboración Propia.

V.2.9. Indicadores de impacto y de cambio climático

Se entiende como indicador de un factor ambiental la expresión por la que es capaz de ser medido. Cuando éste sea de tipo cuantitativo, la cuantificación será directa y el indicador será muy similar al propio factor. En algunos casos el impacto sobre el factor sólo será cuantificable de manera indirecta, a través de la percepción o de evidencias físicas palpables.

En este sentido, la utilidad de los indicadores de impacto radica en que, a través de ellos es posible dimensionar las alteraciones que serán producidas como consecuencia del

Consulta al Público

desarrollo de las actividades del proyecto, siendo esto fundamental al momento de evaluar el impacto que se producirá en el medio.

En el siguiente cuadro se presentan los indicadores considerados para la medición de los impactos identificados.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR
AGUA	Captación	Aumento en la escorrentía superficial.	Superficie de suelo desnudo (m^2 o ha). Variación del tiempo de permanencia del agua en la superficie con respecto a las condiciones naturales (unidad de tiempo en minutos, horas o días). Volumen escurrido (m^3). Balance hídrico (m^3).
		Disminución de la infiltración.	Superficie descubierta (m^2 o ha). Volumen infiltrado (m^3). Balance hídrico (m^3).
	Calidad	Contaminación	Cuerpos de agua (cenotes) afectados (número). Volumen de agua contaminada (m^3). Ocurrencia de eventos (número).
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica.	Superficie de suelo desnudo (m^2 o ha). Pérdida de suelo por erosión hídrica (ton/año/ha). Pérdida de suelo por erosión eólica (ton/año/ha).
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo.	Superficie total final del proyecto (ha). Superficie de ocupación temporal (ha). Superficie de ocupación permanente (ha). Variación de la compactación del terreno en relación a las condiciones naturales.
	Calidad	Contaminación por residuos.	Superficie afectada (m^2). Superficie impermeabilizada (m^2). Cantidad de residuos generados (l, kg, m^3).
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad.	Superficie forestal ocupada (m^2 o ha).
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido.	Incremento en los niveles de ruido (dB). Aerogeneradores montados (dB / aerogenerador).

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes.	Percepción de contaminantes emitidos de escapes de vehículos, camiones y maquinaria.
	Partículas suspendidas	Incremento en la cantidad de partículas suspendidas.	Percepción de polvos en áreas de trabajo.
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	Cambios de valor de los factores biofísicos: Densidad de la vegetación. Complejidad estructural de la vegetación. Contraste cromático suelo vegetación. Contraste cromático interno. Altura de la vegetación. Cambio de valor de la Naturalidad. Cambio del valor final de la CALIDAD DEL PAISAJE y del VALOR DEL PAISAJE
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio de la vulnerabilidad (fragilidad) del paisaje.	Cambios de valor de los factores biofísicos: Densidad de la vegetación. Complejidad estructural de la vegetación. Contraste cromático suelo vegetación. Contraste cromático interno. Altura de la vegetación. Cambio de valor de los factores socioculturales. Cambio del valor final de la FRAGILIDAD DEL PAISAJE y del VALOR DEL PAISAJE.
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio de la composición.	Especies afectadas (número). Riqueza en relación a las condiciones anteriores a la actuación.
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones.	Individuos a remover por especie (número). N° de ejemplares catalogados en relación a las condiciones anteriores a la actuación.
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión.	N° de especies reincidentes en el área del proyecto. Especies afectadas (número).

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas.	Superficie despalmada (ha). Especies afectadas (número).
	Especies Vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No de especies afectadas. No de individuos afectados.
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies afectadas (número y Estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.). Nº de especies protegidas en relación a las condiciones anteriores a la actuación. Nº de especies protegidas en relación a las condiciones anteriores a la actuación, ponderado según la importancia de la categoría de protección.
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio de la composición.	Especies afectadas (número). Riqueza en relación a las condiciones anteriores a la actuación.
	Modificación de hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	Superficie desmontada (ha). Superficie despalmada (ha). Cadena alimentaria: Relación logarítmica de la densidad de especies.
		Modificación de los patrones de comportamiento	Superficie desmontada (ha). Superficie despalmada (ha). Aerogeneradores montados (número).
	Mortalidad	Mortalidad por atropello.	Individuos muertos (número) y especies afectadas.
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	Individuos muertos (número) y especies afectadas. Tasa de mortalidad/aerogenerador, tasa de mortalidad/km LT.
SOCIAL	Convivencia comunitaria	Posible generación de conflictos de convivencia	Número de conflictos generados en los que se vean involucrados trabajadores del proyecto.
		Posible incremento en las conductas discriminatorias	Identificación de conductas discriminatorias.
ECONÓMICO	Empleo	Incremento del empleo	Porcentaje de empleos ocupados por personas residentes en las áreas de influencia en relación a los empleos

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR
			totales generados en cada una de las fases del proyecto. Incremento de la facturación de negocios medido en un periodo determinado con respecto a la situación anterior al proyecto.
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de las familias	Nivel de satisfacción de los ejidatarios que han rentado sus tierras.

Tabla 31. Indicadores de impacto.
Fuente: Elaboración Propia.

V.3. Valoración de impactos

Una vez identificados los componentes y factores vulnerables, así como los impactos cuya ocurrencia estará relacionada directamente con la ejecución de las distintas actividades del proyecto es necesario asignar valores a los impactos, con la finalidad de obtener aquellos cuya relevancia sea mayor, y con ello focalizar los esfuerzos para el establecimiento de las medidas de mitigación necesarias para minimizar los efectos negativos en el medio.

Tal como se mencionó anteriormente, se utilizó la matriz de Importancia de Impacto desarrollada por Conesa Fernández-Vítora (2010), a partir de la cual se obtuvo la matriz de importancia del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", donde se evalúan todos los impactos asociados a la implementación del proyecto.

La matriz de impacto enfrenta componentes, factores, e impactos con las fases del proyecto, habiéndose considerado las siguientes: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y, finalmente, desmantelamiento y abandono del sitio.

Las puntuaciones de los atributos del impacto se realizan para cada una de las fases (en caso de producirse cambios en las acciones impactantes), debido a que la tipología e importancia del impacto pueden variar entre etapas. Sin embargo, esto no quiere decir que el impacto producido en una fase no se pueda extender a las subsiguientes, lo que vendrá determinado por los atributos de "persistencia", "reversibilidad" y "recuperabilidad", es por ello que dentro de las categorías resultantes se incluye "No aplicable", misma que obedece a esta condición. Finalmente, la valoración de los impactos de la fase de desmantelamiento y abandono atiende al estado final que se conseguirá con su desarrollo e implementación.

Consulta al Público

De acuerdo a lo anterior, en las siguientes tablas se muestran los valores asignados a los atributos por etapa del proyecto.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Planeación del proyecto												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	-												No aplicable
		Disminución de la infiltración	-												No aplicable
	Calidad	Contaminación	-												No aplicable
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	-												No aplicable
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	-												No aplicable
	Calidad	Contaminación por residuos	-												No aplicable
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	-												No aplicable
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-												No aplicable
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	-												No aplicable
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	-												No aplicable
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	-												No aplicable
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	-												No aplicable
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	-												No aplicable
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	-												No aplicable
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	-												No aplicable
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	-												No aplicable
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-												No aplicable
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010													No aplicable
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición													No aplicable
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)													No aplicable
		Modificación de los patrones de comportamiento													No aplicable
	Mortalidad	Mortalidad por atropello													No aplicable
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo													No aplicable
SOCIAL	Convivencia	Posible generación de conflictos de convivencia	-												No aplicable
		Incremento en conductas discriminatorias	-												No aplicable

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Planeación del proyecto												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	+												No aplicable
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	+	4	2	4	2	1	2	4	4	1	1	35	Beneficioso

Tabla 32. Matriz de importancia de impactos para la etapa de planeación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Preparación del sitio												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	-	4	1	4	2	2	2	4	4	2	4	38	Moderado
		Disminución de la infiltración	-	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	44	Moderado
	Calidad	Contaminación	-	2	1	4	1	2	2	1	4	1	4	27	Moderado
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	-	8	2	4	2	2	2	4	4	1	4	51	Severo
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	-	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	40	Moderado
	Calidad	Contaminación por residuos	-	2	2	2	1	4	2	4	1	1	4	29	Moderado
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	-	4	1	4	4	4	2	1	4	1	4	38	Moderado
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-	4	2	4	1	1	2	1	4	2	4	35	Moderado
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	-	2	4	4	1	1	2	4	4	2	4	36	Moderado
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	-	4	4	4	1	1	2	4	4	2	4	42	Moderado
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	-	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	49	Moderado
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	-	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	49	Moderado
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	-	8	2	4	4	4	2	1	4	4	4	55	Severo
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	-	8	2	4	4	4	2	1	4	4	4	55	Severo
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	-	8	2	4	4	4	2	1	4	4	4	55	Severo
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	-	8	2	4	4	4	2	1	4	4	4	55	Severo
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	4	1	4	4	4	2	1	4	4	4	41	Moderado
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	8	1	4	4	4	2	4	4	1	4	53	Severo
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	-	8	4	4	4	4	4	4	1	4	4	61	Severo
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	-	8	1	4	4	4	2	1	4	4	4	53	Severo
		Modificación de los patrones de comportamiento	-	8	2	4	4	4	2	4	1	4	4	55	Severo

Consulta al Público

	Mortalidad	Mortalidad por atropello	-	4	1	4	4	4	2	4	4	1	4	41	Moderado
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo												0	No aplicable
SOCIAL	Convivencia	Posible generación de conflictos de convivencia	-	2	2	2	2	1	2	4	1	4	2	28	Moderado
		Incremento en conductas discriminatorias	-	1	2	2	2	2	2	4	1	4	2	26	Moderado
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Beneficioso
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	+	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	44	Beneficioso

Tabla 33. Matriz de importancia de impactos para la etapa de preparación del sitio.
Fuente: Elaboración propia.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Construcción												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	-	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	46	Moderado
		Disminución de la infiltración	-	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	48	Moderado
	Calidad	Contaminación	-	4	1	4	2	2	2	4	4	1	8	41	Moderado
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	-	4	4	4	4	4	2	4	1	2	4	45	Moderado
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	-	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	62	Severo
	Calidad	Contaminación por residuos	-	4	1	4	1	4	2	4	4	1	4	38	Moderado
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	-	8	4	4	4	4	4	1	4	4	4	61	Severo
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-	8	2	4	1	1	2	1	4	2	4	47	Moderado
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	-	4	4	4	1	1	2	4	4	2	4	42	Moderado
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	-	4	4	4	1	1	2	4	4	2	4	42	Moderado
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	-	8	8	4	4	4	4	1	4	4	4	69	Severo
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	-	8	8	4	4	4	4	1	4	4	4	69	Severo
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición												0	No aplicable
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones												0	No aplicable
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	-	1	1	4	4	4	1	1	4	4	4	31	Moderado
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	-	1	1	4	4	4	1	1	4	4	4	31	Moderado
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010												0	No aplicable
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	8	1	4	4	4	2	4	4	1	4	53	Severo
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	-	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4	47	Moderado
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de	-	4	1	4	4	4	2	1	4	4	4	41	Moderado

Consulta al Público

		reproducción, alimentación y descanso)													
		Modificación de los patrones de comportamiento	-	4	2	4	4	4	2	1	1	4	4	40	Moderado
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	-	4	1	4	4	4	2	4	4	1	4	41	Moderado
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo												0	No aplicable
SOCIAL	Convivencia	Posible generación de conflictos de convivencia	-	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	31	Moderado
		Incremento en conductas discriminatorias	-	1	2	2	2	2	2	4	1	4	4	28	Moderado
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	+	4	8	4	2	2	4	4	4	4	2	54	Muy beneficioso
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	+	4	8	4	2	2	2	4	4	4	2	52	Muy beneficioso

Tabla 34. Matriz de importancia de impactos para la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Operación y mantenimiento												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial												0	No aplicable
		Disminución de la infiltración												0	No aplicable
	Calidad	Contaminación	-	1	2	4	2	4	2	4	4	4	4	35	Moderado
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica												0	No aplicable
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	-	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	37	Moderado
	Calidad	Contaminación por residuos	-	1	1	4	1	4	2	4	4	4	1	29	Moderado
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad												0	No aplicable
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-	8	4	4	4	1	2	4	4	4	4	59	Severo
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	-	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	23	Irrelevante
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	-	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	23	Irrelevante
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje												0	No aplicable
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje												0	No aplicable
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición												0	No aplicable
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones												0	No aplicable
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión												0	No aplicable

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Operación y mantenimiento												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas												0	No aplicable
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010												0	No aplicable
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	8	4	4	4	4	2	4	4	2	4	60	Severo
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	-	4	2	4	4	4	2	4	1	4	4	43	Moderado
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	37	Moderado
		Modificación de los patrones de comportamiento	-	8	4	4	4	4	2	1	1	4	4	56	Severo
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	-	1	1	4	4	4	2	4	4	1	4	32	Moderado
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	-	8	4	4	4	4	2	4	4	2	4	60	Severo
SOCIAL	Convivencia	Posible generación de conflictos de convivencia	-	1	1	1	1	2	1	4	1	1	4	20	Irrelevante
		Incremento en conductas discriminatorias	-	1	1	1	2	2	1	4	1	4	4	24	Irrelevante
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	+	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	43	Beneficioso
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	+	1	2	4	4	4	2	4	4	4	8	41	Beneficioso

Tabla 35. Matriz de importancia de impactos para la etapa de operación y mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Desmantelamiento y abandono de sitio												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	+	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	46	Beneficioso
		Disminución de la infiltración	+	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	46	Beneficioso
	Calidad	Contaminación	-	4	1	4	2	2	2	4	4	1	4	37	Moderado
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	+	8	2	4	2	2	2	4	1	2	4	49	Beneficioso

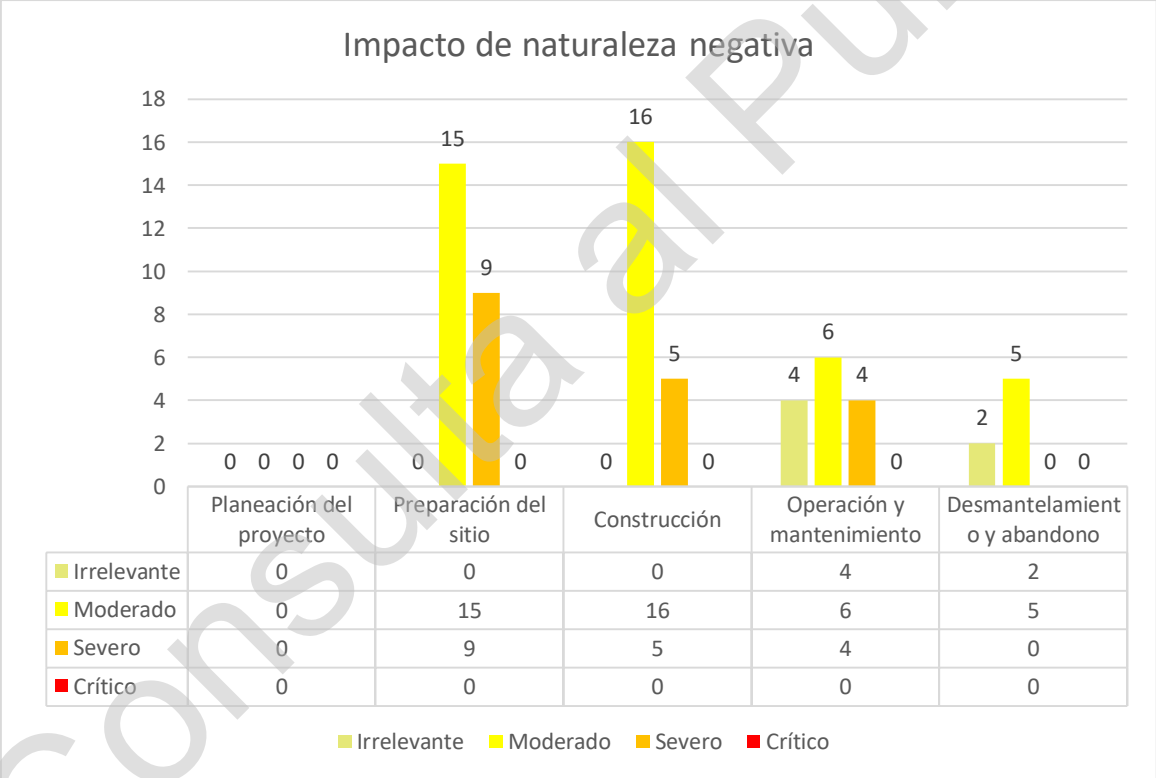
Consulta al Público

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	Desmantelamiento y abandono de sitio												
			NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	+	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	44	Beneficioso
	Calidad	Contaminación por residuos	-	4	1	4	1	4	2	4	4	1	4	38	Moderado
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	+	4	4	1	4	4	4	1	4	4	2	44	Beneficioso
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-	4	4	4	4	1	2	4	4	4	4	47	Moderado
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	-	1	1	4	4	4	2	4	4	4	8	39	Moderado
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	-	1	1	4	4	4	2	4	4	4	8	39	Moderado
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	+	8	8	4	4	4	4	1	4	4	2	67	Muy beneficioso
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	+	8	8	4	4	4	4	1	4	4	2	67	Muy beneficioso
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	+	2	1	2	4	2	2	1	4	4	2	29	Beneficioso
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	+	2	1	2	4	2	2	1	4	4	4	31	Beneficioso
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	+	2	1	2	4	2	2	1	4	4	2	29	Beneficioso
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	+	2	1	2	4	2	2	1	4	4	2	29	Beneficioso
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	+	1	1	1	4	4	4	1	4	4	8	35	Beneficioso
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	+	8	4	4	4	4	2	4	4	4	8	66	Muy beneficioso
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	+	8	4	2	4	4	4	4	1	4	2	57	Muy beneficioso
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	+	4	1	2	4	4	4	1	4	4	4	41	Beneficioso
		Modificación de los patrones de comportamiento	+	8	4	4	4	4	2	1	1	4	8	60	Muy beneficioso
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	+	4	1	4	4	4	2	4	4	4	8	48	Beneficioso
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	+	8	4	4	4	4	2	4	4	4	8	66	Muy beneficioso
SOCIAL	Convivencia	Posible generación de conflictos de convivencia	-	1	1	2	4	4	1	1	1	1	2	21	Irrelevante
		Incremento en conductas discriminatorias	-	1	1	2	4	4	2	1	1	1	2	22	Irrelevante
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	+	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	43	Beneficioso
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	+	1	2	4	4	4	2	4	4	4	8	41	Beneficioso

Tabla 36. Matriz de importancia de impactos para la etapa de desmantelamiento y abandono.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

Como resultado general de la valoración de los impactos identificados para cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, se tiene que la etapa con el mayor número de impactos de naturaleza negativa es la preparación del sitio con un total de 24 impactos de los cuales 15 son moderados y 9 son severos; este resultado se debe a la intensidad de los impactos a ocurrir, y que al ser la etapa donde el proyecto mantiene su primera interacción con el medio, los impactos son más significativos; en la siguiente gráfica se muestra el número de impactos negativos asociados a cada una de las etapas del proyecto y a su categorización.



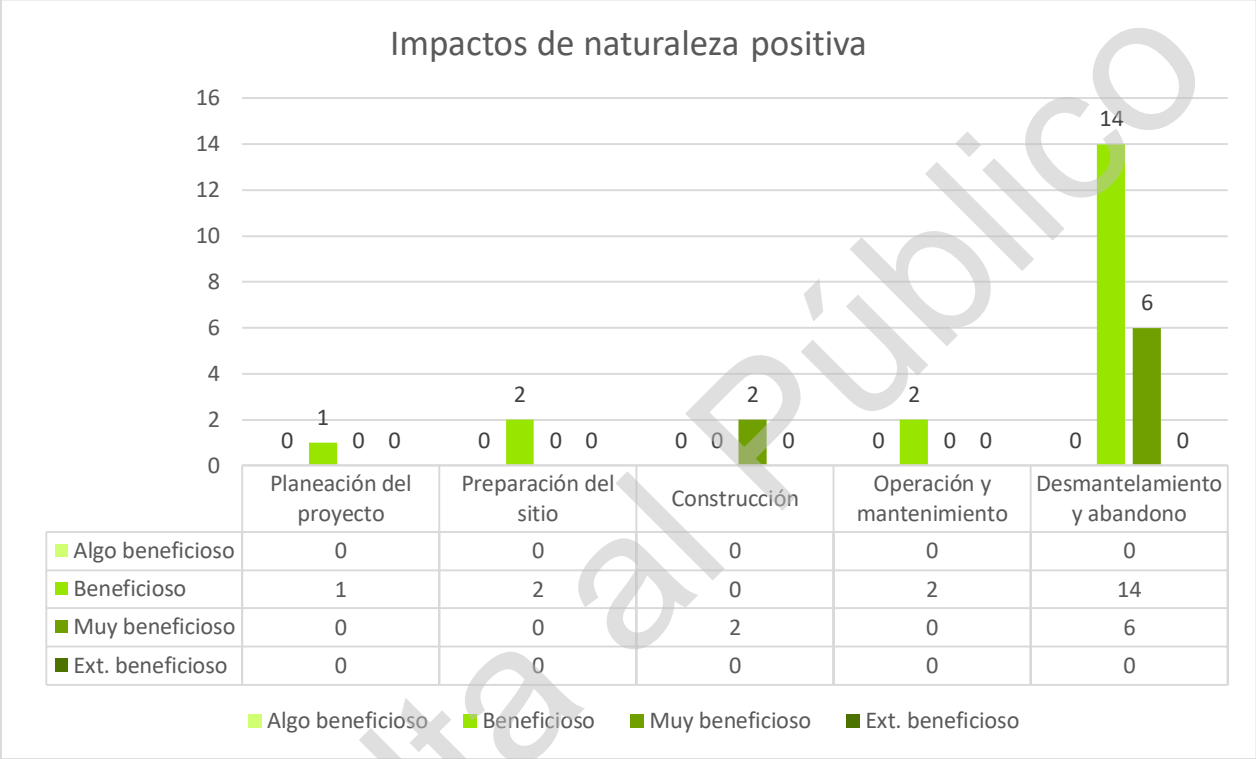
	Planeación del proyecto	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Irrelevante	0	0	0	4	2
Moderado	0	15	16	6	5
Severo	0	9	5	4	0
Crítico	0	0	0	0	0

Gráfica 8. Caracterización de los impactos negativos por etapa del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, los impactos de naturaleza positiva o beneficiosa identificados tienden a presentarse en su mayoría durante la etapa de desmantelamiento y abandono, con un total de 20 impactos, de los cuales 14 son beneficiosos y 6 muy beneficiosos; en este caso se entiende que el resultado obtenido obedece a que dentro de esta etapa se considera

Consulta al Público

la ejecución de actividades que implican el retiro de la infraestructura asociada al proyecto y por ende permitirán que de manera paulatina el sitio recupere sus características estructurales y funcionales. En la siguiente gráfica se muestra la ocurrencia de impactos de naturaleza positiva o beneficiosa por etapa del proyecto.



Gráfica 9. Caracterización de los impactos positivos por etapa del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta los resultados presentados en las gráficas anteriores, es importante mostrar la dinámica y evolución de los impactos a lo largo de las distintas etapas del proyecto es por ello que para evidenciar el cambio de intensidad se utilizaron los resultados por etapa (categorías) para asignarles valores negativos y positivos tal como se muestra en la siguiente tabla.

Categoría	Valor asignado
Irrelevantes	-0.25
Moderados	-0.5
Severos	-0.75
Críticos	-1

Consulta al Público

Categoría	Valor asignado
Algo beneficioso	0.25
Beneficioso	0.5
Muy beneficioso	0.75
Extraordinariamente beneficioso	1

Tabla 37. Valores asignados para el análisis.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se analiza cada uno de los impactos identificados dentro del proyecto a fin de evidenciar su dinámica respecto a las etapas de ejecución del proyecto.

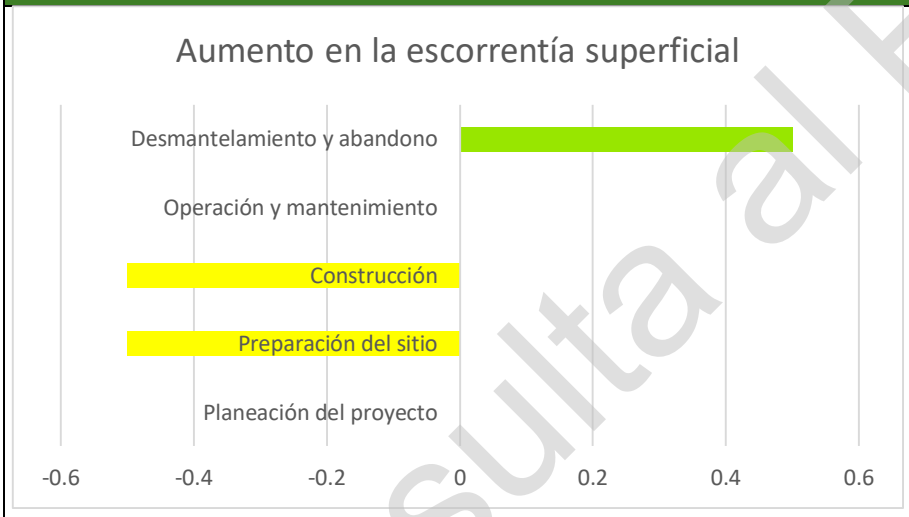
Componente: Agua	Factor: Captación natural	Impacto: Aumento en la escorrentía superficial
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		El aumento de la escorrentía superficial será un impacto negativo moderado durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, durante la etapa de desmantelamiento, con el retiro de las infraestructuras del proyecto, se espera que de manera paulatina el suelo y la vegetación recuperen su estructura y con ello la escorrentía tienda a disminuir, por lo cual se considera una eliminación del impacto como condición final del medio.

Tabla 38. Dinámica del impacto aumento en la escorrentía superficial.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

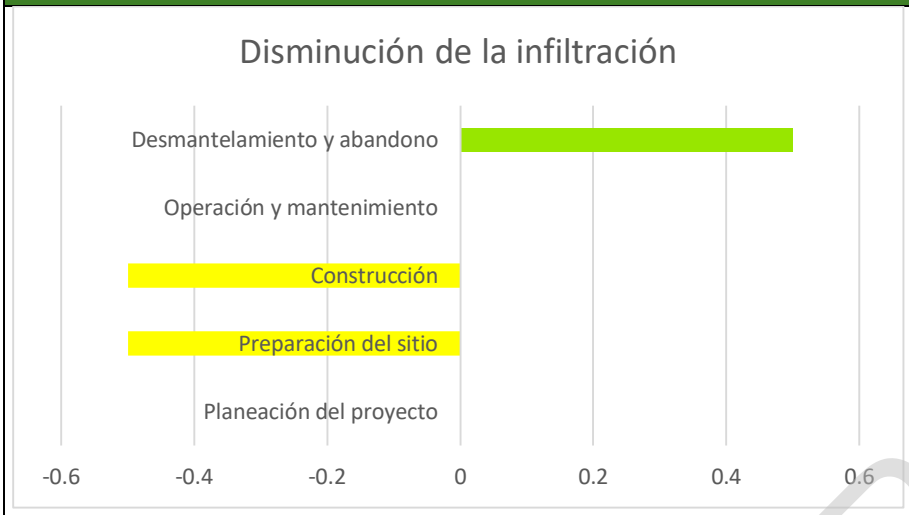
Componente: Agua	Factor: Captación natural	Impacto: Disminución de la infiltración
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Este impacto es de naturaleza negativa en las etapas de Preparación del sitio y Construcción, donde en ambos casos resultaron moderados, mientras que en la etapa de desmantelamiento y abandono este impacto se presenta como beneficioso teniendo en cuenta que, con el retiro de la infraestructura del proyecto, el suelo recuperará de manera paulatina la capacidad de infiltrar el agua que se precipite sobre el sitio.

Tabla 39. Dinámica del impacto disminución de la infiltración.
Fuente: Elaboración propia.

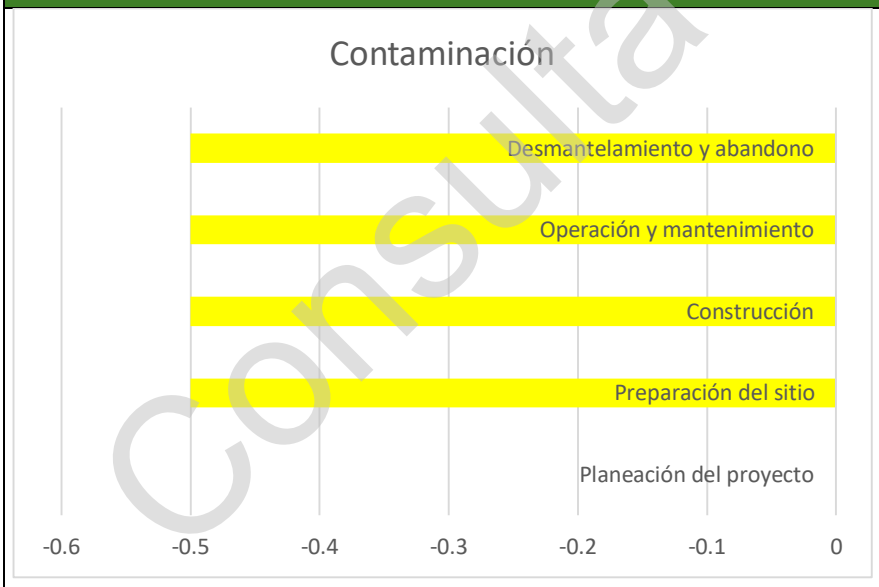
Componente: Agua	Factor: Calidad	Impacto: Contaminación
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Tomando en cuenta las características edafológicas e hidrológicas del sitio, el impacto resulta moderado durante todas las etapas del proyecto a excepción de la etapa de planeación, donde el impacto no se presentará. Cabe mencionar que el impacto estará asociado principalmente al uso de vehículos y maquinaria, así como a algunas actividades de mantenimiento.

Tabla 40. Dinámica del impacto contaminación.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

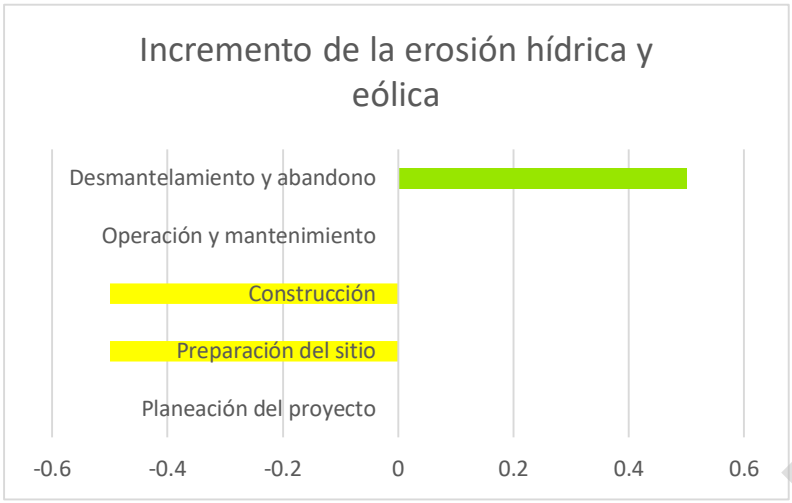
Componente: Suelo	Factor: Erosión	Impacto: Incremento de la erosión hídrica y eólica
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		Este impacto se presenta como negativo de carácter moderado durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en ambos casos se considera el efecto por el movimiento de tierras y la colocación de infraestructura, así como el retiro de la vegetación presente; así mismo durante la etapa de desmantelamiento y abandono este impacto tendrá una naturaleza positiva de carácter beneficioso, ya que al retirar la infraestructura del proyecto, el suelo podrá recuperar sus propiedades estructurales de manera gradual.

Tabla 41. Dinámica del impacto incremento en la erosión hídrica y eólica.
Fuente: Elaboración propia.

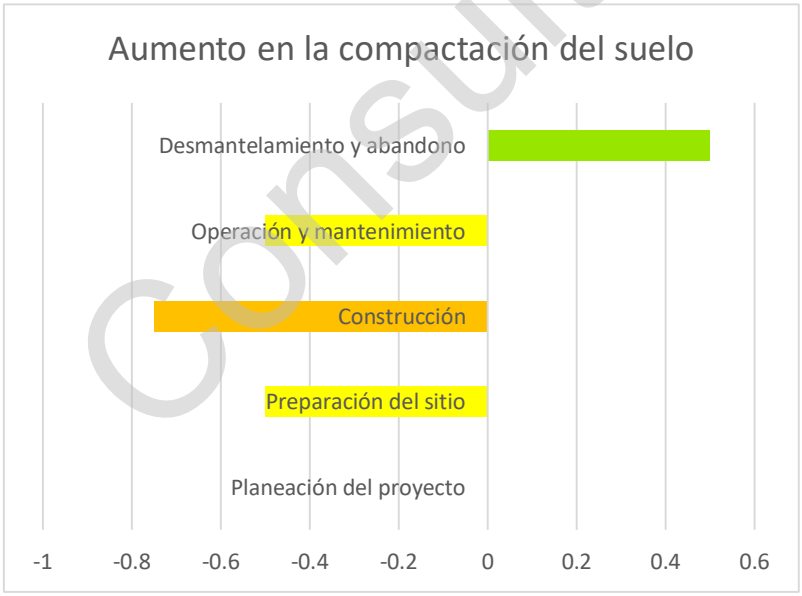
Componente: Suelo	Factor: Estructura	Impacto: Aumento en la compactación del suelo
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		En el caso del aumento en la compactación del suelo, se tiene que será un impacto negativo y moderado para las etapas de preparación del sitio y la operación y mantenimiento, mientras que para la construcción se caracteriza como severo por la cantidad de actividades y adecuaciones a nivel del suelo que se realizarán en el sitio. En el caso de la etapa de desmantelamiento y abandono, este impacto tomará una naturaleza positiva de tipo beneficiosa ya que con el retiro de la infraestructura del proyecto el suelo podrá recuperar su estructura natural de manera paulatina, con lo cual el impacto tenderá a desaparecer del medio.

Tabla 42. Dinámica del impacto aumento en la compactación del suelo.

Consulta al Público

Fuente: Elaboración propia.

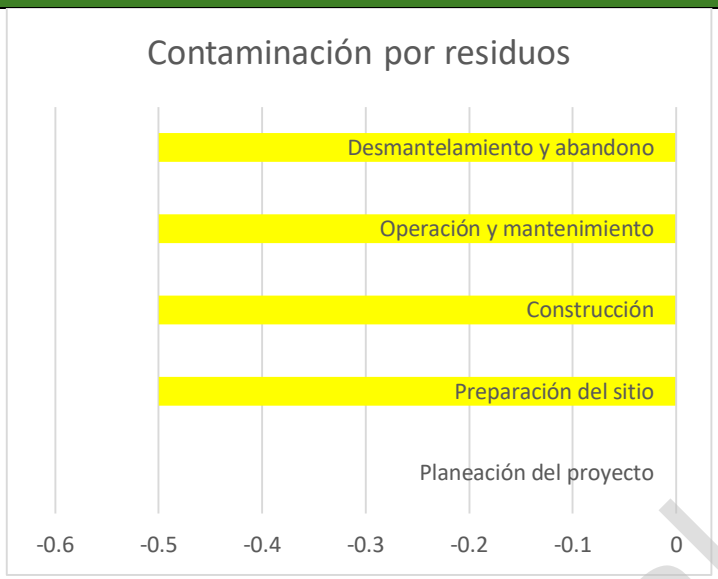
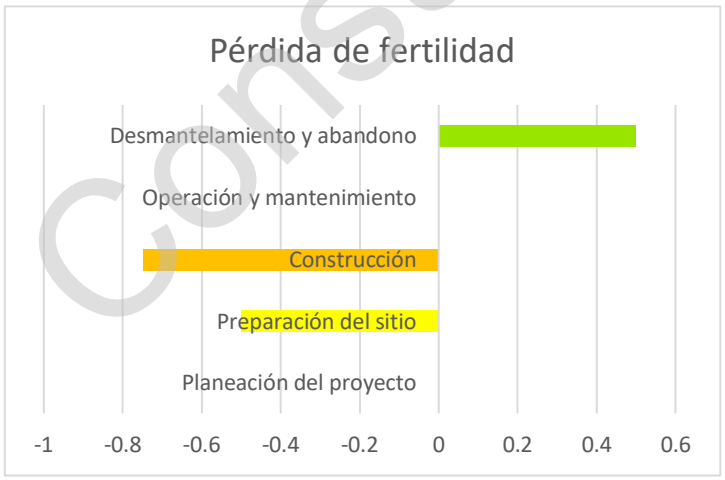
Componente: Suelo	Factor: Calidad	Impacto: Contaminación por residuos
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Este impacto es de naturaleza negativa y de carácter moderado para todas las etapas de desarrollo del proyecto a excepción de la etapa de planeación del proyecto donde no se presenta. Es por ello que deberá considerarse como un impacto un impacto permanente pero no derivado de una misma actividad, con diferentes intensidades.

Tabla 43. Dinámica del impacto aumento en la contaminación por residuos.
Fuente: Elaboración propia.

Componente: Suelo	Factor: Fertilidad	Impacto: Pérdida de fertilidad
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Este impacto tendrá una naturaleza negativa para el medio, y estará presente desde la etapa de preparación del sitio, donde será de carácter moderado ya que afectará principalmente las áreas forestales, sin embargo, en la etapa de construcción este impacto será severo ya que se eliminará esta cualidad del suelo mediante la infraestructura que será colocada como parte del proyecto, principalmente aquella infraestructura que evite la recuperación del suelo. En el caso de la etapa de desmantelamiento y abandono, el impacto tomará una naturaleza positiva, ya que, con la recuperación del sitio, el suelo

Consulta al Público

Componente: Suelo	Factor: Fertilidad	Impacto: Pérdida de fertilidad
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		podrá recuperarse de manera gradual recuperando su funcionalidad.

Tabla 44. Dinámica del impacto pérdida de fertilidad.
Fuente: Elaboración propia.

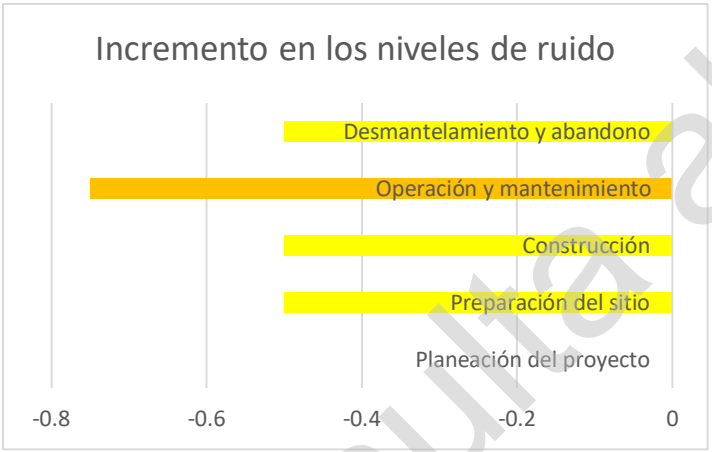
Componente: Aire	Factor: Ruido	Impacto: Incremento en los niveles de ruido.
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		Este impacto tendrá una naturaleza negativa durante todas las etapas del proyecto a excepción de la etapa de planeación del proyecto donde no se presentará. Tal como se mencionó anteriormente estará asociado a distintas actividades, principalmente al uso de vehículos y maquinaria pesada en las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y abandono donde será moderado, sin embargo, durante la etapa de operación y mantenimiento estará asociado además al funcionamiento de los aerogeneradores por lo que resulta severo. Es importante señalar que cuando todas las actividades de desmantelamiento del proyecto hayan concluido este impacto desaparecerá del medio.

Tabla 45. Dinámica del impacto incremento en los niveles de ruido.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

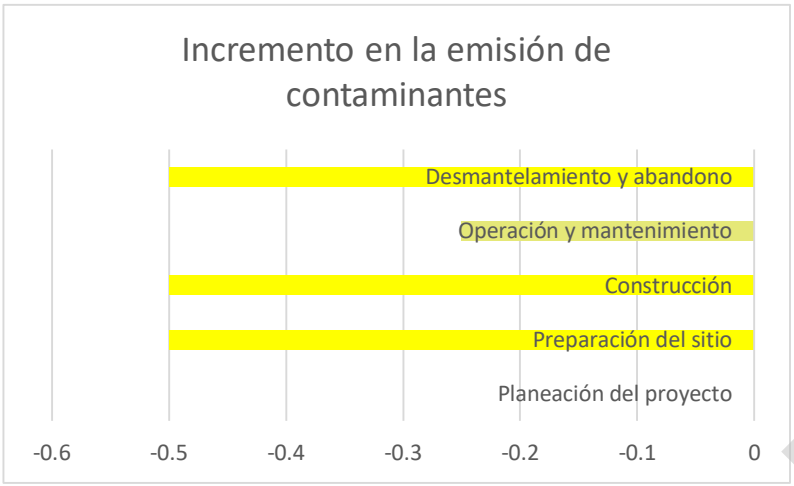
Componente: Aire	Factor: Calidad	Impacto: Incremento en la emisión de contaminantes
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La incidencia de este impacto en las etapas de preparación de sitio, construcción y desmantelamiento y abandono será moderada, asociado a la cantidad de vehículos que circularán en el sitio por parte del proyecto, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento el impacto será irrelevante ya que el tránsito de vehículos se verá reducido considerablemente. Sin embargo, al finalizar todas las actividades del desmantelamiento y abandono, el impacto estará diluido en el medio.

Tabla 46. Dinámica del impacto incremento en la emisión de contaminantes.
Fuente: Elaboración propia.

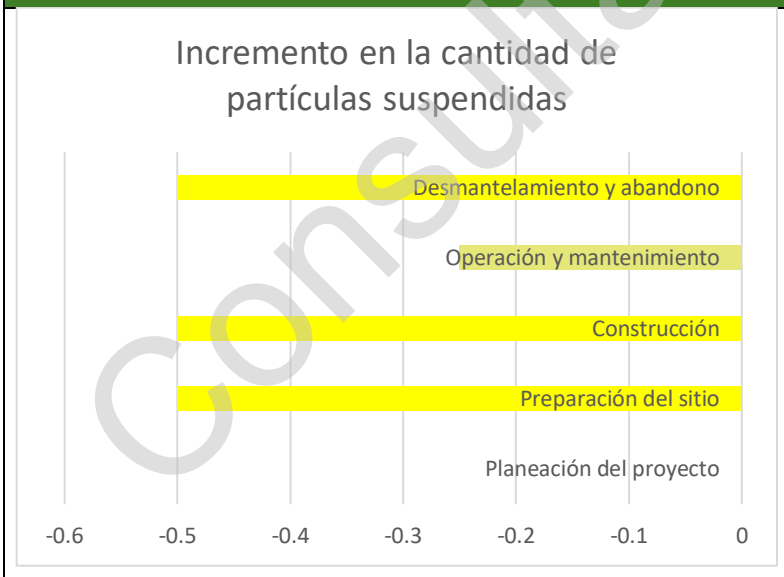
Componente: Aire	Factor: Calidad	Impacto: Incremento en la cantidad de partículas suspendidas
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Este impacto tendrá la misma intensidad (moderado) durante la etapa de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y abandono por efecto de las diferentes actividades constructivas y de retiro de infraestructura respectivamente, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento el impacto será irrelevante ya que este impacto será producido en su mayoría por el tránsito de vehículos. Una vez terminadas las labores de desmantelamiento y abandono este impacto será eliminado del sitio.

Tabla 47. Dinámica del impacto incremento en la cantidad de partículas suspendidas.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

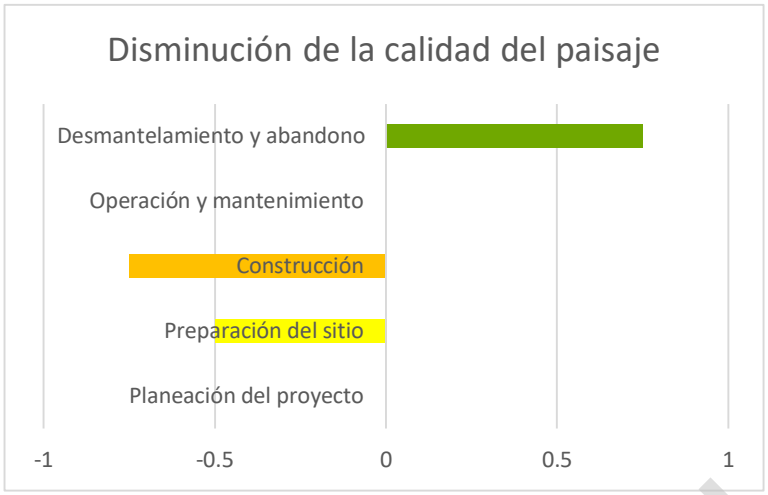
Componente: Paisaje	Factor: Calidad	Impacto: Disminución de la calidad del paisaje
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Este impacto tendrá una naturaleza negativa para las etapas de preparación del sitio y construcción, siendo moderado durante la primera y severo en la segunda; sin embargo, durante la etapa de desmantelamiento y abandono este impacto tenderá a cambiar su naturaleza a positiva con el retiro de las infraestructuras, además de que se espera que su recuperación sea gradual

Tabla 48. Dinámica del impacto disminución de la calidad del paisaje.
Fuente: Elaboración propia.

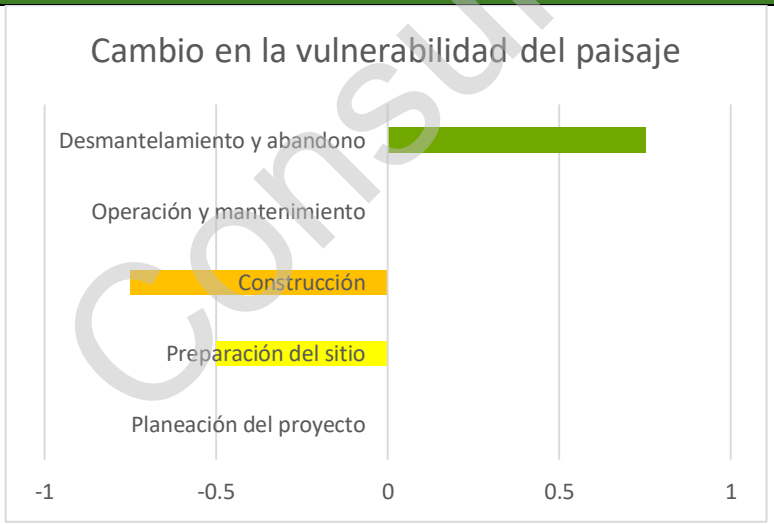
Componente: Paisaje	Factor: Vulnerabilidad (fragilidad)	Impacto: Cambio en la vulnerabilidad del paisaje
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La fragilidad del paisaje cambiará durante la preparación del sitio y la construcción pasando de ser moderada a severa siendo permanente durante la operación y el mantenimiento del proyecto, mientras que será revertido de manera gradual una vez que hayan sido retiradas las infraestructuras que conforman el proyecto y la regeneración del sitio sea evidente respecto a su entorno, por lo que se considera como positivo con carácter de muy beneficioso.

Tabla 49. Dinámica del impacto cambio en la vulnerabilidad del paisaje.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

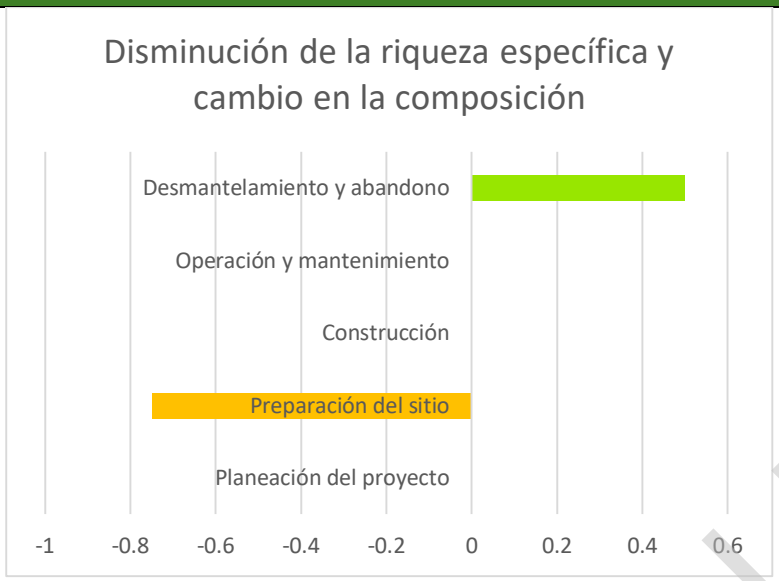
Componente: Flora	Factor: Diversidad	Impacto: Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La naturaleza de este impacto es negativa durante la etapa de preparación del sitio donde se caracteriza por ser severa, el efecto de ese impacto será permanente durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento; sin embargo, en la etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto, la naturaleza del impacto cambiará a positiva dado que con el retiro de la infraestructura se permitirá la recolonización del sitio y el establecimiento de especies pioneras para la regeneración, lo que le confiere un carácter de beneficioso.

Tabla 50. Dinámica del impacto disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Fuente: Elaboración propia.

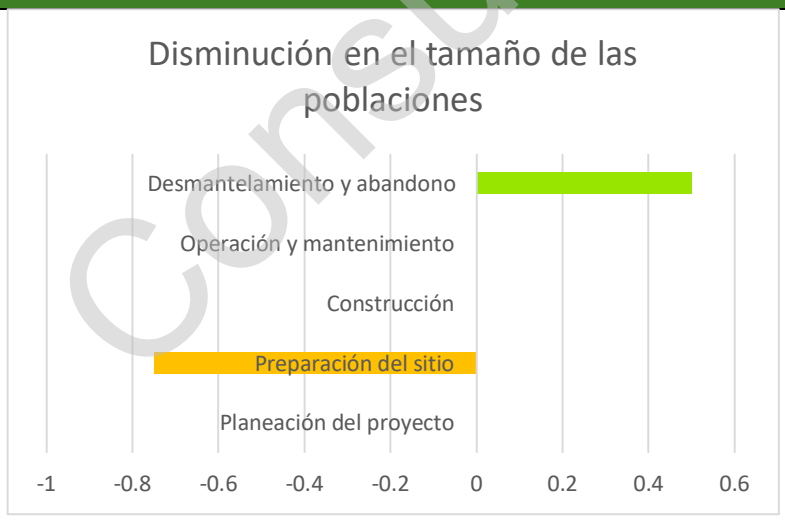
Componente: Flora	Factor: Poblaciones	Impacto: Disminución en el tamaño de las poblaciones.
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Es un impacto de naturaleza negativa y tiende a ser severo durante la etapa de preparación de sitio siendo permanente durante la construcción y operación y mantenimiento ya que el sitio ocupado por vegetación natural será utilizado por infraestructuras del parque, evitando el establecimiento de organismos; en el caso de la etapa de desmantelamiento y abandono, el efecto de este impacto será diluido tomando una naturaleza positiva.

Tabla 51. Dinámica del impacto disminución en el tamaño de las poblaciones.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

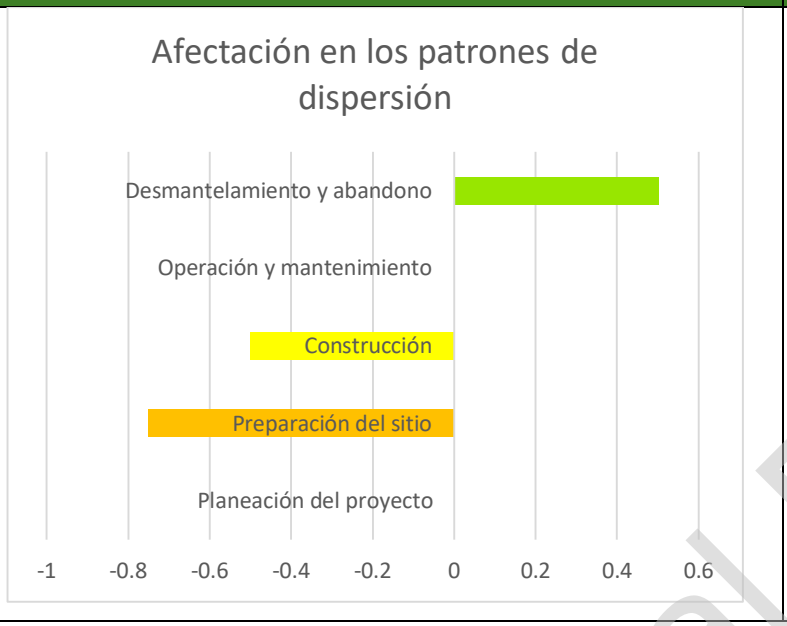
Componente: Flora	Factor: Dispersión	Impacto: Afectación en los patrones de dispersión
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Será un impacto perjudicial severo durante la etapa de preparación de sitio y moderado durante la construcción, en relación al tipo de intervención que se tendrá sobre la vegetación natural incluida dentro del área del proyecto, su efecto será diluido de manera gradual posterior al desmantelamiento ya que el espacio que fue ocupado por el proyecto estará disponible para cualquier especie que pueda dispersarse hacia él, tomando la característica de beneficioso.

Tabla 52. Dinámica del impacto afectación en los patrones de dispersión.
Fuente: Elaboración propia.

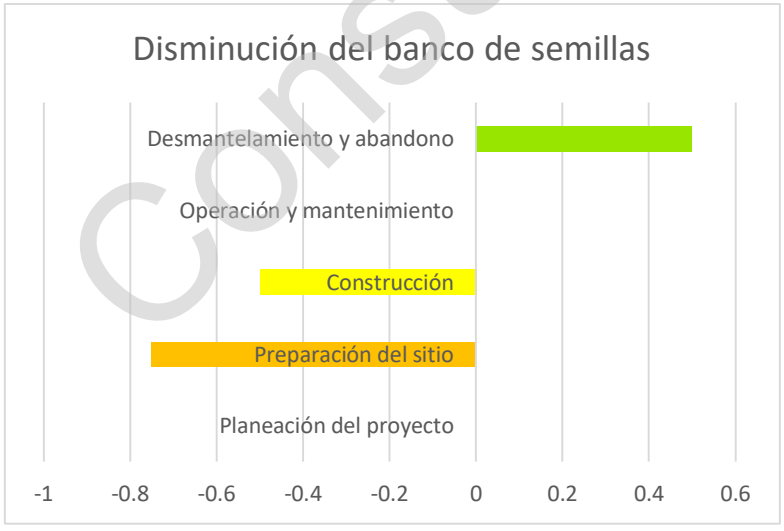
Componente: Flora	Factor: Banco de semillas	Impacto: Disminución del banco de semillas
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		El impacto está asociado al efecto que tendrá el desmonte y el despalme durante la preparación del sitio, categorizándolo como severo, mientras que durante la construcción resultó ser moderado por estar asociado al establecimiento de infraestructura, en este caso posterior al desmantelamiento con la eliminación de la infraestructura del proyecto y la recuperación paulatina del suelo, se convertirá en un sitio con alto potencial de regeneración, lo que a su vez contribuirá con la recuperación del banco de semillas de una forma gradual.

Tabla 53. Dinámica del impacto disminución del banco de semillas.

Consulta al Público

Fuente: Elaboración propia.

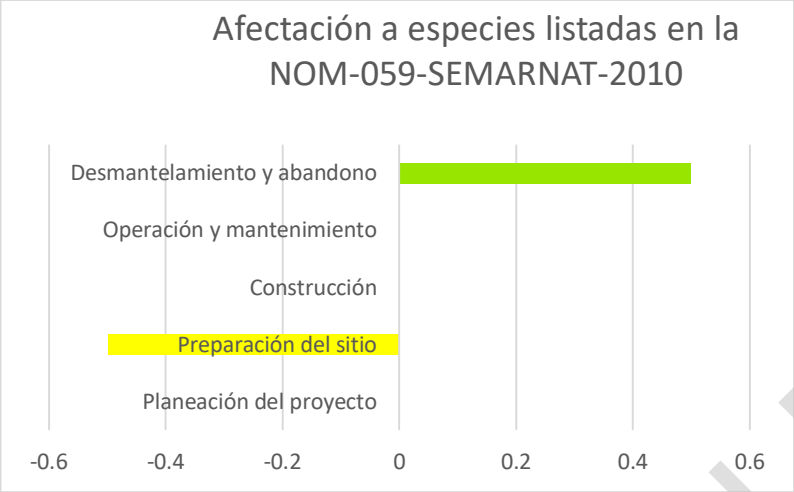
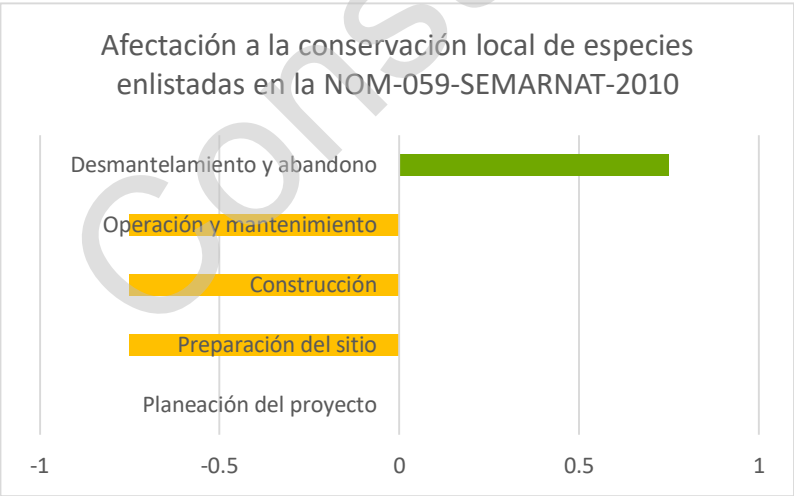
Componente: Flora	Factor: Especies vulnerables	Impacto: Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La naturaleza de este impacto es negativa, se presentará a partir de la etapa de preparación del sitio y tendrá carácter de moderado, este impacto será permanente durante la construcción y la etapa de operación y mantenimiento, sin embargo, al final de la etapa de desmantelamiento y abandono el área del proyecto podrá ser ocupada por especies vulnerables, dicha ocupación implica un impacto positivo de carácter beneficioso para el ecosistema.

Tabla 54. Dinámica del impacto afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

Componente: Fauna	Factor: Especies vulnerables	Impacto: Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La naturaleza de este impacto es negativa y se presentará desde la etapa de preparación del sitio y será permanente durante la construcción y la operación y mantenimiento, este impacto se categoriza para todas las etapas como severo; sin embargo, una vez que hayan sido retiradas las infraestructuras durante la etapa de desmantelamiento y abandono, este impacto cambiará su naturaleza por positiva ya que el sitio podrá albergar nuevamente a distintas especies, entre las que se podrán encontrar aquellas

Consulta al Público

Componente: Fauna	Factor: Especies vulnerables	Impacto: Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		con algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 55. Dinámica del impacto afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fuente: Elaboración propia.

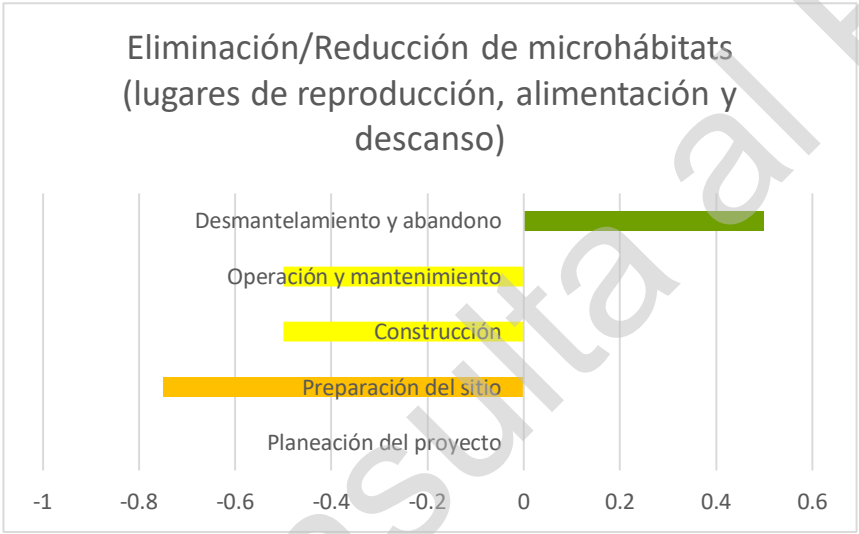
Componente: Fauna	Factor: Diversidad	Impacto: Eliminación /reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		Este impacto es de naturaleza negativa y estará presente durante la etapa de preparación del sitio hasta el desmantelamiento y abandono, sin embargo, tenderá a cambiar su categoría de severo a moderado, mientras que posterior al desmantelamiento de la infraestructura este impacto cambiará su naturaleza a positiva derivado de la posibilidad que la fauna tendrá de ocupar el sitio de manera paulatina, lo que le da la categoría de beneficioso.

Tabla 56. Dinámica del impacto eliminación /reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso).
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

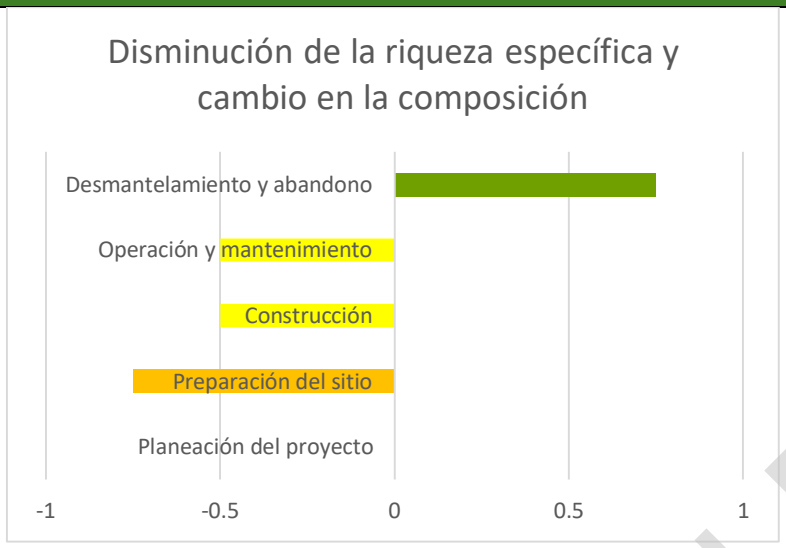
Componente: Fauna	Factor: Diversidad	Impacto: Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		La tendencia de este impacto es de severo en la etapa de preparación del sitio y disminuirá a moderado en la construcción y la operación y mantenimiento, en el caso del desmantelamiento y abandono se prevé que el efecto sea reversible al dejar la superficie libre de infraestructura resultando un impacto muy beneficioso.

Tabla 57. Dinámica del impacto Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición.
Fuente: Elaboración propia.

Componente: Fauna	Factor: Mortalidad	Impacto: Incremento en la mortalidad por atropello
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		El impacto estará dado por el tránsito de vehículos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, donde será un impacto moderado en los tres casos, revirtiéndose su naturaleza posterior al desmantelamiento y abandono del sitio a beneficiosa.

Tabla 58. Dinámica del impacto incremento en la mortalidad por atropello.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

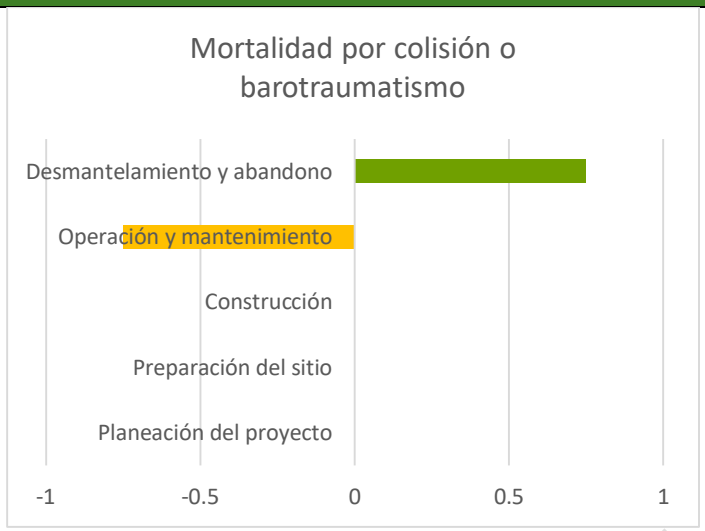
Componente: Fauna	Factor: Modificación del hábitat	Impacto: Mortalidad por colisión o barotraumatismo
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		Este impacto será de naturaleza negativa y se presentará específicamente en la etapa de operación y mantenimiento y está asociado al funcionamiento de los aerogeneradores y la LT, es por ello que cuando sean retiradas estas infraestructuras este impacto tendrá una naturaleza positiva y resultará muy beneficioso.

Tabla 59. Dinámica del impacto mortalidad por colisión o barotraumatismo.
Fuente: Elaboración propia.

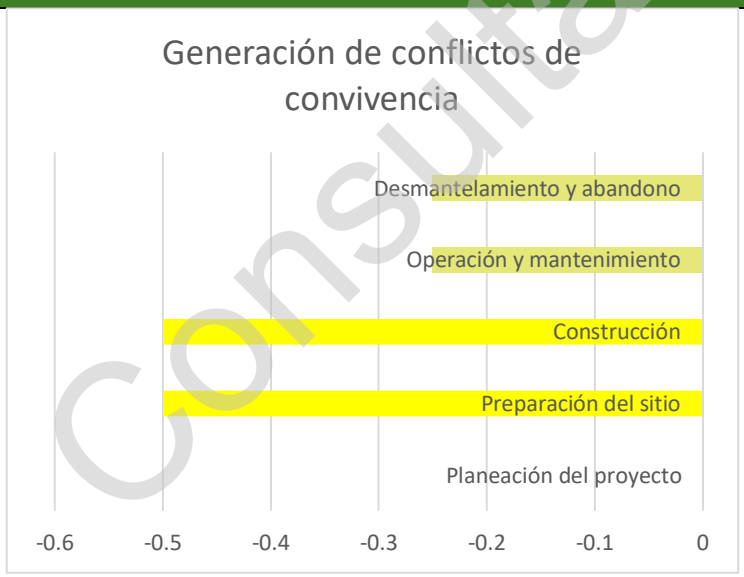
Componente: Social	Factor: Convivencia	Impacto: Generación de conflictos de convivencia
Dinámica del impacto		Descripción de la dinámica
		El efecto de este impacto aparecerá durante la fase de preparación del sitio, como consecuencia de la llegada a la zona de población foránea. Estará presente durante las restantes fases del proyecto, con carácter negativo, aunque en la operación y mantenimiento y la etapa de desmantelamiento y abandono el impacto se vuelve irrelevante. Es importante señalar que este impacto desaparecerá al momento en el que la población foránea abandona el lugar.

Tabla 60. Dinámica del impacto generación de conflictos de convivencia.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

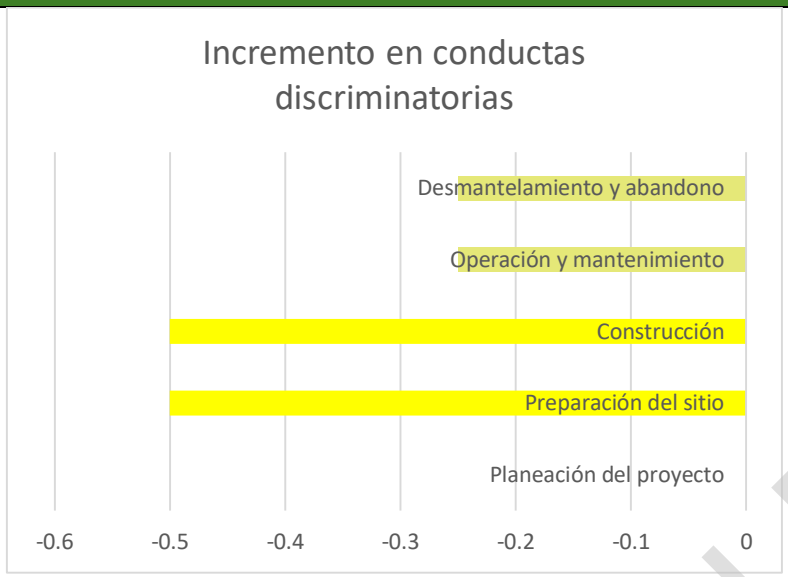
Componente: Social	Factor: Convivencia	Impacto: Incremento en conductas discriminatorias
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		Al igual que el anterior, este impacto se manifestará durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento y desmantelamiento y abandono, puesto que también está asociado a la presencia de población foránea. Cabe señalar que el impacto pasará de moderado a irrelevante y que su efecto desaparecerá al finalizar las actividades de desmantelamiento y abandono.

Tabla 61. Dinámica del impacto incremento en conductas discriminatorias.
Fuente: Elaboración propia.

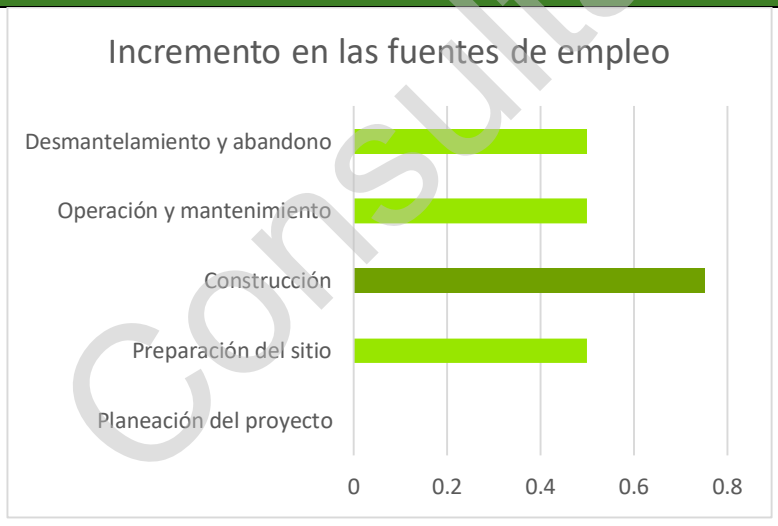
Componente: Económico	Factor: Empleo	Impacto: Incremento del empleo.
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La naturaleza de este impacto desde su aparición es positiva y cambia su categorización de beneficioso a muy beneficioso durante la etapa de construcción, dado a que durante esta etapa será necesario emplear a una mayor cantidad de personas.

Tabla 62. Dinámica del impacto incremento del empleo.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

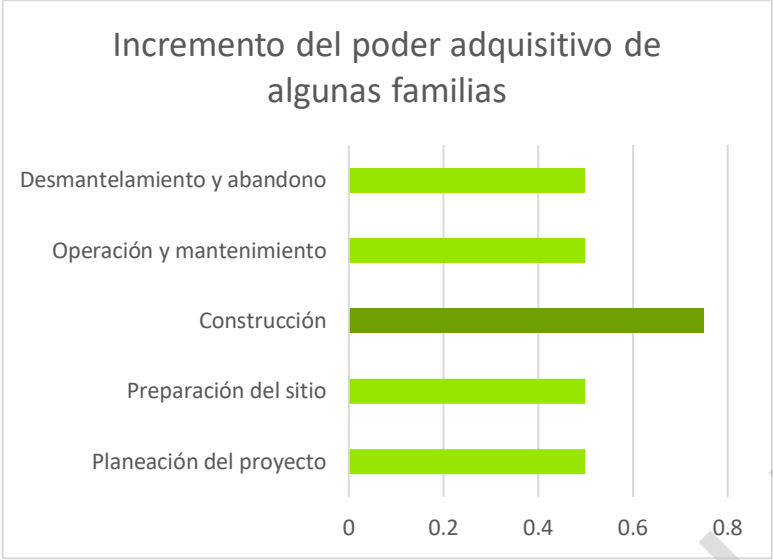
Componente: Económico	Factor: Economía de las familias	Impacto: Incremento del poder adquisitivo de algunas familias
Dinámica del impacto		**Descripción de la dinámica**
		La naturaleza de este impacto es positiva ya que el proyecto, desde la fase de planeación, revertirá beneficios económicos a los propietarios en cuyas tierras se ubica el proyecto. Adicionalmente durante el resto de etapas, con el desarrollo del proyecto, se contribuirá a la mejora de la economía de las familias en las que sus miembros ocupen alguno de los empleos (directos o indirectos) que con éste se van a generar.

Tabla 63. Dinámica del impacto Incremento del poder adquisitivo de algunas familias.
Fuente: Elaboración propia.

Otra de las bondades de la metodología desarrollada, es que mediante esta es posible clasificar los impactos de acuerdo a su tipología de manera específica por etapa evaluada, proporcionado específicamente los impactos Sinérgicos, Acumulativos y Residuales en relación con los valores asignados por el evaluador por lo que su definición depende del criterio empleado, en este sentido, a continuación, se muestran los atributos considerados para la categorización de los impactos.

- **Sinérgico:** se asocia directamente al valor resultante de la "Importancia del impacto" (I), la cual se obtiene a partir de la ecuación propuesta para asignar un valor al impacto, misma que incluye de manera conjunta a todos los atributos considerados y valorados.
- **Residual:** esta tipología se asocia a los valores asignados a la periodicidad del impacto (PR) bajo el entendido de que mientras más recurrente sea un impacto en el tiempo más efectos ocasionará en el medio; además se considera la recuperabilidad (MC) del factor afectado tomando como referencia la temporalidad, así como las acciones para tal fin. De esta manera se obtienen los impactos que por su periodicidad y recuperabilidad son residuales o no según la asignación de valores de cada atributo.

Consulta al Público

- **Acumulativo:** se encuentra asociado directamente al valor asignado para el atributo "Acumulación", el cual se refiere al incremento progresivo de la manifestación.

En relación a lo anterior, se tiene que además de tipificar los impactos en sinérgicos, acumulativos y residuales hay que considerar además la naturaleza de los mismos ya que de eso depende su efecto final sobre el medio; es por ello que en las siguientes tablas se muestra de manera general el tipo de impacto resultante de la valoración y los atributos arriba mencionados, mientras que en los gráficos que acompañan a la descripción se muestran separados por naturaleza del impacto.

- Planeación del proyecto

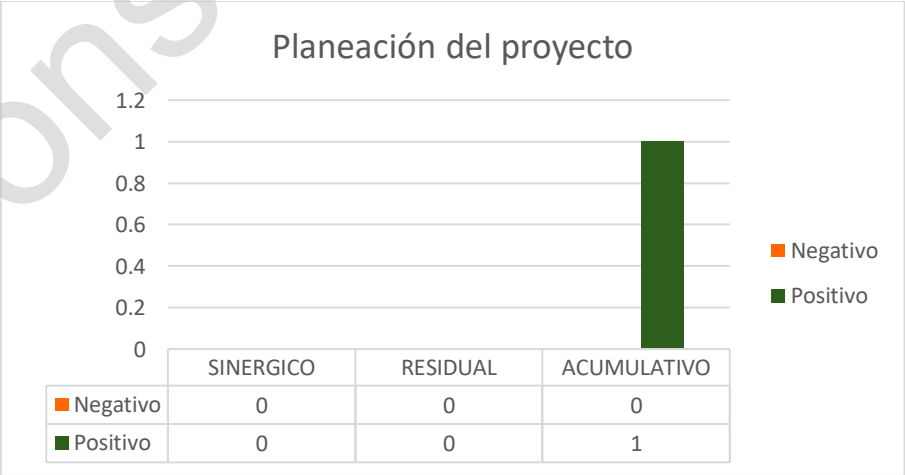
COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Planeación del proyecto		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	NO	NO	NO
		Disminución de la infiltración	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación	NO	NO	NO
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	NO	NO	NO
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos	NO	NO	NO
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	NO	NO	NO
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	NO	NO	NO
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	NO	NO	NO
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	NO	NO	NO
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	NO	NO	NO
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	NO	NO
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	NO	NO	NO
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	NO	NO	NO
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	NO	NO	NO
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	NO	NO

Consulta al Público

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Planeación del proyecto		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	NO	NO	NO
		Modificación de los patrones de comportamiento	NO	NO	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	NO	NO	NO
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	NO	NO	NO
SOCIAL	Convivencia	Generación de conflictos de convivencia	NO	NO	NO
		Incremento en conductas discriminatorias	NO	NO	NO
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	NO	NO	NO
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	NO	NO	SI

Tabla 64. Tipología de impactos para la etapa de planeación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, se tiene que, de los 27 impactos identificados para el desarrollo del proyecto, en la etapa de planeación sólo uno es acumulativo de naturaleza positiva; en la siguiente gráfica se muestra el resumen.



Gráfica 10. Incidencias por actividad en la etapa de planeación del proyecto.

Consulta al Público

Fuente: Elaboración propia.

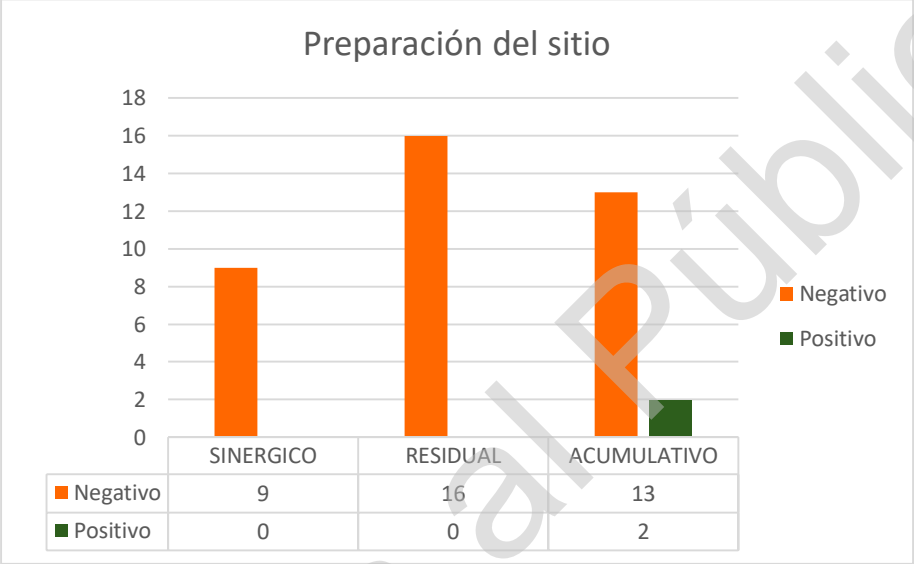
- Preparación del sitio

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Preparación del sitio		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	NO	SI	SI
		Disminución de la infiltración	NO	SI	SI
	Calidad	Contaminación	NO	NO	NO
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	SI	NO	SI
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	NO	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos	NO	NO	SI
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	NO	NO	NO
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	NO	SI	NO
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	NO	SI	SI
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	NO	SI	SI
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	NO	SI	NO
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	NO	SI	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	SI	SI	NO
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	SI	SI	NO
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	SI	SI	NO
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	SI	SI	NO
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	SI	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	SI	NO	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	SI	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	SI	SI	NO
		Modificación de los patrones de comportamiento	SI	SI	SI
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	NO	NO	SI
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	NO	NO	NO
SOCIAL	Convivencia	Generación de conflictos de convivencia	NO	NO	SI
		Incremento en conductas discriminatorias	NO	NO	SI
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	NO	NO	SI
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	NO	NO	SI

Consulta al Público

Tabla 65. Tipología de impactos para la etapa de preparación del sitio.
Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se tiene que para la preparación del sitio se tiene que de los impactos que ocurrirán se consideran 9 sinérgicos, 16 residuales y 13 acumulativos de naturaleza negativa, mientras que sólo se presentarán dos acumulativos de naturaleza positiva; lo anterior se resume en la siguiente gráfica.



Gráfica 11. Incidencias por actividad en la etapa de preparación de sitio.
Fuente: Elaboración propia.

— Construcción

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Construcción		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	NO	SI	SI
		Disminución de la infiltración	NO	SI	SI
	Calidad	Contaminación	NO	NO	SI
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	NO	SI	SI
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	SI	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos	NO	NO	SI
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	SI	SI	NO

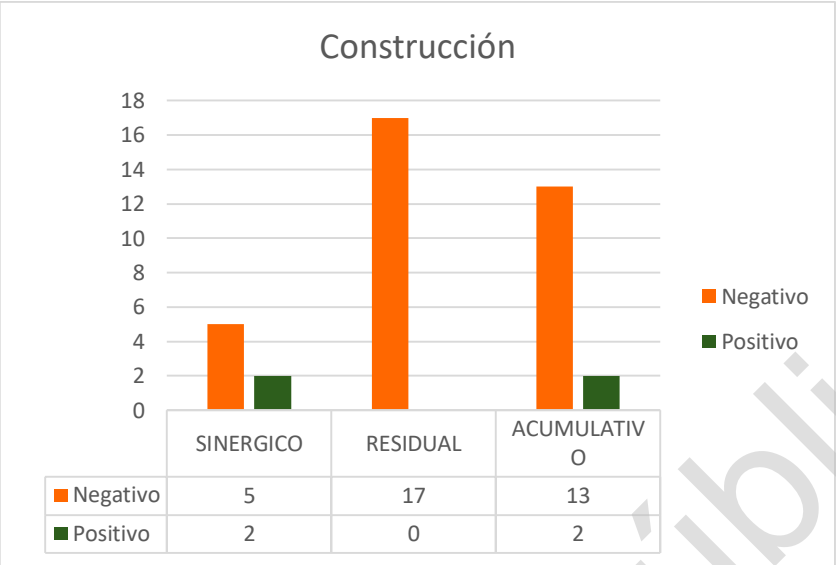
Consulta al Público

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Construcción		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	NO	SI	NO
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	NO	SI	SI
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	NO	SI	SI
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	SI	SI	NO
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	SI	SI	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	NO	NO
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	NO	NO	NO
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	NO	SI	NO
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	NO	SI	NO
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	SI	NO	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	NO	SI	NO
		Modificación de los patrones de comportamiento	NO	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	NO	NO	SI
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	NO	NO	NO
SOCIAL	Convivencia	Generación de conflictos de convivencia	NO	SI	SI
		Incremento en conductas discriminatorias	NO	SI	SI
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	SI	NO	SI
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	SI	NO	SI

Tabla 66. Tipología de impactos para la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la etapa de construcción, los impactos se tipifican como 5 sinérgicos y 17 residuales de naturaleza negativa, mientras que de naturaleza positiva resultaron dos sinérgicos y 2 acumulativos; en la siguiente gráfica se muestran estos datos.

Consulta Público



Gráfica 12. Incidencias por actividad en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

Operación y mantenimiento

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Operación y mantenimiento		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	NO	NO	NO
		Disminución de la infiltración	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación	NO	SI	SI
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	NO	NO	NO
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	NO	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos	NO	NO	SI
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	NO	NO	NO
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	SI	SI	SI
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	NO	NO	SI
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	NO	NO	SI
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	NO	NO	NO
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	NO	NO	NO

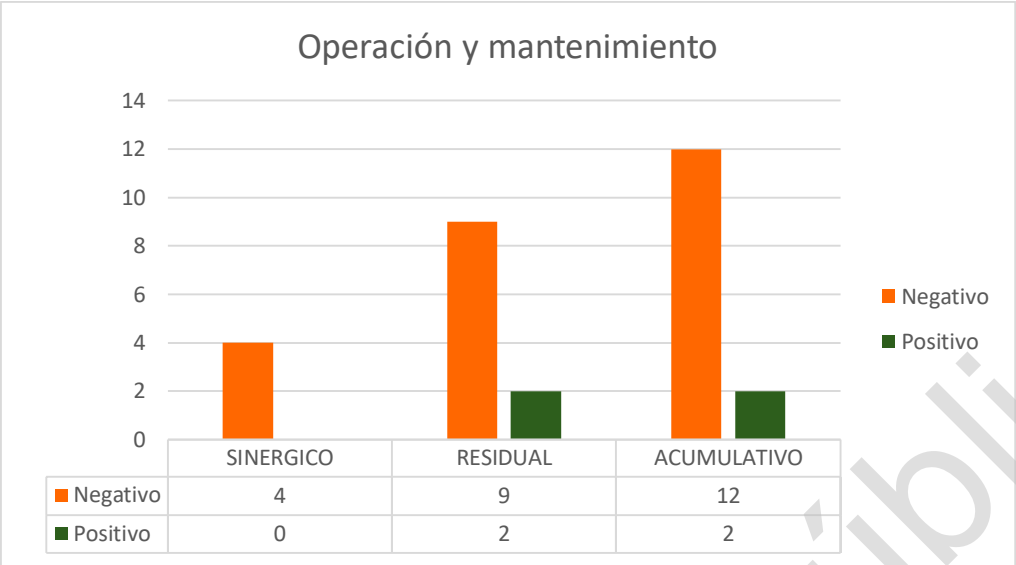
Consulta al Público

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Operación y mantenimiento		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	NO	NO
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	NO	NO	NO
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	NO	NO	NO
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	NO	NO	NO
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	SI	SI	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	NO	SI	NO
		Modificación de los patrones de comportamiento	SI	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	NO	NO	SI
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	SI	SI	SI
SOCIAL	Convivencia	Generación de conflictos de convivencia	NO	NO	SI
		Incremento en conductas discriminatorias	NO	SI	SI
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	NO	SI	SI
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	NO	SI	SI

Tabla 67. Tipología de impactos para la etapa de operación y mantenimiento
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la etapa de operación y mantenimiento se tiene que resultaron 4 impactos sinérgicos, 9 residuales y 12 acumulativos, todos de naturaleza negativa; mientras que los de naturaleza positiva se tipifican como 2 residuales y 2 acumulativos, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Consulta al Público



Gráfica 13. Incidencias por actividad en la etapa de operación y mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

— Desmantelamiento y abandono

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Desmantelamiento y abandono de sitio		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Captación natural	Aumento en la escorrentía superficial	NO	NO	SI
		Disminución de la infiltración	NO	NO	SI
	Calidad	Contaminación	NO	NO	SI
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión hídrica y eólica	NO	SI	SI
	Estructura	Aumento en la compactación del suelo	NO	SI	SI
	Calidad	Contaminación por residuos	NO	NO	SI
	Fertilidad	Pérdida de fertilidad	NO	NO	NO
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	NO	SI	SI
	Calidad	Incremento en la emisión de contaminantes	NO	SI	SI
		Incremento en la cantidad de partículas suspendidas	NO	SI	SI
PAISAJE	Calidad	Disminución de la calidad del paisaje	SI	NO	NO
	Vulnerabilidad (fragilidad)	Cambio en la vulnerabilidad del paisaje	SI	NO	NO

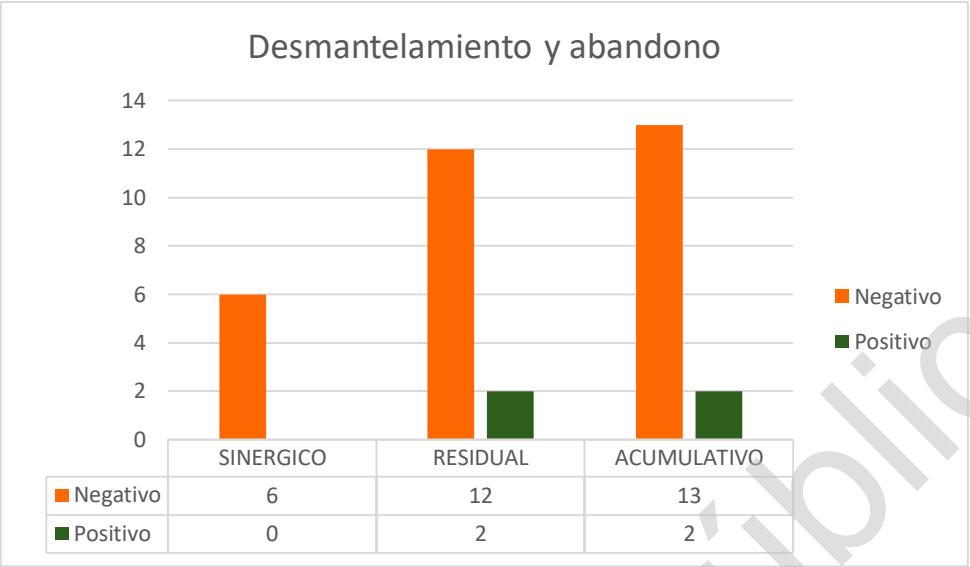
Consulta al Público

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO	Desmantelamiento y abandono de sitio		
			TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	NO	NO	NO
	Poblaciones	Disminución en el tamaño de las poblaciones	NO	SI	NO
	Dispersión	Afectación en los patrones de dispersión	NO	NO	NO
	Banco de semillas	Disminución del banco de semillas	NO	NO	NO
	Especies vulnerables	Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	NO	SI	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	SI	SI	SI
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición	SI	NO	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)	NO	SI	NO
		Modificación de los patrones de comportamiento	SI	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropello	NO	SI	SI
		Mortalidad por colisión o barotraumatismo	SI	SI	SI
SOCIAL	Convivencia	Generación de conflictos de convivencia	NO	NO	NO
		Incremento en conductas discriminatorias	NO	NO	NO
ECONÓMICO	Empleo	Incremento en las fuentes de empleo	NO	SI	SI
	Economía de las familias	Incremento del poder adquisitivo de algunas familias	NO	SI	SI

Tabla 68. Tipología de impactos para la etapa de operación y mantenimiento
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para la etapa de desmantelamiento y abandono los impactos resultantes se tipifican como 6 sinérgicos, 12 residuales y 13 acumulativos, todos ellos de naturaleza negativa; en el caso de los impactos de naturaleza positiva se tipifican como 2 residuales y 2 acumulativos, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Consulta Público



Gráfica 14. Incidencias por actividad en la etapa de desmantelamiento y abandono.
Fuente: Elaboración propia.

La caracterización realizada para cada una de las etapas del proyecto, resulta fundamental ya que con ello es posible evidenciar el efecto de los impactos de manera particular y con ello demostrar la dinámica prevista de la naturaleza del impacto a lo largo de toda la ejecución del proyecto.

Una vez realizado el análisis de la tipología de los impactos basado en los valores asignados a los atributos evaluados por la metodología aplicada, es importante señalar que si bien los resultados se relacionan con la visualización que el evaluador tiene de los efectos que el proyecto ocasionará sobre el medio, también son el resultado de una evaluación separada por etapas de ejecución del proyecto, por lo que es necesario hacer un análisis integral que permita de manera conjunta definir los impactos residuales y acumulativos que pudieran causar un desequilibrio en el ecosistema a nivel regional. Es por ello que en los siguientes apartados se presenta la descripción de los impactos residuales y acumulativos que el proyecto pudiese ocasionar sobre el medio.

V.4. Impactos residuales

Según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3° fracción X un impacto residual se define como "*El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*". Por lo tanto, la diferenciación de los impactos residuales del conjunto de

Consulta al Público

impactos que serán ocasionados con motivo de la implementación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" es de suma importancia dado que estos impactos son los que aún con las medidas de mitigación aplicadas permanecerán en el medio donde será implementado el proyecto.

Dentro de los siguientes párrafos se describen los impactos por componente ambiental que de manera general se consideran residuales para el SAR.

- Agua
    - Captación
        - Aumento en la escorrentía superficial
        - Disminución de la infiltración

Si bien estos impactos serán compensados dentro de superficies degradadas al interior del SAR, así como en las superficies correspondientes a las zanjas, no será posible que la estructura actual del suelo se recupere de tal modo que la captación de agua actual sea semejante, produciendo además un efecto permanente en aquellas áreas donde la superficie sea sellada como las plataformas y cimentaciones durante toda la vida útil del proyecto, diluyéndose de manera progresiva una vez que las actividades de desmantelamiento de la obra hayan finalizado, sin embargo, seguirá siendo un impacto residual.

- Suelo
    - Estructura
        - Aumento en la compactación del suelo

Se considera que el efecto de este impacto será residual dado que, con la compactación del suelo ocasionada por las diferentes actividades del proyecto, la estructura del suelo cambiará, lo que implica el cambio acelerado de procesos naturales producto de la presencia de flora y fauna (materia orgánica), así como de elementos naturales como el viento y el agua que de manera integral le brindan funcionalidad al suelo, por lo cual aún con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación, los efectos del proyecto sobre la estructura del suelo serán diluidos de forma gradual a largo plazo, considerándose entonces como un impacto residual ya que su efecto permanecerá en el medio aun

Consulta al Público

después de haber realizado acciones para mitigarlo, incluso posterior al abandono del proyecto.

- Paisaje
  - Calidad
    - Disminución de la calidad del paisaje

El paisaje es sin duda uno de los componentes cuya afectación será de las más perceptibles ya que el área del proyecto se compone de elementos naturales y antrópicos que serán modificados para dar paso a las infraestructuras propias del proyecto, esta sustitución de elementos ocasionará un cambio en la concepción del paisaje y pese a que el entorno del proyecto se encuentra ya modificado por actividades agrícolas, el impacto que se ocasione sobre el paisaje será residual, ya que pese a que se apliquen medidas de mitigación y compensación la estructura actual del paisaje no volverá a ser la misma.

- Flora
  - Diversidad
    - Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición
  - Poblaciones
    - Disminución en el tamaño de las poblaciones
  - Especies vulnerables
    - Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

La disminución de la riqueza específica y número de individuos y por ende el tamaño en las poblaciones en la superficie indicada dentro del área del proyecto será un impacto importante asociado al cambio de uso de suelo forestal, ya que esta actividad comprende el retiro de la vegetación natural presente en el área del proyecto, cuyo efecto será permanente durante todas las etapas del proyecto e incluso posterior al abandono del sitio el efecto de estos impactos permanecerá ya que el cambio producido en el sitio no podrá

Consulta al Público

revertirse por completo, sino por el contrario dará lugar a un nuevo proceso de sucesión ecológica, permitiendo la recuperación del sitio pero con una composición y riqueza distinta a la original, así como una diferencia en el tamaño de las poblaciones, convirtiendo estos impactos en residuales; además es importante resaltar que para el caso de las especies que se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 el impacto será residual derivado de un cambio en las condiciones del sitio, mismas que actualmente han sido aprovechadas por estas especies para desarrollarse de manera natural en la zona y es por esta mimas razón que pese a que se procure la protección de los individuos mediante su rescate y reubicación, el sitio carecerá de las condiciones necesarias para que estos organismos vuelvan a establecerse, aún después del abandono del sitio.

- Fauna
  - Diversidad
    - Disminución de la riqueza específica y cambio en la composición
  - Modificación del hábitat
    - Eliminación/Reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)
    - Modificación de los patrones de comportamiento

Derivado del cambio en la composición de elementos que tendrá el sitio donde será instalado el proyecto y dado que estos cambios serán permanentes durante toda la vida útil del proyecto e incluso una vez finalizadas las acciones de desmantelamiento y abandono del sitio, las condiciones actuales que provén a la fauna de un hábitat y permite la presencia de un número importante de especies en el sitio no volverán a ser las mismas, por lo que se considera que estos impactos son de tipo residual para la fauna.

V.5. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son definidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3° fracción VII como "*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 que están ocurriendo en el presente*".

Consulta al Público

De acuerdo con la definición de impacto acumulativo, se realizará un análisis integrativo de la tendencia de los impactos que serán producidos por causa de la implementación del proyecto respecto a las condiciones pasadas, presentes y futuras del SAR, con la finalidad de mostrar la evolución del medio y los efectos que el proyecto causará en suma con otros proyectos o actividades similares o ajenos al mismo dentro de los límites del SAR.

Es importante mencionar que para el desarrollo del presente apartado fueron considerados los proyectos y actividades que según la experiencia de SER Consultores pueden acumular efectos ya que es muy probable que hayan ocurrido impactos similares a los identificados para el proyecto "Central Eólica Dzidzantún", o bien que el desarrollo de nuevos proyectos conlleve la ocurrencia de impactos similares.

En este sentido, fue necesario consultar información desde fuentes oficiales como el INEGI[2] (infraestructuras) y las imágenes satelitales proporcionadas por el software Google Earth para poder identificar aquellos elementos que por su establecimiento hubiesen generado impactos similares a los que la "Central Eólica Dzidzantún" generará dentro del SAR delimitado. Adicionalmente, en términos de nuevos proyectos se consultó el Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024, que es el instrumento de planeación a nivel del Estado, donde se concentran los objetivos de crecimiento en cuanto a infraestructura y desarrollo social.

Cabe hacer mención de que colindante al SAR se ha desarrollado al menos un proyecto de características similares al que nos ocupa dentro de este estudio, por lo cual se espera que los impactos que ocasione la implementación de la "Central Eólica Dzidzantún" se acumulen con los ya producidos por el proyecto denominado Parque Eólico Dzilam Bravo y su línea de transmisión.

En los siguientes párrafos se numeran los impactos acumulativos del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" y se describe la dinámica de acumulación con proyectos previos y futuros.

V.5.1. Componente Paisaje

De los impactos que por su naturaleza tienden a ser acumulativos son los relacionados con el paisaje, que para este análisis fueron denominados "Disminución de la calidad del paisaje" y "Cambio en la vulnerabilidad del paisaje", mismos que estarán asociados a la

[2] Conjuntos de datos vectoriales de información topográfica digital, por entidad federativa. Escala 1:250 000. Serie IV

Consulta al Público

sustitución de los elementos naturales por infraestructura asociada al proyecto. Es por ello que la acumulación del efecto de estos impactos con proyectos o actividades previas dentro del SAR estará adicionada con lo que se enumera a continuación:

1. Instalación de líneas de transmisión eléctrica.
2. Construcción de vías de comunicación.

En el caso de acciones o proyectos futuros cuyos efectos pudieran resultar acumulativos para el paisaje se tienen los siguientes:

1. Implementación de parques eólicos.
2. Incremento de redes de energía eléctrica.
3. Incremento en las redes de telecomunicaciones.

V.5.2. Componente Flora

En el caso de los impactos asociados al componente flora, se espera que aquellos cuyo efecto pueda acumularse con el desarrollo de otros proyectos o actividades sean "disminución de la riqueza específica y cambio en la composición", "disminución en el tamaño de las poblaciones", "afectación en los patrones de dispersión", "disminución del banco de semillas" y "afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010"; se considera que estos impactos pueden ser acumulativos por los efectos que estos tienen sobre el medio, es decir que la ocurrencia de todos ellos en suma con la realización previa de otros proyectos o actividades cuya necesidad de desmontar y despalmar áreas forestales haya sido subsanada dentro del SAR incrementando así los efectos que estas actividades tienen sobre el medio natural.

En este sentido, por su ubicación dentro del SAR y en relación con las características actuales de vegetación forestal es posible indicar que los impactos que serán ocasionados al componente flora serán sumados a las actividades o proyectos previos listados a continuación.

1. Carreteras
2. Actividades agrícolas

En el caso de los proyectos que podrían acumular el efecto de los impactos que serán ocasionados para el componente flora serán los asociados al siguiente listado:

1. Implementación de parques eólicos.

Consulta al Público

2. Apertura de caminos rurales.
3. Apertura de carreteras.
4. Redes de energía eléctrica.
5. Redes de telecomunicaciones.
6. Agricultura.

V.5.3. Componente Fauna

En el caso del componente fauna, se espera que los impactos que se acumulen con actividades presentes y futuras dentro del SAR sean "afectación a la conservación local de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010", "disminución de la riqueza específica y cambio en la composición", "eliminación/reducción de microhábitats (lugares de reproducción, alimentación y descanso)", "modificación de los patrones de comportamiento, mortalidad por atropello y mortalidad por colisión o barotraumatismo" mismos que estarán dados por actividades y proyectos previos en el SAR como los que se enlistan a continuación:

1. Carreteras
2. Agricultura
3. Redes de energía eléctrica

Una vez que sea construido y puesto en operación el proyecto "Central Eólica Dzidzantún", se podrá adicionar los efectos a la fauna por la implementación de proyectos como los listados a continuación:

1. Implementación de parques eólicos.
2. Apertura de caminos rurales.
3. Apertura de carreteras.
4. Redes de energía eléctrica.
5. Redes de telecomunicaciones.
6. Agricultura.

V.5.4. Componente Social y económico

En lo que respecta al medio socioeconómico, la acumulación de los impactos derivados de la instalación de la "Central Eólica Dzidzantún" con los impactos ocasionados por la instalación previa de otros proyectos de este tipo será evidente.

Consulta al Público

Los impactos de naturaleza positiva referidos en líneas anteriores como la generación de empleos y la mejora de la economía de las familias serán sumados a los efectos de estos mismos impactos e incluso podrían representar un mejor ingreso económico.

En el caso de los impactos de naturaleza negativa asociados principalmente al componente social, se espera que la población local sea capaz de asimilar estos impactos. En todo caso, se trata de impactos que pueden reducirse significativamente con una adecuada gestión preventiva.

Con lo anterior se espera que, con el desarrollo futuro de nuevos parques eólicos en la zona, el efecto de estos impactos disminuya o bien se mantenga.

V.6. Conclusiones

Una vez identificados y analizados los impactos y los posibles efectos que estos ocasionarán sobre el medio receptor en el que serán incluidos de manera directa y a nivel regional, es posible concluir lo siguiente:

1. Los impactos relevantes negativos que serán generados por la implementación del proyecto son la afectación a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tanto para las especies de fauna como para las de flora; demás de la mortalidad por colisión y barotraumatismo para la fauna voladora (aves y quirópteros) misma que será ocasionada por el funcionamiento de los aerogeneradores y la LT siendo importante y significativo por la duración de este (vida útil del proyecto) y más aún por la imprevisibilidad de su ocurrencia. En lo que respecta a los impactos beneficiosos, se considera que aquellos ligados al componente económico serán relevantes para la población, favoreciendo una mejor en la calidad de vida. En cuanto a los impactos importantes a nivel regional, se deben remarcar aquellos considerados como residuales y acumulativos, siendo los más sobresalientes los ocasionados al paisaje, la flora y la fauna, ya que, pese a los esfuerzos por mitigar y compensar los impactos, su efecto permanecerá a largo plazo o bien podrá sumarse a la ocurrencia de impactos previos o futuros similares a los identificados en este apartado.
2. Los impactos residuales resultantes son los que serán producidos sobre la captación del agua, la estructura del suelo, así como la composición y fragilidad el paisaje, por su naturaleza se espera que sean impactos cuyos efectos serán permanentes en el medio impactado, sin embargo cabe mencionar que el Promovente implementará

Consulta al Público

acciones que compensen los efectos que el proyecto ocasionará por su inclusión en el medio, considerando en todo momento que las acciones a tomar serán aquellas que mayor garantía y eficiencia proporcionen, a fin de que los efectos negativos sean atenuados y con ello se mejore la calidad del ecosistema donde será inmerso el proyecto.

3. Se considera que los impactos de mayor significancia son aceptables en relación con la composición actual del área del proyecto y del mismo SAR, ya que el grado de conservación de ambas áreas de estudio está fuertemente influenciado por actividades antropogénicas, lo que implica un impacto negativo previo, mismo que ha propiciada la adecuación de la fauna a las condiciones cambiantes del medio; sin embargo, es importante establecer medidas de mitigación que garanticen la reducción de los impactos al mínimo posible, con la finalidad de que el proyecto sea compatible con el medio en el que será instalado.

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VI

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 1

VI.1.1. Medidas de Mitigación aplicables al proyecto 3

VI.1.1.1. Componente Agua 3

VI.1.1.2. Componente Suelo 10

VI.1.1.3. Componente Aire 23

VI.1.1.4. Componente Paisaje 28

VI.1.1.5. Componente Flora 31

VI.1.1.6. Componente Fauna 38

VI.1.1.7. Componente Social 57

VI.1.1.8. Componente Económico 58

VI.2. Programa de vigilancia ambiental 60

VI.2.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental. 60

VI.2.1.1. Metodología 61

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo) 61

VI.1.1. Agua 61

VI.1.2. Suelo 62

VI.1.3. Aire 63

VI.1.4. Flora 65

VI.1.5. Fauna 66

VI.1.6. Seguimiento de programas ambientales. 66

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 67

Consulta al Público

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha 1. Componente agua; medida: prevención de la contaminación del agua……. 4
Tabla 2. Ficha 2. Componente agua; medida: establecimiento de sanitarios portátiles. .. 5
Tabla 3. Ficha 3. Componente agua; medida: manejo de aguas residuales. 6
Tabla 4. Ficha 4. Componente agua; medida: manejo de aguas residuales. 6
Tabla 5. Ficha 5. Componente agua: medida mejora de la infiltración. 7
Tabla 6. Ficha 6. Componente agua; medida almacén temporal de residuos. 9
Tabla 7. Ficha 7. Componente agua; medida Programa de Integral de Manejo de residuos…… 10
Tabla 8. Ficha 1. Componente suelo; medida impermeabilización del suelo. 12
Tabla 9. Ficha 2. Componente suelo, medida impermeabilización de áreas de resguardo de sustancias. 13
Tabla 10. Ficha 3. Componente suelo; medida delimitación del sitio. 14
Tabla 11. Ficha 4. Componente suelo; medida distribución de contenedores. 14
Tabla 12. Ficha 5. Componente suelo; medida distribución de sanitarios portátiles..... 15
Tabla 13. Ficha 6. Componente suelo; medida colocación de señalética. 16
Tabla 14. Ficha 7. Componente suelo; medida impermeabilización de suelo para limpieza de maquinaria (mezcla de construcción). 17
Tabla 15. Ficha 8. Componente suelo; medida disposición adecuada de suelo fértil. ... 18
Tabla 16. Ficha 9. Componente suelo; medida control de obra en época de lluvias extraordinarias. 19
Tabla 17. Ficha 10. Componente suelo; medida reutilización de suelo despalmado. 19
Tabla 18. Ficha 11. Componente suelo; medida almacenamiento temporal de suelo fértil…… 20
Tabla 19. Ficha 12. Componente suelo; medida enriquecimiento de suelo. 21
Tabla 20. Ficha 13. Componente suelo; medida resguardo y enriquecimiento de suelo…… 22
Tabla 21. Ficha 13. Componente suelo; medida establecimiento de un programa de manejo y restauración de suelos. 23
Tabla 22. Ficha 1. Componente aire; medida recubrimiento de apilamientos de suelo. 24
Tabla 23. Ficha 2. Componente aire; medida humectación de superficies de trabajo. 25
Tabla 24. Ficha 3. Componente aire; medida movimiento de tierras en húmedo. 26

Consulta al Público

Tabla 25. Ficha 4. Componente aire; medida prohibición de quema de vegetación y residuos……. 27
Tabla 26. Ficha 5. Componente aire; medida cumplimiento de normativa ambiental en materia de emisiones. 28
Tabla 27. Ficha 1: Componente paisaje; medida delimitación del área del proyecto (desmonte y despalme)..... 29
Tabla 28. Ficha 2: Componente paisaje; medida revegetación de áreas de ocupación temporal (zanjas). 30
Tabla 29. Ficha 3: Componente paisaje; medida restauración de áreas degradadas. . 31
Tabla 30. Ficha 1: Componente flora; medida marcaje de áreas a desmontar. 32
Tabla 31. Ficha 2: Componente flora; medida pláticas de concientización. 33
Tabla 32. Ficha 3: Componente flora; medida rescate de especies vulnerables. 34
Tabla 33. Ficha 4: Componente flora; medida resguardo de ejemplares rescatados en área de confinamiento temporal..... 35
Tabla 34. Ficha 5: Componente flora; medida reubicación de individuos rescatados en áreas similares al de su extracción. 35
Tabla 35. Ficha 6: Componente flora; medida monitoreo de individuos reubicados..... 36
Tabla 36. Ficha 7: Componente flora; medida implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de flora. 37
Tabla 37. Ficha 8: Componente flora; medida restauración de áreas degradadas. 38
Tabla 38. Ficha 1: Componente fauna; medida conservación de sitios con alta congregación de aves. 39
Tabla 39. Ficha 2: Componente Fauna; medida desmonte y despalme gradual. 40
Tabla 40. Ficha 3: Componente Fauna; medida programa de rescate y reubicación de fauna…… 41
Tabla 41. Ficha 4: Componente Fauna; medida especies en riesgo. 43
Tabla 42. Ficha 5: Componente Fauna; medida especies en riesgo. 44
Tabla 43. Ficha 6: Componente Fauna; medida trampeo para rescate de fauna. 45
Tabla 44. Ficha 7: Componente Fauna; medida rescate de organismos rezagados. 46
Tabla 45. Ficha 8: Componente Fauna; medida pláticas de concientización (fauna). . 47
Tabla 46. Ficha 9: Componente Fauna; medida límites de velocidad. 48
Tabla 47. Ficha 10: Componente Fauna; medida control de cadáveres abandonados…..... 49
Tabla 48. Ficha 11: Componente Fauna; medida colocación de disuasores de vuelo. . 50

Consulta al Público

Tabla 49. Ficha 12: Componente Fauna; medida programa de monitoreo de fauna (aves y quirópteros)..... 51
Tabla 50. Ficha 13: Componente Fauna; medida programa de monitoreo de parvadas de aves..... 52
Tabla 51. Ficha 14: Componente Fauna; medida implementación de disuasores de sonido..... 53
Tabla 52. Ficha 15: Componente Fauna; medida prohibición y vigilancia de caza furtiva y trampeo..... 54
Tabla 53. Ficha 16: Componente Fauna; medida apagado de luces en la subestación..... 56
Tabla 54. Ficha 17: Componente Fauna; medida prevención de accidentes por fauna nociva..... 57
Tabla 55. Ficha 1: Componente Social; código de conducta para evitar conductas discriminatorias..... 58
Tabla 56. Ficha 1: Componente Económico; medida contratación de empleados locales..... 59
Tabla 57. Ficha 2: Componente Económico; medida áreas de oportunidad de desarrollo económico..... 60
Tabla 58. Monto total de inversión del proyecto..... 68

Consulta al Público

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

De manera general, se considera que la implementación de cualquier proyecto en el medio natural donde coexistan elementos que caractericen un ecosistema en funcionamiento, deben establecer una serie de estrategias que permitan un desarrollo de obras ambientalmente viable, cuya aplicación obedezca a la ejecución de las diferentes actividades relacionadas con cada una de las etapas del proyecto.

Bajo la idea anterior, la aplicación de estrategias de mitigación deberá estar dirigida y regulada por personal capacitado que permita mantener un monitoreo constante de las acciones de mitigación, así como de la intensidad de los impactos. Del mismo modo, servirá para la identificación de áreas de oportunidad durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto, con el objetivo de minimizar los efectos negativos que el proyecto pudiera ejercer sobre el medio.

Dentro de este Capítulo se describirán una serie de estrategias que permitirán reducir, mitigar o en su caso compensar los impactos que se deriven de la construcción y puesta en marcha de la "Central Eólica Dzidzantún".

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

En general los impactos negativos a la biodiversidad que generan los proyectos que requieren ocupación superficial en el medio natural pueden ser de tres tipos: fragmentación de hábitat y poblaciones, pérdida parcial o total de poblaciones por acción directa de las obras o modificación severa del hábitat y cambios en el ambiente biótico y abiótico modificando parámetros de reproducción y dispersión.

Todos los proyectos que se ejecutan pueden traer como consecuencia algunos de estos impactos, dependiendo de las condiciones del medio donde se realicen, por lo que las medidas de manejo están orientadas a mantener la conectividad de los hábitats y poblaciones, disminuir la mortalidad directa de individuos, evitar o minimizar la alteración del hábitat y generar estudios de monitoreo para detectar impactos de desarrollo lento.

Consulta al Público

Una vez que han sido evaluados los impactos ambientales asociados a la ejecución del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" resulta necesario proponer medidas de prevención, y, en caso de ser necesario, de mitigación, de compensación o restauración que permitan controlar los impactos.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, establece en su artículo 3° fracciones XIII y XIV, los tipos de medidas existentes para controlar impactos:

"XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas."

En atención a estas definiciones, en este estudio se han considerado los siguientes tipos de medidas:

1. **De prevención -** aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
2. **De mitigación -** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
3. **De restauración -** acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
4. **De compensación -** acciones o medidas que se realizan cuando no existen alternativas para la prevención, mitigación o restauración de los impactos y lo que se pretende es equilibrar el impacto generado con otra acción diferente. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia del establecimiento de medidas de mitigación en sus diferentes conceptos está dada por distintos aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia ya que su correcta ejecución evitará la ocurrencia de impactos, por lo tanto, la implementación de medidas de tipo preventivo resulta ser prioritaria. En el caso de las

Consulta al Público

medidas de compensación, se caracterizan por ser aquellas estrategias que se realizan en condiciones extremas, cuando no existen alternativas para su prevención o mitigación, por lo cual resulta primordial su identificación previa.

Una vez identificados y evaluados los impactos asociados a la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, es posible desarrollar medidas que prevengan, mitiguen o compensen los efectos negativos de estos impactos, de tal modo que se minimicen e incluso eviten dichos efectos en el medio.

VI.1.1. Medidas de Mitigación aplicables al proyecto

A continuación, se enlistan y describen las principales acciones de prevención, reducción y mitigación consideradas para los impactos derivados de la ejecución de las distintas actividades que integran cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, mismas que el Promovente o su empresa contratista encargada del desarrollo de la obra deberán cumplir para garantizar una integración adecuada del proyecto con el medio.

Es indispensable que la empresa encargada de ejecutar las obras, cuente con un Supervisor Ambiental que se encargue de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales resultantes.

VI.1.1.1. Componente Agua

En las siguientes fichas se enlistan las acciones a desarrollar para prevenir y mitigar los impactos previstos sobre el componente agua.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: – Queda estrictamente prohibido infiltrar al subsuelo el agua residual generada durante cualquiera de las etapas del proyecto.
Objetivos: • Evitar la contaminación del agua subterránea por la acción de químicos. • Evitar la generación de lixiviados que puedan reducir la calidad del agua del sistema ambiental.
Indicador: • Comprobantes de disposición final de agua residual. • Registro en Bitácora. • Control visual de actos de infiltración.
Duración:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la revisión de la Bitácora.
Valor umbral: • Evidencia de acciones cuya consecuencia sea la contaminación del agua. • Rastros de material residual de obra en escorrentías o canales.
Medidas correctivas: • Tratamiento de aguas residuales. • Sanciones administrativas a las empresas contratistas correspondientes.
Información necesaria: • Ciclos de descarga y mantenimiento por la empresa responsable.

Tabla 1. Ficha 1. Componente agua; medida: prevención de la contaminación del agua. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 2 de prevención: — Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deberán instalar en los frentes de obra del proyecto un sanitario portátil, excusado o letrina, por cada 20 trabajadores de la obra o fracción excedente de veinte. En ningún caso podrán colocarse en superficies externas al área del proyecto.
Objetivos: • Evitar la defecación al aire libre y la posible contaminación del agua. • Evitar la generación de lixiviados que puedan reducir la calidad del agua del sistema ambiental.
Indicador: • Número de sanitarios portátiles instalados.
Duración: • Mensual, durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la revisión de la Bitácora (al menos una vez al mes).
Valor umbral: • 100% de los sanitarios portátiles, excusados o letrinas instalados (en relación con el número de trabajadores).
Medidas correctivas:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Limpieza y restauración de escurrimientos contaminados.
Información necesaria: • Número de baños portátiles. • Número de trabajadores por frente de trabajo. • Ciclos de descargas por la empresa responsable. • Ciclos de mantenimiento por la empresa responsable.

Tabla 2. Ficha 2. Componente agua; medida: establecimiento de sanitarios portátiles.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 3 de prevención: — Dado que el manejo de las aguas residuales generadas por la instalación y operación de los sanitarios portátiles utilizados durante la preparación del sitio y la construcción, es responsabilidad de la empresa arrendadora de éstos, la misma deberá garantizar que la disposición final de esas aguas residuales se llevará a cabo dando cumplimiento a las disposiciones legales aplicables.
Objetivos: • Evitar la contaminación del agua subterránea por la acción de químicos. • Evitar la generación de lixiviados que puedan reducir la calidad del agua del sistema ambiental.
Indicador: • Frecuencia de limpieza y descarga de sanitarios.
Duración: • Mensual, durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la revisión de la Bitácora (al menos una vez al mes).
Valor umbral: • 100% de los sanitarios portátiles, excusados o letrinas instalados (en relación al número de trabajadores).
Medidas correctivas: • Limpieza y restauración de los escurrimientos contaminados.
Información necesaria: • Número de baños portátiles. • Número de trabajadores por frente de trabajo.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Ciclos de descargas por la empresa responsable. • Ciclos de mantenimiento por la empresa responsable.

Tabla 3. Ficha 3. Componente agua; medida: manejo de aguas residuales.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 4 de prevención: — Durante la construcción del proyecto, queda prohibido derramar o verter agua residual o cualquier tipo de residuo líquido o sólido.
Objetivos: • Evitar la contaminación del agua subterránea por la acción de químicos. • Evitar la generación de lixiviados que puedan reducir la calidad del agua del sistema ambiental.
Indicador: • Presencia visible de derrames.
Duración: • Diario, durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Cada vez que se hace la verificación, al menos una vez al mes.
Valor umbral: • Percepción de contaminación del componente.
Medidas correctivas: • Acciones de remediación. • Limpieza y extracción del elemento contaminado.
Información necesaria: • Calendarización de actividades.

Tabla 4. Ficha 4. Componente agua; medida: manejo de aguas residuales.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de mitigación: — Se mejorará la infiltración del suelo en el área del proyecto con la revegetación (con especies herbáceas) de las áreas de zanjas, una vez que se haya finalizado la

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
construcción del proyecto, con lo cual se facilitará el paso de agua por las raíces de las plantas y se disminuirá la velocidad del impacto del agua al momento de precipitarse sobre el suelo.
Objetivos: • Mejorar la infiltración del terreno posterior al retiro de la vegetación.
Indicador: • Superficie con tratamiento (áreas de zanjas). • Verificación visual del tratamiento.
Duración: • Durante la etapa de operación y mantenimiento.
Momento de análisis: • Durante el tratamiento de los terrenos.
Valor umbral: • El 100% de la superficie ocupada por las zanjas.
Medidas correctivas: • Repetición del tratamiento en las áreas necesarias.
Información necesaria: • Calendarización de actividades. • Planta geométrica del proyecto.

Tabla 5. Ficha 5. Componente agua: medida mejora de la infiltración.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 2 de mitigación: — Se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos que estará funcionando durante todas las etapas del proyecto de capacidad variable, ya que la cantidad de residuos almacenados cambiará en función de la etapa. que corresponda. La edificación de las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos deberá realizarse de acuerdo con las características descritas en el Artículo 82, capítulo IV (Sección 1) del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos, en el cual se establece lo siguiente: Condiciones básicas para el área de almacenamiento:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados. • Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones. • Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de lixiviados. • Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño. • Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia. • Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de residuos peligrosos almacenados. • Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles. • El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. • La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. Además de apegarse a las Normas Oficiales Mexicanas para lo establecido para algún residuo en particular. Para el control de los residuos peligrosos se deberá considerar lo establecido en el artículo 71, Capítulo IV (disposiciones generales comunes a los generadores de residuos peligrosos) del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos, en el cual se establece lo siguiente: Se deberá llevar una bitácora, que de acuerdo con la ley deberá contener lo siguiente: Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: • Nombre del residuo y cantidad generada. • Características de peligrosidad. • Área o proceso donde se generó. • Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos. • Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos. • Nombre del responsable técnico de la bitácora. • La información anterior deberá asentarse para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.
Objetivos: • Cumplir con la Normatividad ambiental vigente en materia de disposición de residuos. • Evitar la contaminación por derrame de aceites o hidrocarburos o de residuos peligrosos generados por la ejecución del proyecto en todas sus etapas.
Indicador: • Cantidad de residuos peligrosos generados que han sido almacenados.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Al menos dos veces al mes durante las etapas de preparación de sitio, construcción y desmantelamiento y abandono de sitio.
Valor umbral: • 100% de almacenamiento de residuos peligrosos generados.
Medidas correctivas: • Mejora en la identificación y disposición de residuos peligrosos, • Sanciones administrativas a las empresas contratistas.
Información necesaria: • Fuentes de generación de residuos peligrosos. • Calendarización de actividades.

Tabla 6. Ficha 6. Componente agua; medida almacén temporal de residuos.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 3 de mitigación: — Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos** en el cual se concentrarán los esfuerzos para el adecuado manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, dicho programa tendrá como base las disposiciones legales aplicables contenidas en la Ley General para la Prevención y

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento, NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.
Objetivos: • Garantizar el manejo adecuado de todos los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto. • Dar cumplimiento a la normativa ambiental aplicable.
Indicador: • Comprobantes de disposición de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos).
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Cada vez que se hace la verificación.
Valor umbral: • 100% de comprobantes de disposición de residuos.
Medidas correctivas: • Acciones emergentes de limpieza y disposición final de residuos. • Sanciones administrativas a las empresas contratistas correspondientes.
Información necesaria: • Registro de recolección de residuos. • Comprobantes de disposición de residuos.

Tabla 7. Ficha 7. Componente agua; medida Programa de Integral de Manejo de residuos.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.2. Componente Suelo

Con el objetivo de minimizar los impactos que se prevé ocurran sobre el componente suelo, en las siguientes fichas se describen las estrategias a seguir para dicho fin.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: — De manera general en el área del proyecto quedará estrictamente prohibido cualquier acción de mantenimiento programado de vehículos y maquinaria. Sin embargo, durante

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
las etapas de preparación del sitio, construcción y durante el abandono del sitio, cuando sea expresamente necesaria alguna reparación o mantenimiento emergente de maquinaria o equipo, deberá realizarse sobre un área impermeable habilitada para tal efecto dentro del área del proyecto. En caso de tratarse exclusivamente de una aplicación o cambio de lubricantes, se colocarán charolas o cubiertas impermeables (plásticos) para contener cualquier posible derrame, por lo que todos los vehículos de carga y maquinaria deberán contar con un equipo antiderrames, que podrán utilizar en caso de eventos inesperados.
Objetivos: • Prevenir la dispersión de contaminantes (sólidos o líquidos) en el suelo. • Evitar afectaciones innecesarias de áreas en las que no se desarrollarán actividades relacionadas con el proyecto. • Evitar en la medida de lo posible afectación a las propiedades fisicoquímicas del suelo.
Indicador: • Percepción y control de superficie (m^2) de áreas contaminadas. • Adecuación de cualquier área impermeable para mantenimientos. • Adecuación del área de resguardo de insumos químicos.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto, especialmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.
Momento de análisis: • Diario, durante las rondas de verificación.
Valor umbral: • Percepción de contaminación del componente.
Medidas correctivas: • Extracción del suelo contaminado. • Limpieza del suelo contaminado. • Disposición del recurso de manera adecuada.
Información necesaria: • Calendarización de las obras, principalmente de los recorridos de camiones, vehículos y maquinaria. • Número de camiones, vehículos y maquinaria que ingresarán al área del proyecto por etapa. • Ubicación del área impermeable a habilitar. • Ubicación de lugares en los que se realizaron mantenimientos emergentes para aplicación o cambios de lubricante.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Ubicación del área de resguardo de aditivos, aceites, combustibles, solventes y demás insumos químicos.

Tabla 8. Ficha 1. Componente suelo; medida impermeabilización del suelo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 2 de prevención: — Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y durante el abandono del sitio, la superficie del área del predio que sea destinada al resguardo de aditivos, aceites, combustibles, solventes y demás insumos químicos, deberá ser protegida con materiales impermeables que eviten la posible contaminación del suelo y subsuelo en caso de ocurrir algún derrame accidental. Estos insumos deberán estar almacenados en recipientes perfectamente identificados y cerrados para evitar fugas.
Objetivos: • Prevenir la dispersión de contaminantes (sólidos o líquidos) en el suelo. • Evitar afectaciones innecesarias de áreas en las que no se desarrollarán actividades relacionadas con el proyecto. • Evitar, en la medida de lo posible, la afectación a las propiedades fisicoquímicas existentes del suelo.
Indicador: • Percepción y control de superficie (m^2) de áreas contaminadas. • Adecuación de cualquier área impermeable para mantenimientos. • Adecuación del área de resguardo de insumos químicos.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto, especialmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.
Momento de análisis: • Diario, durante las rondas de verificación.
Valor umbral: • Percepción de contaminación del componente.
Medidas correctivas: • Extracción del 100% suelo contaminado. • Limpieza del suelo contaminado. • Disposición del recurso de manera adecuada.
Información necesaria:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Calendarización de las obras, principalmente de los recorridos de camiones, vehículos y maquinaria. • Número de camiones, vehículos y maquinaria que ingresarán al área del proyecto por etapa. • Ubicación del área impermeable a habilitar y utilizar. • Ubicación de lugares en los que se realizaron mantenimientos emergentes para aplicación o cambios de lubricante. • Ubicación del área de resguardo de aditivos, aceites, combustibles, solventes y demás insumos químicos.

Tabla 9. Ficha 2. Componente suelo, medida impermeabilización de áreas de resguardo de sustancias.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 3 de prevención: — Durante la preparación del sitio y la construcción se delimitarán los frentes de trabajo (polígono del proyecto) en su totalidad con marcas visibles que tendrán el carácter de provisionales.
Objetivos: • Prevenir la dispersión de contaminantes (sólidos o líquidos) en el suelo. • Evitar afectaciones innecesarias de áreas en las que no se desarrollarán actividades relacionadas con el proyecto. • Evitar en la medida de lo posible afectación a las propiedades fisicoquímicas del suelo.
Indicador: • Marcas de límites de los frentes de trabajo en un 100%.
Duración: • Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Antes de la apertura de un nuevo frente de trabajo. • Una vez por semana durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Valor umbral: • Perceptibilidad de frentes de trabajo no balizados.
Medidas correctivas: • Frenado de las actividades para el frente de trabajo.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Establecimiento o restablecimiento de la delimitación del sitio. • Sanciones administrativas aplicables a los contratistas.
Información necesaria: • Apertura de nuevos frentes de trabajo. • Número de frentes de trabajo activos.

Tabla 10. Ficha 3. Componente suelo; medida delimitación del sitio.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 4 de prevención: — Se distribuirán contenedores de residuos debidamente marcados y señalados en los frentes de trabajo de la obra, mismos que deberán ser cambiados de manera frecuente para evitar que su capacidad se vea agotada.
Objetivos: • Prevenir la dispersión de contaminantes (sólidos o líquidos) en el suelo. • Evitar afectaciones innecesarias en áreas en las que no se desarrollarán actividades relacionadas con el proyecto. • Evitar en medida de lo posible afectación a las propiedades fisicoquímicas del suelo.
Indicador: • Número de contenedores. • Señalización del 100% de los contenedores.
Duración: • Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la verificación al menos una vez por semana.
Valor umbral: • Perceptibilidad de falta de contenedores o de su señalización. • Perceptibilidad de falta de cambio de contenedores.
Medidas correctivas: • Instalación de contenedores de residuos correctamente señalizados.
Información necesaria: • Frentes de trabajo activos. • Ubicación de las áreas de descanso para trabajadores.

Tabla 11. Ficha 4. Componente suelo; medida distribución de contenedores.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 5 de prevención: — Durante la preparación del sitio, la construcción se distribuirán letrinas o sanitarios portátiles cerca de los frentes de trabajo para evitar la defecación al aire libre. La distribución de estos servicios deberá estimarse a fin de contar con un sanitario como mínimo por cada 20 trabajadores en cada frente de trabajo.
Objetivos: • Prevenir la dispersión de contaminantes (sólidos o líquidos) en el suelo. • Evitar afectaciones innecesarias en áreas en las que no se desarrollarán actividades relacionadas con el proyecto. • Evitar en la medida de lo posible afectación a las propiedades fisicoquímicas del suelo.
Indicador: • Número de sanitarios por frente de trabajo. • Número de empleados por frente de trabajo. • Bitácora de registro.
Duración: • Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la verificación al menos una vez al mes.
Valor umbral: • Al menos un sanitario o letrina por cada 20 trabajadores.
Medidas correctivas: • Limpieza del 100 % de las áreas contaminadas. • Disposición y tratamiento adecuado del suelo contaminado.
Información necesaria: • Número de frentes de trabajo activos. • Número de trabajadores por frente de trabajo.

Tabla 12. Ficha 5. Componente suelo; medida distribución de sanitarios portátiles.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 6 de prevención: — Distribución de señalizaciones preventivas durante la preparación del sitio y la construcción indicando la adecuada disposición de los residuos en los contenedores específicos y el obligatorio y adecuado uso de los sanitarios portátiles.
Objetivos: • Evitar la contaminación del suelo por sustancias que alteren su composición.
Indicador: • Conducta de los trabajadores respecto a la utilización de sanitarios portátiles. • Conducta de los trabajadores respecto a la disposición de residuos. • Incidencias por parte de los trabajadores.
Duración: • Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Al menos un sanitario o letrina por cada 20 trabajadores.
Medidas correctivas: • Limpieza de áreas contaminadas. • Disposición y tratamiento adecuado del suelo contaminado. • Sanciones administrativas a las empresas contratistas.
Información necesaria: • Número de frentes de trabajo activos. • Número de trabajadores por frente de trabajo.

Tabla 13. Ficha 6. Componente suelo; medida colocación de señalética.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 7 de prevención: — Las mezclas de preparación de concreto o cualquier otro elemento empleado en la construcción, así como la limpieza de la maquinaria (desechos de concreto) deberán ser realizadas en áreas acondicionadas con cubiertas impermeables que eviten el contacto directo de los materiales con el suelo desnudo.
Objetivos:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Evitar la contaminación del suelo por sustancias que alteren su composición.
Indicador:
• Número de áreas acondicionadas para el manejo, preparación o limpieza del concreto.
Duración:
• Durante la etapa de construcción.
Momento de análisis:
• Durante la verificación, al menos una vez al mes.
Valor umbral:
• Las áreas acondicionadas han de ser suficientes para realizar las labores de preparación o limpieza de los materiales de construcción.
Medidas correctivas:
• Remediación de suelos. • Sanciones administrativas a las empresas contratistas.
Información necesaria:
• Ubicación de las áreas acondicionadas para la preparación, mezcla o limpieza de concreto.

Tabla 14. Ficha 7. Componente suelo; medida impermeabilización de suelo para limpieza de maquinaria (mezcla de construcción).
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 8 de prevención:
— El material producto del despalme (suelo fértil) que resulte deberá ser dispuesto en áreas alejadas de cenotes y no podrá ser utilizado para el relleno de terrenos agrícolas o áreas destinadas a fines distintos de la restitución del suelo vegetal en las áreas a restaurar o reforestar.
Objetivos:
• Evitar el uso inadecuado del suelo fértil producto del despalme.
Indicador:
• m^3 de suelo ubicado en área de almacenamiento * 100/m^3 de suelo fértil retirado. • Áreas acondicionadas como almacén temporal de suelo.
Duración:
• Durante la etapa de preparación del sitio, principalmente durante el despalme.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Momento de análisis: • Durante la verificación, una vez por semana.
Valor umbral: • El 95 % del suelo fértil extraído es reubicado en las áreas de almacenamiento.
Medidas correctivas: • Reubicación de las áreas de almacenamiento temporal. • Ajuste en las técnicas de transportación del material.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de despalme.

Tabla 15. Ficha 8. Componente suelo; medida disposición adecuada de suelo fértil.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 9 de prevención: — Durante la etapa de preparación del sitio, el movimiento de tierras quedará restringido en la medida de lo posible a los periodos durante los cuales se presenten lluvias escasas, evitando realizar este tipo de maniobras durante los períodos de lluvias intensas (huracanes o tormentas tropicales), para así disminuir al mínimo el acarreo de sedimentos.
Objetivos: • Evitar que las partículas de suelo sean desplazadas por efecto de eventos pluviales en la zona.
Indicador: • Periodo de realización del despalme.
Duración: • Durante la temporada de lluvias.
Momento de análisis: • Durante la verificación, una vez cada semana.
Valor umbral: • Percepción de lluvias extraordinarias asociadas a fenómenos hidrometeorológicos.
Medidas correctivas: • En la medida de lo posible limitar la extracción del material durante días con lluvia intensa.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de despalme.

Tabla 16. Ficha 9. Componente suelo; medida control de obra en época de lluvias extraordinarias.
Fuente: elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de mitigación: — El suelo fértil resultante del proceso de despalme será utilizado para la recuperación del horizonte A de suelos degradados derivados de la ocupación temporal del proyecto (áreas de campamento, almacenes, oficinas, comedores, etc.) o para restituir la capa superficial de suelo fértil en el recubrimiento de cunetas, caminos y zapatas. El suelo despalmado proveniente de áreas degradadas como pastizales y zonas de cultivo se utilizará para la conformación del terreno a fin de reutilizar dicho material.
Objetivos: • Utilizar el suelo resultante del despalme realizado en el área del proyecto a fin de conservar sus propiedades originales.
Indicador: • m^3 de suelo reubicado en áreas degradadas * 100/m^3 de suelo fértil almacenado. • Superficie a recuperar (áreas de campamento, almacenes, oficinas, comedores, etc.).
Duración: • Durante la preparación del sitio y acorde al avance de las obras en la etapa de construcción y operación.
Momento de análisis: • Durante las actividades de recuperación de suelos degradados.
Valor umbral: • Al menos el 95 % del suelo fértil almacenado es reubicado en áreas a recuperar o degradadas.
Medidas correctivas: • Reincorporación del material fértil a las áreas degradadas.
Información necesaria: • Ubicación de áreas de ocupación temporal del proyecto.

Tabla 17. Ficha 10. Componente suelo; medida reutilización de suelo despalmado.
Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 2 de mitigación: — Dentro del área del proyecto se establecerán sitios para el almacenamiento temporal del suelo, estas áreas se deberán ubicar cercanas a los sitios de extracción. El material será apilado en montones que no superen pendientes mayores al 20 %.
Objetivos: • Proteger el suelo fértil que será extraído del área del proyecto como consecuencia del despalme. • Enriquecer el suelo fértil para su posterior utilización en prácticas de restauración, rescate y reforestación de áreas de ocupación temporal del proyecto, y áreas aledañas al mismo.
Indicador: • Ubicación de los almacenes temporales de suelo fértil.
Duración: • Durante la etapa de preparación del sitio, principalmente durante el despalme.
Momento de análisis: • Durante la verificación, al menos una vez por semana.
Valor umbral: • Alejados al menos 150 metros de escorrentías o canales. • Pendiente máxima del terreno conformado de un 5%.
Medidas correctivas: • Reubicación de las áreas de almacenamiento temporal. • Ante pérdidas evidentes de suelo por escorrentía o acción del viento se utilizarán geotextiles para el recubrimiento de los montículos de suelo o bien se realizará humectación o riego para evitar su dispersión.
Información necesaria: • Ubicación de los frentes de trabajo. • Ubicación de las áreas de almacenamiento temporal dispuestas.

Tabla 18. Ficha 11. Componente suelo; medida almacenamiento temporal de suelo fértil.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 3 de mitigación: — El suelo fértil producto del despalme de las superficies forestales, será enriquecido con material vegetal producto del desmonte (ramas finas y restos vegetales de menor tamaño, en las proporciones y cantidades necesarias), triturado mediante trituradora

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
mecánica, para proporcionar mayor cantidad de nutrientes, equilibrar la cantidad entre carbono y nitrógeno y mejorar el volumen y la esponjosidad del suelo.
Objetivos: • Proteger el suelo fértil que será extraído del área del proyecto como consecuencia del despalme. • Enriquecer el suelo fértil para su posterior utilización en prácticas de restauración, rescate y reforestación de áreas de ocupación temporal del proyecto, y áreas aledañas al mismo.
Indicador: • m^3 de material vegetal adicionado. • m^3 de suelo enriquecido.
Duración: • Durante la construcción.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Percepción de coloración de la tierra enriquecida con material vegetal.
Medidas correctivas: • Adición de material vegetal en mayores concentraciones. • Adición de abonos orgánicos.
Información necesaria: • m^3 de suelo extraído. • m^3 de material vegetativo extraído.

Tabla 19. Ficha 12. Componente suelo; medida enriquecimiento de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 1 de compensación: — El suelo retirado del área del proyecto, específicamente aquel que da soporte a la vegetación natural del sitio será resguardado, enriquecido y reutilizado en su totalidad para la restauración de las áreas de ocupación temporal del proyecto (según el avance de la obra lo permita). Además será utilizado al momento del establecimiento en vivero de las especies de flora rescatadas, y finalmente podrá ser aprovechado para el arrope

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
de tierras frágiles cercanas al área del proyecto dentro del SAR o bien las generadas por la ejecución del proyecto.
Objetivos: • Utilizar adecuadamente todo el suelo producto del despalme a fin de que no sea desperdiciado y pueda incorporarse nuevamente al ecosistema cumpliendo con sus funciones naturales.
Indicador: • m^3 de material vegetal adicionado *100/m^3 de suelo sin enriquecer.
Duración: • Durante la preparación del sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la verificación, principalmente durante el establecimiento de las especies rescatadas en el área de confinamiento temporal.
Valor umbral: • Al menos el 40 % de material vegetal adicionado (producto del desmonte).
Medidas correctivas: • Adición de material vegetal en mayores concentraciones. • Adición de abonos orgánicos.
Información necesaria: • m^3 de suelo extraído. • m^3 de material vegetal adicionado.

Tabla 20. Ficha 13. Componente suelo; medida resguardo y enriquecimiento de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 2 de compensación: — Establecer un **Programa de Manejo y Restauración de Suelos**, en el cual se describan a detalle las principales acciones y metodologías necesarias para proteger y reutilizar el material orgánico resultante del área del proyecto, garantizando en todo momento el aprovechamiento del recurso y evitando su pérdida.
Objetivos: • Contar con una línea base que regule las acciones a desarrollar para compensar la extracción del material orgánico del área del proyecto.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
• Garantizar la protección del recurso evitando su contaminación, erosión y pérdida.
Indicador: • m^3 de material vegetal adicionado *100/m^3 de suelo sin enriquecer.
Duración: • Durante la preparación del sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante todas las actividades relacionadas con el manejo de los suelos fértiles extraídos como consecuencia del despalme.
Valor umbral: • El 100 % del material será manejado acorde al programa.
Medidas correctivas: • Acciones emergentes de manejo de suelo fértil según se presente el inconveniente identificado.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte y despalme.

Tabla 21. Ficha 13. Componente suelo; medida establecimiento de un programa de manejo y restauración de suelos.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.3. Componente Aire

Para el caso del componente aire, las acciones que se plantean a continuación estarán asociadas a prevenir los impactos identificados, de manera particular durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: — Los apilamientos temporales de suelo serán protegidos de la erosión eólica, con el fin de evitar que los mismos sean fuente de dispersión de partículas suspendidas en el área del proyecto.
Objetivos: • Prevenir la contaminación del aire. • Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Indicador: • Percepción de partículas de polvo.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Control de camiones transportadores descubiertos.
Duración:
• Dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción (movimiento de tierras).
Momento de análisis:
• Durante la verificación (diario).
Valor umbral:
• Percepción de cúmulos de polvo. • 1 camión transportador descubierto.
Medidas correctivas:
• Humectación de superficies (si la naturaleza de la actividad lo permite). • Reducción de los límites de velocidad de circulación de vehículos y camiones. • Inmovilización y obligación inmediata de cobertura de la caja de un camión descubierto.
Información necesaria:
• Calendarización de actividades (movimiento de tierras). • Frecuencia de humectación de superficie.

Tabla 22. Ficha 1. Componente aire; medida recubrimiento de apilamientos de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 2 de prevención:
— Con el fin de evitar que se generen emisiones de polvo, se procederá a humedecer con agua tratada las superficies de trabajo y de rodamiento de la maquinaria y equipo; durante el movimiento de la maquinaria se regulará la velocidad del tránsito de forma tal que no supere los 30 km/h para evitar la formación de tolvaneras.
Objetivos:
• Prevenir la contaminación del aire. • Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Indicador:
• Percepción de partículas de polvo. • Control de camiones transportadores descubiertos.
Duración:
• Dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción (movimiento de tierras).

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Momento de análisis: • Durante la verificación (diario).
Valor umbral: • Percepción de cúmulos de polvo. • 1 camión transportador descubierto.
Medidas correctivas: • Humectación de superficies (si la naturaleza de la actividad lo permite). • Reducción de los límites de velocidad de circulación de vehículos y camiones. • Inmovilización y obligación inmediata de cobertura de la caja de un camión descubierto.
Información necesaria: • Calendarización de actividades (movimiento de tierras). • Frecuencia de humectación de superficie.

Tabla 23. Ficha 2. Componente aire; medida humectación de superficies de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 3 de prevención: — Cualquier movimiento de tierra se deberá realizar en húmedo (cuando su naturaleza lo permita), utilizando para el riego agua cruda o tratada. De la misma manera se procederá con los materiales de construcción, cuando sea técnicamente posible debido a la naturaleza o uso del material.
Objetivos: • Prevenir la contaminación del aire. • Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Indicador: • Percepción de partículas de polvo. • Control de camiones transportadores descubiertos.
Duración: • Dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción (movimiento de tierras).
Momento de análisis: • Durante la verificación (diario).
Valor umbral: • Percepción de cúmulos de polvo. • 1 camión transportador descubierto.

Consulta el Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Medidas correctivas: • Humectación de superficies (si la naturaleza de la actividad lo permite). • Reducción de los límites de velocidad de circulación de vehículos y camiones. • Inmovilización y obligación inmediata de cobertura de la caja de un camión descubierto.
Información necesaria: • Calendarización de actividades (movimiento de tierras). • Frecuencia de humectación de superficie.

Tabla 24. Ficha 3. Componente aire; medida movimiento de tierras en húmedo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 4 de prevención: — Se prohíbe la quema de la vegetación retirada como producto del desmonte, así como la quema de cualquier otro tipo de residuo generado durante la preparación del sitio, la construcción, la operación o el abandono del proyecto (en caso de presentarse esta última etapa).
Objetivos: • Prevenir la contaminación del aire. • Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Indicador: • Percepción de humos dentro del área del proyecto. • Presencia de restos de material vegetal o residuos quemados.
Duración: • Durante todas las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y abandono.
Momento de análisis: • Durante la verificación (diario).
Valor umbral: • Percepción de humos y olores asociados a la quema de material vegetal o residuos.
Medidas correctivas: • Sanciones administrativas a las empresas contratistas.
Información necesaria: • Calendarización de actividades.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Empresas responsables de las actividades de desmonte y despalme.

Tabla 25. Ficha 4. Componente aire; medida prohibición de quema de vegetación y residuos.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 5 de prevención: — Con la finalidad de minimizar los contaminantes generados por los vehículos utilizados durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, éstos deberán estar al día con sus mantenimientos vehiculares, a través de los cuales, indirectamente se entiende que se cumplen con los límites establecidos en las siguientes normas.: • NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible; y NOM-050-SEMARNAT-19931, 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. • NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. • NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de fuentes fijas y su método de medición.
Objetivos: • Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Indicador: • Verificación vehicular conforme al periodo en marcha.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación al menos una vez al mes.

[1] *Esta Norma se encuentra actualmente en revisión y se cuenta con un Proyecto de modificación de norma publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de junio de 2017.*

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Durante la revisión de bitácoras.
Valor umbral: • No se admitirán vehículos que no cumplan con los requerimientos necesarios en materia de verificación vehicular como parte de ninguna actividad asociada al proyecto.
Medidas correctivas: • No aceptación en la obra de vehículos sin verificación (obligación previa de verificación vehicular antes de su aceptación en obra). • Sanciones administrativas a las empresas contratistas cuyos vehículos no cuenten con la verificación vehicular al corriente.
Información necesaria: • Número y tipo de vehículos por empresa contratista. • Registro en bitácora de las verificaciones vehiculares correspondientes.

Tabla 26. Ficha 5. Componente aire; medida cumplimiento de normativa ambiental en materia de emisiones.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.4. Componente Paisaje

En el caso del paisaje, las medidas son enfocadas principalmente a compensar el efecto que la instalación del proyecto tendrá en el componente paisajístico ya que, al ser un proyecto que por su naturaleza necesita de la instalación de infraestructura de tipo permanente durante toda la vida útil del mismo, la recuperación del impacto a corto plazo no resulta viable en el sitio; bajo esta premisa la compensación del impacto se dará a partir de las siguientes acciones.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: — El desmonte y el despalme se realizarán únicamente en las áreas delimitadas para tal fin dentro del área del proyecto.
Objetivos: • Evitar la afectación a superficie no incluida dentro del polígono del proyecto.
Indicador: • Señalización del 100 % de las áreas forestales.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Duración: • Durante la preparación del sitio.
Momento de análisis: • Previo al inicio del desmonte y despalme.
Valor umbral: • Al menos un 95 % del perímetro forestal señalado.
Medidas correctivas: • Señalización emergente. • Recuperación de señalamientos.
Información necesaria: • Calendarización específica de las actividades de desmonte por frente de trabajo.

Tabla 27. Ficha 1: Componente paisaje; medida delimitación del área del proyecto (desmonte y despalme).
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de miligación: — Se realizará una revegetación de las áreas de ocupación temporal cuando dejen de usarse. En el particular de la zanjas la revegetación se realizará con especies herbáceas para que, en caso de ser necesaria alguna maniobra de reparación, su retiro del sitio sea sencillo.
Objetivos: • Mejorar en medida de lo posible las condiciones del paisaje al interior del predio del proyecto, principalmente en las áreas utilizadas durante la construcción.
Indicador: • m^2 de áreas de ocupación temporal revegetadas.
Duración: • Durante el periodo de realización de las actividades de restauración (se espera que sea posterior a la construcción).
Momento de análisis: • Al inicio de las actividades de revegetación. • Verificación al menos una vez por semana.
Valor umbral: • El 100 % de la superficie del proyecto restaurada.
Medidas correctivas:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Reposición del 100 % de los individuos muertos o con signos claros de enfermedad.
Información necesaria: • Ubicación de las áreas de ocupación temporal asociadas al proyecto.

Tabla 28. Ficha 2: Componente paisaje; medida revegetación de áreas de ocupación temporal (zanjas).
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 1 de compensación: — Se identificarán áreas degradadas paisajísticamente (valores bajos a medios de calidad de paisaje y valores decrecientes de fragilidad del paisaje) colindantes al área del proyecto susceptibles de ser restauradas. En estas áreas, como parte de la restauración podrá realizarse o no revegetación (en función de la adecuación paisajística seleccionada). En caso de realizarse revegetación sólo se incluirán especies nativas de la zona, que además fomenten el enriquecimiento de los suelos mediante la fijación de nutrientes y con ello contribuyan al establecimiento de especies secundarias que regeneren el sitio. Se considera que la superficie a restaurar (con vegetación o no) como compensación paisajística (no computable como superficie a restaurar como compensación forestal) será de un 25 % de la superficie forestal afectada por el proyecto.
Objetivos: • Mejorar las condiciones paisajísticas de las áreas degradadas colindantes al área del proyecto como compensación por las afecciones al paisaje.
Indicador: • Superficie de hectáreas restauradas. • Acciones realizadas. • Especies utilizadas en la recuperación de las áreas.
Duración: • Acorde a la gestión de ocupación de dichas áreas a restaurar. • Al menos dos veces al mes, durante el desarrollo de la actividad.
Momento de análisis: • Durante la verificación del desarrollo de la actividad.
Valor umbral:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
• La superficie a restaurar como compensación paisajística será de un 25% de la superficie forestal afectada por el proyecto (esta superficie no será computable como superficie a restaurar como compensación forestal).
Medidas correctivas: • La superficie a restaurar se puede conformar por múltiples polígonos independientes. • En caso de tener revegetación y sufrir una mortalidad de flora mayor al 10% se deberán reponer los individuos muertos hasta alcanzar el porcentaje deseado.
Información necesaria: • Ubicación de las áreas a restaurar. • Determinación de los tipos de restauración paisajística a realizar. • Calendarización de las actividades a desarrollar.

Tabla 29. Ficha 3: Componente paisaje; medida restauración de áreas degradadas.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.5. Componente Flora

En el caso del componente flora, las medidas de mitigación pretenden disminuir el impacto que se ocasionará por la remoción de la vegetación forestal de tipo selva mediana caducifolia y selva baja espinosa caducifolia, específicamente las medidas de mitigación estarán encaminadas en que las afectaciones se limiten estrictamente al área del proyecto, así como a proteger a aquellas especies que por sus características ecológicas resulten vulnerables. Dentro de las siguientes tablas se describen puntualmente las acciones a seguir para la protección de la fauna.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: — Durante la etapa de preparación del sitio, las superficies que requieran ser desmontadas, serán delimitadas mediante marcas perfectamente visibles que permitan diferenciarlas para evitar afectaciones a las superficies en las que no se requiera el retiro de la vegetación dentro del área del proyecto y en superficies aledañas al mismo.
Objetivos: • Limitar las afectaciones de la vegetación a las áreas estrictamente necesarias.
Indicador: • Señalización de las áreas forestales.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Duración: • Durante la preparación del sitio.
Momento de análisis: • Previo al inicio del desmonte y despalme.
Valor umbral: • El 100 % del perímetro forestal señalado.
Medidas correctivas: • Señalización emergente. • Recuperación de señalamientos.
Información necesaria: • Calendarización específica de las actividades de desmonte por frente de trabajo.

Tabla 30. Ficha 1: Componente flora; medida marcaje de áreas a desmontar.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 2 de prevención: — Se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores de la obra sobre la importancia de la flora en los ecosistemas para su conservación y en su caso uso sustentable.
Objetivos: • Concientizar a los trabajadores sobre el cuidado de la flora nativa y su aprovechamiento sustentable.
Indicador: • Percepción de malas prácticas de manejo de flora. • Número de incidencias y reincidencias.
Duración: • Previo y durante la etapa de preparación del sitio
Momento de análisis: • Durante la realización de las pláticas. • Durante la verificación.
Valor umbral: • Observación de malas prácticas de manejo de flora. • Todos los trabajadores han asistido a las pláticas de concientización.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Medidas correctivas: • Corrección inmediata sobre el terreno. • Sanciones administrativas a la empresa contratista.
Información necesaria: • Número de empleados relacionados con el manejo de flora.

Tabla 31. Ficha 2: Componente flora; medida pláticas de concientización.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de mitigación: — Previo al desmonte se realizará el rescate de las especies que por su fisiología, representatividad, importancia y su estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 resulten vulnerables, las especies susceptibles a ser rescatadas de acuerdo con los muestreos de campo son: • *Senegalia gaumeri* • *Agave angustifolia* • *Cenostigma gaumeri* • *Bursera simaruba* • *Mammillaria gaumeri* • *Guaiacum sanctum* • *Pterocereus gaumeri*
Objetivos: • Realizar acciones para proteger a las especies que resulten vulnerables por efectos del desmonte dentro del área del proyecto.
Indicador: • Número de especies e individuos rescatados.
Duración: • Previo al inicio del desmonte.
Momento de análisis: • Durante el inicio de las actividades de rescate al menos dos veces por semana.
Valor umbral:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Se deben rescatar individuos de todas las especies que aparecen en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010
Medidas correctivas: • Extracción de propágulos, semillas o esquejes que permitan la reproducción de individuos. • Inmovilización del avance de los frentes de trabajo.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte con al menos dos meses de anticipación a su inicio.

Tabla 32. Ficha 3: Componente flora; medida rescate de especies vulnerables.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 1 de compensación: — Todos los individuos de las especies que sean rescatadas serán transportados a un área de confinamiento temporal, donde serán trasplantadas y regadas periódicamente para asegurar su adecuación y con ello asegurar su sobrevivencia.
Objetivos: • Implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora mediante el cual se garantice la sobrevivencia de al menos el 80 % de los individuos rescatados.
Indicador: • Número de especies e individuos ingresados en el área de confinamiento temporal.
Duración: • Durante el rescate y posterior al mismo.
Momento de análisis: • Al inicio de las actividades de rescate, al menos una vez por semana.
Valor umbral: • El 100 % de los individuos rescatados deberán resguardarse en el área de confinamiento temporal.
Medidas correctivas: • Vigilancia de la disposición de los individuos rescatados. • Manejo correcto de los individuos rescatados.
Información necesaria: • Calendarización de actividades. • Ubicación del área de confinamiento temporal.

Consulta al Público

Tabla 33. Ficha 4: Componente flora; medida resguardo de ejemplares rescatados en área de confinamiento temporal.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 2 de compensación: — Con posterioridad al periodo de adecuación (al menos 6 meses), todas las plantas serán reubicadas en áreas con ambientes similares al de su extracción, estas áreas podrán ser aledañas al polígono del proyecto dentro del SAR.
Objetivos: • Implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora mediante el cual se garantice la sobrevivencia de al menos el 80 % de los individuos rescatados.
Indicador: • Número de especies e individuos ingresados en el área de confinamiento temporal.
Duración: • Posterior al periodo de adaptación de los individuos al menos dos veces por mes.
Momento de análisis: • Durante la verificación de la actividad al menos una vez al mes.
Valor umbral: • Todos los individuos rescatados deberán ser reubicados.
Medidas correctivas: • Manejo de las especies rescatadas acorde a sus necesidades fisiológicas particulares.
Información necesaria: • Ubicación de las áreas de reubicación. • Calendarización de la actividad.

Tabla 34. Ficha 5: Componente flora; medida reubicación de individuos rescatados en áreas similares al de su extracción.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 3 de compensación: — Se considerará un mínimo de sobrevivencia de al menos el80 % del total de los individuos rescatados, lo cual se conseguirá mediante el monitoreo del establecimiento en campo, por al menos tres años posteriores al trasplante.
Objetivos: • Implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora mediante el cual se garantice la sobrevivencia de al menos el 80% de los individuos rescatados.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Indicador: • Número de individuos muertos. • Número de individuos ingresados en el área de confinamiento temporal.
Duración: • Durante los primeros tres años posteriores a la reubicación.
Momento de análisis: • Verificación durante tres años al menos cada seis meses.
Valor umbral: • Un mínimo del 80% de individuos vivos.
Medidas correctivas: • Reposición de los individuos muertos hasta alcanzar la sobrevivencia mínima esperada.
Información necesaria: • Calendarización de actividades.

Tabla 35. Ficha 6: Componente flora; medida monitoreo de individuos reubicados.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 4 de compensación: — Las acciones enlistadas anteriormente estarán descritas de manera detallada en un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, en el cual se reunirán las metodologías para el rescate, reubicación y monitoreo de cada una de las especies susceptibles a ser rescatadas. En este sentido la implementación del Programa es la medida de mitigación que compensará el impacto ocasionado por el desmonte de la superficie forestal a remover dentro del predio del proyecto.
Objetivos: • Definir claramente los alcances y objetivos a cumplir mediante el establecimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
Indicador: • Evidencias de la existencia y posterior realización del programa (fotos, registros de bitácora, ubicación de áreas, reportes, etc.).
Duración: • Durante la implementación del programa de rescate, al menos una vez al mes.
Momento de análisis: • Previo y durante la verificación de la actividad por lo menos una vez por semana.
Valor umbral:

Consulta el Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
• El programa existe. • El programa se realiza de acuerdo con lo establecido.
Medidas correctivas: • Obligación de redacción del programa. • Corrección de las desviaciones respecto al programa. • Aplicación de técnicas mejoradas que incrementen la sobrevivencia de las especies.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte con al menos dos meses de anticipación a su inicio.

Tabla 36. Ficha 7: Componente flora; medida implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de flora.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Acción 5 de compensación: — Se restaurará una superficie similar a la superficie forestal afectada por el cambio de uso de suelo derivado de la instalación del proyecto. Esta superficie podrá ser compensada preferentemente en áreas degradadas que mermen la continuidad de los ecosistemas, dónde se introducirán exclusivamente especies nativas de la zona acorde al tipo de vegetación que se trate. De ser necesario se podrán utilizar los organismos provenientes del rescate después de su etapa de acondicionamiento en el área de confinamiento temporal.
Objetivos: • Compensar el efecto ocasionado sobre la vegetación como resultado del desmonte realizado en la superficie forestal del área del proyecto. • Mejorar las condiciones de la vegetación de áreas degradadas colindantes al área del proyecto como compensación por el cambio de uso de suelo derivado del mismo.
Indicador: • Hectáreas restauradas. • Especies utilizadas en la recuperación de las áreas.
Duración: • Acorde con la gestión de ocupación de las áreas a restaurar.
Momento de análisis: • Al menos dos veces al mes, durante el desarrollo de la actividad.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
Valor umbral: • La superficie a restaurar será al menos igual a la superficie forestal afectada por el proyecto. • Se espera al menos un 80 % de la sobrevivencia de los individuos. • La superficie a restaurar se puede conformar por más de un polígono.
Medidas correctivas: • En caso de tener una mortalidad mayor al 20 % se deberá reponer los individuos muertos hasta alcanzar el porcentaje deseado.
Información necesaria: • Ubicación de las áreas a restaurar. • Calendarización de las actividades a desarrollar.

Tabla 37. Ficha 8: Componente flora; medida restauración de áreas degradadas.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.6. Componente Fauna

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 1 de prevención: — Conservar todo lugar con alta congregación de aves (colonias de reproducción, zonas de agregación invernal, refugio, percha o alimentación).
Objetivos: • Minimizar la afectación y perturbación de la ornitofauna. • Evitar el impacto ambiental en zonas de uso intenso por aves.
Indicador: • Existencia de colonias de nidificación, zonas activas de agregación temporal (invernal, "*stopover*" migratorio), refugio, percha/dormidero, ya sean mono o pluri-específicas.
Duración: • Durante las fases de preparación y construcción del proyecto.
Momento de análisis: • Previo a la preparación del sitio, durante la preparación y construcción del proyecto.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Valor umbral: • Visualización evidente de gran número de especies, individuos o nidos de aves en agrupación colonial o social/vital.
Medidas correctivas: • Detención de las actividades en el área próxima. • Planeación y restructuración de las actividades.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte, despalme y construcción. • Ubicación de sitios que pudieran presentar dichas características.

Tabla 38. Ficha 1: Componente fauna; medida conservación de sitios con alta congregación de aves.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 2 de prevención: — Las actividades de desmonte y despalme se realizarán de forma gradual en todos los frentes de trabajo.
Objetivos: • Permitir un desplazamiento gradual y orientado del mayor número de especies e individuos. • Evitar que la fauna de lenta movilización resulte afectada.
Indicador: • Frentes de obra activos. • Ubicación de los frentes de obra.
Duración: • Durante la etapa de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Diario durante la verificación.
Valor umbral:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Máximo 5 % de superficie total a desmontar por frente de trabajo activo.
Medidas correctivas: • Reducción del área de trabajo cuando el umbral sea superado. • Inmovilización de actividades.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte y despalme y construcción. • Ubicación de los frentes de trabajo activos.

Tabla 39. Ficha 2: Componente Fauna; medida desmonte y despalme gradual.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 3 de prevención: — Debido a la presencia de fauna silvestre dentro de la zona del proyecto, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el cual incluirá un conjunto de acciones que minimizarán los efectos del proyecto sobre la fauna. En el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, se describirán todas las técnicas a seguir para la búsqueda y rescate de los organismos, distinguidas particularmente por la Clase taxonómica de interés (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Entre sus actividades se enlistan las siguientes: — Previo al inicio del desmonte y despalme del área del proyecto se realizarán recorridos por al menos una cuadrilla de personal especializado en el manejo de fauna silvestre por frente de trabajo, que ahuyentará a la fauna presente con el apoyo de megáfonos o medios análogos para la movilización de la fauna. Asimismo, la cuadrilla realizará búsqueda directa de individuos en zonas de probable resguardo (madrigueras, arbustos, ramas, etc.). — Todos los individuos que sean rescatados deberán de ser reubicados en áreas de ambientes similares y apropiadas a su biología, es decir en zonas donde puedan encontrar similares recursos que en el área de extracción. — La reubicación de los individuos rescatados se realizará en áreas distantes al área del proyecto para evitar en lo posible que los organismos regresen al sitio, por su tendencia natural a reocupar el territorio.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Objetivos: • Reducir los posibles efectos negativos que la ejecución de las diferentes actividades de la obra pudiera ocasionar sobre la fauna silvestre presente en el área del proyecto.
Indicador: • Número de especies rescatadas. • Número de individuos rescatados. • Número de individuos reubicados.
Duración: • La implementación del programa se extenderá durante las siguientes fases: previo a la preparación del sitio, preparación del sitio y construcción.
Momento de análisis: • Durante la implementación del programa al menos una vez por semana.
Valor umbral: • Percepción de fauna silvestre en los frentes de trabajo.
Medidas correctivas: • Acompañamiento de frente de obra por brigadas especialistas en el manejo y reubicación de fauna silvestre. • Ahuyentamiento de fauna silvestre mediante el uso de megáfonos o medios análogos en los frentes de trabajo. • Reubicación de individuos rescatados en áreas adecuadas lejanas al área del proyecto.
Información necesaria: • Calendarización de las actividades de desmonte, despalme y construcción. • Ubicación de los frentes de trabajo.

Tabla 40. Ficha 3: Componente Fauna; medida programa de rescate y reubicación de fauna. Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 4 de prevención: — Se pondrá especial atención a las especies presentes en el predio que se encuentren listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de manera especial a las registradas durante las jornadas de muestreo; *Cachryx defensor, Campylorhynchus yucatanicus, Doricha eliza, Tamandua mexicana, Leopardus pardalis* y *Eira barbara* en Peligro de extinción (P); *Ctenosaura similis, Leptophis mexicanus, Meleagris ocellata, Herpailurus yagouaroundi, Galictis vittata y Mimon cozumelae* categorizadas como Amenazadas (A); además de: *Lithobates brownorum, Rhinophrynus dorsalis, Triprion petasatus, Laemanctus serratus Symphimus mayae, Eupsittula nana, Passerina ciris, Vireo pallens, Zenaida aurita y Eumops nanus* en la categoría de Protección especial (Pr). De igual manera, se pondrá atención en aquellas registras dentro del SAR que por sus rangos de distribución pudieran llegar a registrarse dentro del área del proyecto durante alguna de sus etapas.
Objetivos: • Evitar afectación de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Garantizar la protección y resguardo de especies en riesgo.
Indicador: • Presencia de especies normadas en el área del proyecto.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Diario durante la verificación de las fases de preparación del sitio y construcción. • Sistemático durante el monitoreo (según la frecuencia establecida para el mismo) en la fase de operación y mantenimiento, así como en la fase de desmantelamiento.
Valor umbral: • Registro visual de rastros (huellas, excretas, pelos, etc.) de especies. • Registro visual directo de al menos una de las especies normadas.
Medidas correctivas: • Acompañamiento de frente de obra por brigadas especialistas en el manejo y reubicación de fauna silvestre. • Reubicación de individuos rescatados en áreas lejanas al área del proyecto.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Ahuyentamiento de fauna silvestre mediante el uso de megáfonos o medios análogos en los frentes de trabajo. • Valoración de la necesidad de medidas correctivas en la fase de operación y mantenimiento, en su caso, aplicación de las medidas correctivas necesarias.
Información necesaria:
• Calendarización de las actividades. • Informe de presencia de especies normadas.

Tabla 41. Ficha 4: Componente Fauna; medida especies en riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 5 de prevención: — No podrán iniciarse labores de desmonte en ninguna zona del proyecto hasta haber garantizado que la fauna existente en la misma haya sido evacuada en su totalidad.
Objetivos: • Salvaguardar la integridad física de las especies objeto del ahuyentamiento y rescate.
Indicador: • Aviso de liberación de superficie a desmontar por parte de los especialistas.
Duración: • Durante la preparación de sitio.
Momento de análisis: • Previo a la apertura de un nuevo frente de trabajo.
Valor umbral: • Registro nulo de liberación de superficie.
Medidas correctivas: • Inmovilización de las actividades del frente de trabajo. • Acciones de búsqueda, ahuyentamiento, rescate y reubicaciones emergentes.
Información necesaria:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Calendarización de actividades. • Ubicación de los frentes de trabajo previo a su apertura.

Tabla 42. Ficha 5: Componente Fauna; medida especies en riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 6 de prevención: — Deberán realizarse trabajos de captura con trampas especiales para apresar a los individuos y trasladarlos a los sitios donde serán reubicados. Este tipo de trabajos deberán ser realizados por al menos un especialista en manejo de fauna apoyado por auxiliares a su cargo.
Objetivos: • Salvaguardar la integridad física de las especies rescatadas.
Indicador: • Número de trampas colocadas. • Número de trampas activadas. • Número de trampas efectivas. • Número y especies rescatadas. • Número de individuos rescatados. • Número de individuos reubicados.
Duración: • Durante las actividades de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Al menos una vez al mes durante la verificación.
Valor umbral: • Percepción de la presencia de fauna silvestre en el área.
Medidas correctivas: • Aumento en el número de trampas colocadas.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Adecuación de tipo de trampas con mayor efectividad específica o de grupo objeto de captura. • Rotación de trampas hacia sitios con avistamientos.
Información necesaria: • Calendarización de actividades. • Ubicación de los frentes de trabajo previo a su apertura.

Tabla 43. Ficha 6: Componente Fauna; medida trampeo para rescate de fauna.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 7 de prevención: – Con posterioridad a las actividades de rescate y reubicación marcadas por el respectivo programa, deberá incluirse en cada frente de obra personal de apoyo para el rescate de organismos rezagados, que se encargará de garantizar su rescate y pronta reubicación.
Objetivos: • Salvaguardar la integridad física de las especies objeto de rescate y reubicación.
Indicador: • Número de cuadrillas de apoyo.
Duración: • Durante la etapa de construcción.
Momento de análisis: • Al menos una vez al mes, durante la verificación.
Valor umbral: • Al menos una cuadrilla por frente de trabajo en áreas de recurrencia de fauna.
Medidas correctivas: • Acciones de rescate y reubicación de fauna emergentes dentro de cada frente de obra con avistamientos de fauna.
Información necesaria:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Presencia de especies de fauna silvestre en las inmediaciones de los frentes de trabajo.

Tabla 44. Ficha 7: Componente Fauna; medida rescate de organismos rezagados.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 8 de prevención: — Se impartirán pláticas de concientización a todos los trabajadores de la obra donde se haga hincapié en la importancia de la conservación de la fauna silvestre, resaltando las acciones emergentes a realizar en caso de encontrarse con organismos que representen amenaza para su integridad física (reptiles y mamíferos medianos).
Objetivos: • Fomentar el conocimiento de la importancia de la fauna en el sitio para su protección dentro y fuera del área del proyecto. • Evitar la mortalidad de los organismos que pudiesen representar una amenaza a la integridad física de los trabajadores.
Indicador: • Percepción de malas prácticas en el manejo de fauna silvestre.
Duración: • Previo y durante la etapa de preparación del sitio. • Durante la realización de las pláticas.
Momento de análisis: • Durante la realización de la actividad, al menos una vez por semana.
Valor umbral: • Observación de malas prácticas de manejo de fauna. • Todos los trabajadores han asistido a las pláticas de concientización.
Medidas correctivas: • Corrección inmediata sobre el terreno.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Sanciones administrativas a la empresa contratista.
Información necesaria: • Número de empleados por frente de trabajo.

Tabla 45. Ficha 8: Componente Fauna; medida pláticas de concientización (fauna).
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 9 de prevención: — Dentro del área del proyecto, se establecerá como límite máximo de velocidad 30 km/h, que deberá ser respetado por todos los vehículos que ingresen en el área del proyecto en cada una de las etapas de ejecución, teniendo especial vigilancia durante la etapa de preparación de sitio y construcción.
Objetivos: • Evitar la mortalidad de organismos por atropellamiento.
Indicador: • Número de individuos y especies muertos por atropellamiento.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación, todos los días mientras duren las obras de preparación de sitio, construcción, desmantelamiento y abandono. • Durante la etapa de operación del proyecto al menos una vez al mes.
Valor umbral: • Un máximo de 2 registros en menos de un mes.
Medidas correctivas: • Registrar mediante bitácora los individuos muertos encontrados. • Verificar que los límites de velocidad son respetados. • Sanciones administrativas por eventos recurrentes.
Información necesaria:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Atropellamientos de fauna registrados. • Rutas de camiones y vehículos. • Número de camiones y vehículos relacionados con el proyecto.

Tabla 46. Ficha 9: Componente Fauna; medida límites de velocidad.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 10 de prevención: – Control de abandono de cadáveres (ganado). – Remoción de carcasas de aves y quirópteros accidentados. – Control de vertederos.
Objetivos: • Evitar la presencia de fuentes de alimentación para especies carroñeras detectadas dentro de los muestreos de campo del Programa de monitoreo de fauna y del estudio preoperacional anual de avifauna (según este último; *Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus, Coragyps atratus, Caracara cheriway*).
Indicador: • Número de cadáveres de ganado encontrados. • Número de cadáveres de fauna silvestre encontrados. • Vertederos localizados.
Duración: • Durante la etapa de operación y mantenimiento.
Momento de análisis: • Durante los monitoreos incluidos en el Programa de monitoreo de fauna en la fase de operación y mantenimiento del proyecto.
Valor umbral: • Un único registro durante el monitoreo.
Medidas correctivas: • Eliminación inmediata de los cadáveres de aves y quirópteros. • Orden de retirada de grandes cadáveres (ganado) y de vertederos.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Verificar que no existan restos de animales muertos en el área del proyecto.
Información necesaria: • Ubicación de los aerogeneradores. • Registros de fauna muerta en inmediaciones de los aerogeneradores.

Tabla 47. Ficha 10: Componente Fauna; medida control de cadáveres abandonados.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
Acción 11 de prevención: — Colocación de disuasores de vuelo en la LT.
Objetivo • Disminuir el riesgo de colisión de las aves con el tendido eléctrico.
Indicador: • Número de especies de aves muertas por colisión debajo del tendido eléctrico. • Número de individuos de aves muertas por colisión debajo del tendido eléctrico.
Duración: • Se colocarán en fase de construcción, manteniéndose en correcto estado operativo por el tiempo que dure el proyecto, hasta el desmantelamiento del cableado (conductores, línea de tierra y/o línea de fibra).
Momento de análisis: • Al menos 12 veces al año.
Valor umbral: • Un máximo de 5 registros por monitoreo.
Medidas correctivas: • Incrementar el número de disuasores en la línea.
Información necesaria: • Trazado de la línea.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE PREVENCIÓN
• Registro de fauna colisionada con la línea.

Tabla 48. Ficha 11: Componente Fauna; medida colocación de disuasores de vuelo.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 12 de mitigación: — Se implementará un Programa de monitoreo de fauna donde se registrarán las especies recurrentes en el área del proyecto, principalmente en las inmediaciones de los aerogeneradores, durante la fase de operación y mantenimiento.
Objetivos: • Registrar avistamientos de aves y quirópteros respecto a la distribución de los aerogeneradores. • Registrar la mortalidad de aves y quirópteros que pudieran estar asociados al parque eólico.
Indicador: • Número de especies registradas. • Número de individuos registrados. • Número de individuos muertos en la cercanía de los aerogeneradores.
Duración: • Durante la fase de operación y mantenimiento y durante toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Un mínimo de 12 monitoreos al año.
Medidas correctivas: • Incremento de los monitoreos. • Mejora de las técnicas de monitoreo.
Información necesaria:

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Cronograma del proyecto. • Planta geométrica del proyecto.

Tabla 49. Ficha 12: Componente Fauna; medida programa de monitoreo de fauna (aves y quirópteros).
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 13 de mitigación: — Se implementará un Programa de monitoreo de parvadas que permitirá detectar y triangular su desplazamiento dentro del proyecto para poder implementar un plan de acción que salvaguarde su integridad. Para el plan de acción se utilizarán 3 códigos: • Código verde: Se aproxima una parvada de aves volando a una altura en la que su integridad no se ve comprometida, los aerogeneradores pueden seguir operando con normalidad. • Código amarillo: Se aproxima una parvada de aves volando a una altura cercana a la de las palas, el personal operativo se mantiene alerta a cualquier indicación para disminuir la velocidad de giro de las palas cuando se indique, mientras tanto los aerogeneradores funcionan con normalidad. • Código rojo: La parvada vuela a la altura de las aspas y en dirección tal que cruzarán por alguna de las filas de los aerogeneradores. El personal operativo debe disminuir la velocidad de giro o hacer el paro total de las palas en aquellos aerogeneradores que se le indique.
Objetivos: • Reducir la mortalidad de parvadas de aves que pudieran verse afectadas. • Registrar a las especies de aves que sean recurrentes en la práctica. • Identificar los meses en los que el suceso es más frecuente.
Indicador: • Grupos de aves volando a la altura de los aerogeneradores dentro o cerca del parque.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Colisiones de grupos de aves con las aspas de los aerogeneradores.
Duración: • Durante la fase de operación y mantenimiento, y durante toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Un mínimo de 12 monitoreos al año.
Medidas correctivas: • Incremento de los monitoreos. • Optimizar la respuesta de reducción de velocidad y frenado de los aerogeneradores. • Planificar de acuerdo con los meses con mayor recurrencia de grupos una estrategia de prevención.
Información necesaria: • Ubicación de los aerogeneradores. • Protocolos del plan de acción de monitoreo de parvadas. • Grupos de aves más susceptibles de impacto.

Tabla 50. Ficha 13: Componente Fauna; medida programa de monitoreo de parvadas de aves. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 14 de mitigación: — Implementación de disuasores de sonido para parvadas y/o individuos que corran riesgo de colisión.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Se reproducirá por medio de un megáfono o medio análogo un llamado de advertencia de peligro o vocalización de los depredadores de las especies que se aproximen a los aerogeneradores o ruido de alarma artificial.
Objetivos: • Reducir el riesgo de colisión de las parvadas e individuos de aves con las palas de los aerogeneradores.
Indicador: • Parvadas o individuos de aves volando en dirección a los aerogeneradores.
Duración: • Durante la fase de operación y mantenimiento, y durante toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Efectividad de la técnica y llamado emitido.
Medidas correctivas: • Modificación de los llamados o alertas emitidas. • Evaluación y modificación de la técnica.
Información necesaria: • Especies diana del método y sus posibles depredadores. • Llamados de los depredadores o ruidos de alarma artificial.

Tabla 51. Ficha 14: Componente Fauna; medida implementación de disuasores de sonido.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 15 de mitigación: — Prohibición y vigilancia de la caza furtiva, trampeo y depredación de fauna y sus subproductos. Se colocarán letreros donde se indique esta prohibición.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Objetivos: • Eliminar la caza furtiva de aves y mamíferos. • Eliminar el trampeo y depredación de aves canoras y psitaciformes. • Eliminar la extracción de fauna nativa.
Indicador: • Cazadores y/o gente que porte armas de fuego al interior del área del proyecto. • Tramperos (gente con jaulas u otros medios de trampeo para captura de fauna) al interior del área del proyecto.
Duración: • Durante la fase de operación y mantenimiento, y por toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante los recorridos de vigilancia diaria.
Valor umbral: • 1 llamado de atención y fichaje.
Medidas correctivas: • Después del segundo incidente proceder de forma legal ante las instancias correspondientes. • Incrementar la vigilancia. • Incremento en el número de letreros.
Información necesaria: • Registro de las personas ajenas al proyecto que ingresen por cualquier otro motivo.

Tabla 52. Ficha 15: Componente Fauna; medida prohibición y vigilancia de caza furtiva y trampeo. Fuente: Elaboración propia.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 16 de mitigación: — Apagado de luces externas en la subestación durante los periodos de migración primaveral u otoñal, para evitar la atracción/sedimentación de aves migratorias nocturnas durante fenómenos meteorológicos adversos.
Objetivos: • Disminuir el riesgo de colisión de aves que pudieran ser atraídas por las luces de la subestación.
Indicador: • Detección de incremento en el paso migratorio (especies migratorias y su número de individuos) y sedimentación previos a cada suceso meteorológico adverso previsto. • Previsión de sucesos meteorológicos adversos. • Nº de horas de apagado de luces de la subestación por cada suceso meteorológico adverso.
Duración: • Durante la fase de operación y mantenimiento, y durante toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación.
Valor umbral: • Cualquier incremento evidente del paso migratorio o fenómeno de sedimentación de migrantes previo un suceso meteorológico adverso previsto.
Medidas correctivas: • Disminuir el tiempo que permanecen encendidas las luces durante períodos de mal tiempo de los pasos migratorios. • Optar por luces con sensor de movimiento y farolas/lámparas apantalladas (posición horizontal y flujo luminoso dirigido exclusivamente hacia abajo, que eviten al máximo la dispersión de luz).
Información necesaria: • Conocimiento de las aves migratorias y sus períodos de llegada y partida en la Península de Yucatán.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Registros de avifauna en paso y sedimentada. • Información meteorológica.

Tabla 53. Ficha 16: Componente Fauna; medida apagado de luces en la subestación.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 17 de mitigación: — Se colocarán señalamientos indicativos y restrictivos para el caso de fauna peligrosa de la zona. • Se tendrá equipo de contención de serpientes venenosas (pinza, gancho, cubetas, polainas). • Se capacitará a parte del personal operativo sobre el manejo y contención de dichas especies. • Se tendrá equipo de emergencia en caso de mordedura de serpientes (ANTIVIPMYN para vipéridos y CORALMYN para los elápidos), o productos mejorados) al menos 5 unidades.
Objetivos: • Disminuir el riesgo de contacto y accidente con serpientes venenosas.
Indicador: • Existencia de equipo de contención (mínimo 1 unidad) y emergencia por mordedura (mínimo 5 unidades). • Realización de capacitación entre el personal operativo. • Existencia de señalamientos indicativos y restrictivos.
Duración: • Durante la fase de construcción, operación, mantenimiento, y durante toda la vida útil del proyecto.
Momento de análisis: • Durante la verificación de los indicadores. Con verificación mínima mensual.

Consulta al Público

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Valor umbral: • Disposición efectiva del equipo mínimo de contención y emergencia por mordedura el 100 % del tiempo. • Inexistencia de señalamientos indicativos y restrictivos o deterioro que hace ilegible la totalidad de las indicaciones y restricciones. • Realizar, como mínimo, una capacitación anual por turno de trabajo. • Al menos una persona por turno de trabajo capacitada para actuar entre el personal operativo.
Medidas correctivas: • Incrementar/reponer el equipo de manejo y contención. • Instalar/reponer los señalamientos indicativos y restrictivos. • Capacitar a más personal sobre el manejo.
Información necesaria: • Especies venenosas presentes en el área del proyecto. • Curso de capacitación y contención de especies venenosas.

Tabla 54. Ficha 17: Componente Fauna; medida prevención de accidentes por fauna nociva. Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.7. Componente Social

En lo que respecta al componente social del proyecto, en las siguientes tablas se plantean diferentes estrategias que conforman el plan de medidas orientadas hacia la integración de la población de las localidades que se encuentran en el área SAR del proyecto "Central Eólica Dzidzantún".

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de prevención: — Diseño de un código de conducta con la intención de evitar actos discriminatorios. Este código comprenderá las bases para la aplicación de sanciones de carácter administrativo a la persona que sea identificada realizando algún acto discriminatorio.

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
— Elaboración de material divulgativo para la prevención de actos discriminatorios.
Objetivos: • Erradicar prácticas discriminatorias durante el desarrollo del proyecto.
Indicador: • Número de incidencias reportadas. • Elaboración del material divulgativo.
Duración: • El código y el material divulgativo se realizará previo a la contratación del personal foráneo. La aplicación de sanciones a partir del momento en que son contratados e informados del código de conducta.
Momento de análisis: • Durante todas las etapas del proyecto.
Valor umbral: • Registro de incidencias, sanciones o conducta discriminatoria. • Difundir (en versión impresa o digital) el material elaborado entre la población foránea.
Medidas correctivas: • Sanciones administrativas.
Información necesaria: • Tipo de incidencia, momento, lugar y personas implicadas.

Tabla 55. Ficha 1: Componente Social; código de conducta para evitar conductas discriminatorias.
Fuente: Elaboración propia.

VI.1.1.8. Componente Económico

De igual forma, en las tablas siguientes se presentan las medidas de mitigación contempladas para los impactos asociados al componente económico.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 1 de mitigación: — Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se procurará, en la medida de lo posible y de las necesidades del proyecto, la contratación del personal para obra entre las poblaciones de las localidades más cercanas al área del proyecto (jornaleros, albañiles, transportistas, etc.).

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Objetivos: • Fomentar el empleo en las localidades más cercanas al área del proyecto.
Indicador: • Número de empleos generados entre la población local. • Número de empleos totales generados.
Duración: • Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.
Momento de análisis: • Al menos una vez al mes.
Valor umbral: • Sin definir.
Medidas correctivas: • Sin definir.
Información necesaria: • Listados de empleados contratados y su origen.

Tabla 56. Ficha 1: Componente Económico; medida contratación de empleados locales.
Fuente: Elaboración propia.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Acción 2 de mitigación: — A través de la celebración de eventos públicos en torno al desarrollo del proyecto se identificarán las áreas de oportunidad con las que la población pueda beneficiarse económicamente como consecuencia de la derrama económica derivada del arribo de personas foráneas a la zona.
Objetivos: • Fomentar la creación de fuentes de trabajo secundarias derivadas del incremento de la demanda de servicios por la instalación del proyecto.
Indicador: • Número de eventos realizados y número de asistentes. • Incremento del consumo en los establecimientos locales.
Duración: • Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de análisis: • Al menos cada tres meses.
Valor umbral:

Consulta al Público

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
• Sin definir.
Medidas correctivas: • Sin definir.
Información necesaria: • Necesidades de los empleados contratados.

Tabla 57. Ficha 2: Componente Económico; medida áreas de oportunidad de desarrollo económico.
Fuente: Elaboración propia.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental como elemento integrador de factores de estudio en relación a los posibles efectos de determinados proyectos, ha resultado ser una apuesta excepcionalmente eficaz. Dicho procedimiento define una metodología que, bajo un escenario preventivo, permite establecer con anterioridad las posibles medidas correctoras. Con este planteamiento y como parte integral del procedimiento global, toma especial relevancia el desarrollo de Programas de Vigilancia Ambiental (PVA) y las implicaciones que de la aplicación de dichos programas pudieran derivarse.

El Programa de Vigilancia Ambiental estará ligado y se operará en función de los programas y acciones solicitadas en él o los resolutivos en materia de impacto ambiental de las diferentes obras incluidas en el proyecto, así como de acuerdo con las medidas de mitigación planteadas.

El programa tiene como fin estabilizar y mejorar las condiciones ambientales de la zona llevando a cabo un adecuado seguimiento a las medidas de mitigación previstas en el proyecto ejecutivo, en los Estudios de Impacto Ambiental y en los programas y acciones solicitadas en el resolutivo emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

VI.2.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental.

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental previstas.

Consulta al Público

2. Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en las actuaciones proyectadas de índole ambiental.
3. Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y de mitigación establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer las correcciones adecuadas para resolver la problemática ambiental generada.
4. Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
5. Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de vigilancia.

VI.2.1.1. Metodología.

El Programa de Vigilancia Ambiental puede articularse en torno a las diferentes unidades del medio natural como a las diferentes fases de realización del proyecto a controlar.

Se propone el siguiente esquema, en una actuación genérica:

- Actuaciones para unidades de obra.
- Actuaciones en situaciones especiales.
- Actuaciones para los elementos del medio.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

VI.1.1. Agua

En el caso del componente agua, el seguimiento y control de las medidas de mitigación planteadas se realizará teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se llevará un registro de la disposición correcta de aguas residuales generadas durante el proyecto, específicamente de las provenientes de los sanitarios portátiles, identificando la periodicidad de las descargas y mantenimiento por parte de la empresa contratada para la renta del servicio.
- Se verificará que la construcción de las obras de drenaje consideradas corresponda a las zonas donde el drenaje natural sea menos eficiente.
- Durante los recorridos habituales se vigilará la adecuada disposición de los diferentes tipos de residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.

Consulta al Público

Indicador 1:

Registros de las bitácoras relacionados con el mantenimiento de los sanitarios rentados, así como los comprobantes de manejo de residuos y disposición final.

Programas y procedimientos relacionados con la medida:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Manejo Integral de Residuos.

VI.1.2. Suelo

Se realizarán visitas periódicas con la finalidad de observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto, evitando que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello, podrán utilizarse modelos para determinar el grado de erosión de acuerdo con la pérdida de suelo.

Durante las visitas se observará:

- Las actividades de desmonte, despalme y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos.
- Ubicación de las áreas de almacenamiento temporal de suelo.
- Manejo adecuado del suelo fértil extraído del área del proyecto (transporte y apilamiento).

Indicador 1:

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Esta ecuación es un modelo diseñado para estimar la pérdida de suelo promedio de la erosión por salpicamiento en canalillos bajo condiciones específicas y para un tiempo prolongado.

Para estimar la erosión del suelo se utiliza la siguiente expresión:

$$E= R• K• L• S• C•P$$

Dónde:

E = Pérdida de suelo en ton/año.

R = Factor de erosividad de la lluvia.

K = Factor de erosionabilidad del suelo.

Consulta al Público

LS = Factor de longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de cultivo o cobertura vegetal.

P = Factor de prácticas mecánicas.

Para estimar el valor de cada uno de los parámetros mencionados anteriormente, se deberá de considerar una combinación de metodologías cuya afinidad con el territorio mexicano tenga un contexto más cercano a la realidad, en cuanto a la pérdida de suelo calculada.

A partir de la aplicación de esta fórmula es posible estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica bajo distintos escenarios representativos del proyecto.

Indicador 2:

Se realizarán visitas periódicas al menos una vez por semana a los almacenes de suelo temporal, supervisando los siguientes puntos:

- Ubicación del almacén temporal.
- Altura del apilado del material.
- Disposición correcta del material por los camiones de volteo.

Programas y procedimientos relacionados con la medida:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Restauración y Manejo de Suelos.
- Programa de Manejo Integral de Residuos.

VI.1.3. Aire

Se realizarán visitas periódicas a todas las zonas donde se localicen las fuentes emisoras (emisiones de polvo, emisiones producto de la combustión interna de vehículos, emisiones de ruido). En esas visitas se observará el cumplimiento de las medidas adoptadas como pueden ser:

- Riego de superficies.
- Controles de velocidad vehicular.
- Vigilancia de las operaciones de carga, descarga y transporte de material.

Consulta al Público

- Cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT-2015 "Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible".
- Cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2006 "Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible".
- NOM-050-SEMARNAT-1993[2], 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.
- Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 "Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición".
- Cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994 "Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de fuentes fijas y su método de medición".

La detección de humos excesivos o con demasiada opacidad provenientes de los escapes será realizaba visualmente por el personal encargado, mismo que se encargará de la revisión de los hologramas de verificación vehicular emitido por la autoridad competente.

Los niveles de polvo en el aire también serán registrados visualmente, a través de inspecciones periódicas en las que se estimará el nivel de polvo y la dirección predominante del viento estableciendo cuales son los lugares afectados.

Las inspecciones se realizarán una vez por semana, en las horas del día donde las emisiones se consideren altas. Como norma general, la primera inspección se realizará antes del comienzo de las actividades para tener conocimiento de la situación previa y poder realizar comparaciones posteriores.

Indicador 1:

Para las emisiones.

[2] Esta Norma se encuentra actualmente en revisión y se cuenta con un Proyecto de modificación de norma publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de junio de 2017.

Consulta al Público

- Partículas suspendidas totales (PST) µg/m^3.
- Hidrocarburos (HC) ppm.
- Monóxido de carbono (CO) % vol.
- Oxígeno (O_2) % vol.
- Bióxido de carbono (CO_2) % vol.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x) ppm.

Indicador 2:

Para nivel de presión acústica.

- Decibeles en ponderación A dB(A).

Programas y procedimientos relacionados con la medida:

- Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.1.4. Flora

Se dará seguimiento a cada una de las medidas establecidas para reducir y compensar el impacto que el desmonte ocasionará sobre la flora del sitio.

Se hará una inspección minuciosa de las actividades relacionadas con el rescate y reubicación de los organismos rescatados.

Indicador 1:

- Rescate de flora.
- Número de individuos rescatados por especie.
- Número de organismos anexados al área de confinamiento temporal.

Indicador 2:

- Reubicación de flora.
- Número de individuos reubicados.
- Número de organismos sobrevivientes en el primer trimestre.

Indicador 3:

- Sobrevivencia.
- Relación de individuos reubicados e individuos vivos en el primer año.

Programas y procedimientos relacionados con la medida:

Consulta al Público

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Restauración Ambiental.

VI.1.5. Fauna

Se dará seguimiento a todas y cada una de las medidas establecidas con la finalidad de mitigar, prevenir y reducir los impactos que se prevén ocurra para la fauna.

Todas las actividades que impliquen la manipulación de organismos serán realizadas bajo el más estricto control y cuidado de expertos en el manejo de la misma, de tal modo que los riesgos sean mínimos.

Indicador:

- Número de individuos rescatados y reubicados.
- Número de individuos muertos por atropellamiento dentro del área del proyecto.
- Número de individuos muertos por colisión con aerogeneradores.
- Número de reproducciones de disuasores de sonido.
- Numero de parvadas identificadas dentro del área del proyecto.
- Número de especies e individuos muertos por colisión bajo el tendido eléctrico.
- Número de registros indirectos y directos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Programas y procedimientos relacionados con la medida:

- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
- Programa de monitoreo de fauna (aves y quirópteros).
- Programa de monitoreo de parvadas de aves.
- Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.1.6. Seguimiento de programas ambientales.

- Acciones de Vigilancia para la Protección del Entorno de las Obras.

    - Se vigilará el paso previo de comienzo de las obras para evitar la invasión y deterioro de áreas colindantes.

Consulta al Público

- Durante la etapa de construcción se comprobará que se lleven a cabo riegos periódicos en zonas de almacenamiento y transporte de materiales procedentes de movimientos de tierra.

- Se verificará que la maquinaria este dotada de captadores de polvo y realización de riegos periódicos de caminos abiertos para la ejecución de obras, así como el recubrimiento mediante lonas de los camiones para traslado de material.

— Acciones de vigilancia de la contaminación acústica.

- Se verificará que los niveles de ruido cumplan con la normativa vigente.

— Acciones de vigilancia para el sistema hidrológico subterráneo (cenotes).

- Comprobar que las obras no interfieran ni afecten ningún cenote ubicado dentro del área del proyecto (en caso de existir).

- Comprobar que no se ha realizado ningún tipo de vertido al interior de algún cenote dentro del área del proyecto (en caso de existir).

- Comprobar que las estructuras de paso (obras de drenaje) garanticen el flujo natural del agua dentro del área del proyecto.

— Acciones de vigilancia y protección del suelo.

- Se comprobará que durante la ejecución de obras los movimientos de tierra se ejecuten de acuerdo a lo establecido por el proyecto.

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

En este apartado se incluye un monto integrado de la estimación realizada por el Promovente de cada una de las actividades a realizar para la ejecución de todas las obras y actividades que serán necesarias para la instalación, operación y desmantelamiento del proyecto, aunado a la estimación económica de la implementación de las medidas de mitigación descritas en este apartado, dando como resultado una inversión de MXN RESERVADO en la siguiente tabla se desglosa la inversión requerida por etapa del proyecto.

Consulta al Público

ETAPAS	INVERSIÓN USD	INVERSIÓN MXN[3]
Preparación	RESERVADO	RESERVADO
Construcción	RESERVADO	RESERVADO
Operación	RESERVADO	RESERVADO
Costo de las actividades de mitigación (construcción y primer año de operación)	RESERVADO	RESERVADO
Total	RESERVADO	RESERVADO

Tabla 58. Monto total de inversión del proyecto.
Fuente: Promovente

Consulta al Público

[3] DOF, tipo de cambio y tasas al 15/10/2020 (1 Dólar= 21.2998 Pesos mexicanos).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VII

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .1

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1

VII.1.1. Sistema Físico-Ambiental 1

VII.1.2. Sistema socioeconómico 3

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 4

VII.1.1. Sistema Físico-Ambiental 4

VII.2.1. Sistema socioeconómico 5

VII.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto considerando las medidas de mitigación 6

VII.3.1. Sistema Físico-Ambiental 6

VII.3.2. Sistema socioeconómico 8

VII.2. Pronóstico ambiental. 9

VII.3. Evaluación de alternativas 11

VII.4. Conclusiones 12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental dentro del SAR. 11

Consulta al Público

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

VII.1.1. Sistema Físico-Ambiental

Después de haber evaluado los principales componentes del SAR que de una u otra manera tendrán relación con el desarrollo de la "Central Eólica Dzidzantún", se presentan en este apartado las tendencias de cambio a futuro de los mismos, tomando como base principal las condiciones actuales y los factores de cambio que influenciarán al medio, considerando en todo momento la vulnerabilidad de los componentes del SAR.

En términos de disponibilidad de agua se tiene que, dentro del SAR, esta condición está determinada por los distintos tipos de clima que predominan (Cálido subhúmedo, Semiseco muy cálido y Seco muy cálido), además de las características topográficas (Llanura rocosa de piso rocoso o cementada y Playa o barra inundable salina), geológicas (roca sedimentaria caliza –principalmente-) y edafológicas (Gleysol, Leptosol, Phaeozem y Solonchak) del sitio. Del mismo modo, la cobertura vegetal presente dentro del SAR juega un papel importante en los procesos de captación e infiltración de agua al subsuelo, cabe señalar que, particularmente el SAR y en general la península de Yucatán poseen características hidrológicas peculiares, que incluyen la presencia de cuerpos de agua que en su gran mayoría son subterráneos y, salvo en la parte costera, los cuerpos de agua superficiales son escasos. Sin embargo, por las propiedades físicas del suelo, que permiten que el agua se infiltre a gran velocidad, la vulnerabilidad del agua subterránea es más alta ante cualquier agente contaminante.

En términos de perturbación, se tiene que dentro del SAR se desarrollan actualmente actividades de tipo agrícola principalmente, las cuales se asocian al cultivo de hortalizas de temporal, actividad que de cierto modo ha provocado la disminución de la cobertura vegetal natural en la zona, ya sea por la necesidad de ampliar las zonas de cultivo o bien por la apertura de caminos o brechas para llegar a las parcelas de trabajo. A ello se aúna la ampliación de la mancha urbana y el crecimiento de las localidades, lo cual conlleva la ampliación de la infraestructura necesaria para abastecer las necesidades básicas de la población, siendo la más impactante la carencia de una red de drenaje, que propicia un riesgo para la red subterránea de agua presente en el SAR. Adicionalmente, la apertura de

Consulta al Público

vías de comunicación y la ampliación de tendidos eléctricos son dos de los principales agentes de degradación antropogénica dentro del SAR.

En cuanto a la vegetación, de acuerdo con el trabajo de campo realizado, dentro del área del SAR se registraron tres tipos de vegetación; selva baja espinosa caducifolia, selva mediana caducifolia y manglar, además de áreas de agricultura permanente y pastizales inducidos ocupados para la ganadería. Así mismo, para el área del proyecto se identificó vegetación de tipo selva baja espinosa caducifolia y selva mediana caducifolia. En este sentido, dentro del SAR, se identificaron un total de 83 especies pertenecientes a 36 familias, de las cuales seis se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dichas especies son: *Avicennia germinans; Conocarpus erectus; Laguncularia racemosa; Rhizophora mangle; Guaiacum sanctum y Pterocereus gaumeri*. En el área del proyecto se identificaron un total de 74 especies pertenecientes a 34 familias, donde al igual que para el SAR se encontraron especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son: *Mamillaria gaumeri, Guaiacum sanctum y Pterocereus gaumeri*.

Respecto a los valores de diversidad por tipo de vegetación y por estrato, en general dentro del SAR se presentan valores que van de bajos a moderados, a excepción del estrato arbustivo en la vegetación de selva mediana caducifolia y selva baja espinosa caducifolia que presentan una diversidad de moderada a alta (3.2075 y 3.0093 respectivamente). En lo concerniente a los valores de diversidad dentro del área del proyecto, los valores muestran que la diversidad va de baja a moderada. En este contexto, se encontraron elementos similares que componen la vegetación tanto en el SAR como en el área del proyecto, con una marcada influencia antropogénica sobre la distribución de las especies, ocasionada por actividades como la agricultura y la ganadería principalmente, consiguiendo el desplazamiento de las comunidades vegetales primarias hacia zonas de difícil acceso. Asimismo, se hace la observación de que la vegetación de Manglar, presente en el Sistema ambiental Regional, no se verá afectada por las obras derivadas de la implementación del proyecto.

En cuanto a la fauna, la mayoría de los taxones (anfibios, reptiles, aves, micromamíferos y mamíferos medianos y grandes), tienen una gran representación de riqueza específica en el área de estudio (ligeramente más alta en el SAR que en el Área de Proyecto). Sin embargo, con relación a los valores de diversidad por taxón, muestran en su mayoría una diversidad baja a media (con dominancias muy elevadas en algunos grupos), salvo en el caso de la Clase Aves, que tiene una muy alta diversidad, con un componente de

Consulta al Público

migratorias y transeúntes importante, que utilizan el SAR como zona de arribo (descanso y alimentación). Además, a pesar de que el área de estudio presenta un claro grado de impacto y fragmentación de su hábitat original (principalmente por la ganadería, la transformación agrícola y la creciente urbanización con sus infraestructuras asociadas, que son problemas de conservación evidentes para la fauna en el ámbito del SAR), aún es posible registrar un gran número de especies; entre ellas destacan las 49 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por ello, se considera que la tendencia ante un escenario sin proyecto sería de estabilidad o, en caso extremo, de empeoramiento ambiental ligero.

En lo tocante al paisaje, las características de perturbación indicadas previamente, han modificado el paisaje original hacia zonas de calidad y fragilidad media fundamentalmente, entre las que se imbrican pequeñas zonas de alta calidad y fragilidad paisajística y otras de mucha menor calidad y fragilidad (en zonas con mayor impacto humano y mucho más accesibles a la observación). Además, las características topográficas del ámbito geográfico estudiado, hacen que cualquier actuación impactante tenga reflejo perceptivo inmediato, ya que tiene una importante accesibilidad visual (terrenos fundamentalmente llanos), que se ve muy focalizada en su direccionalidad en el caso de las actuaciones impactantes en las cercanías de la carretera costera. En conclusión, a nivel paisajístico, se considera que la tendencia ante un escenario sin proyecto sería de estabilidad.

VII.1.2. Sistema socioeconómico

Para comentar las tendencias a futuro se han integrado los elementos del componente socioeconómico. La importancia de incluir este componente radica en que se encuentra interrelacionado con componentes del medio físico, de esta forma resulta más fácil explicar y extender las tendencias de desarrollo desde una perspectiva conjunta.

La situación existente, es decir, la que se prevé a futuro en un escenario sin proyecto plantearía un escenario tendencial, en el que los activos locales se ocupan mayoritariamente en actividades relacionadas con el sector primario, concretamente la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. En menor medida, ciertas personas que habitan en los municipios en cuestión se dedican a las actividades del sector secundario, especialmente en las industrias manufactureras. En cuanto a las actividades

Consulta al Público

del sector terciario, destacaría el comercio al por menor y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimento y bebidas[1].

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

VII.1.1.Sistema Físico-Ambiental

En este escenario, se hace referencia a la descripción de los efectos del establecimiento del proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación dentro del SAR. Es importante mencionar que cualquier proceso constructivo genera modificaciones al entorno, por tanto, las actividades de preparación del sitio y construcción serán los principales agentes de cambio en el SAR.

Teniendo en cuenta las distintas acciones que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y la construcción, y que como resultado de dichas acciones se tendrá una influencia directa sobre las propiedades físicas del suelo y su capacidad de captar e infiltrar el agua, con lo que se espera que la instalación del proyecto incremente la vulnerabilidad, no solo a nivel estructural, sino sobre la hidrología subterránea, dado que la ocurrencia de impactos asociados a la calidad del agua se considera significativa. Además, es necesario considerar que, derivado de los efectos del cambio climático, la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos de mayor intensidad es cada vez más común, lo que influirá también sobre los suelos degradados producto de actividades antrópicas y sobre la cantidad de agua disponible dentro del SAR.

En lo que respecta a la vegetación, la implementación del proyecto (sin la aplicación de medidas de mitigación) ocasionará afectaciones puntuales a la cobertura vegetal dentro del área del proyecto, por lo cual, no tendrá incidencia total sobre la superficie del polígono que contiene al mismo. Las principales afectaciones sobre este componente ambiental será la remoción de la vegetación identificada como selva baja espinosa caducifolia y selva mediana caducifolia, lo cual contribuye al aumento de la degradación y erosión del suelo, causa modificación y fragmentación de hábitat, disminución de la cobertura vegetal en el SAR y, además, altera los patrones en distribución de la fauna. Estás afectaciones se presentarán durante las diferentes etapas del proyecto, sin embargo, en mayor medida durante la etapa de preparación del sitio y construcción, cuando se ejecute el desmonte

[1] Estos datos fueron obtenidos de la Unidad de Microrregiones y Cédulas de Información Municipal (SCIM) de la Secretaría de Desarrollo Social (ahora Secretaría de Bienestar), que a su vez, utiliza los datos del Censo de Población y Vivienda de 2010 elaborado por el INEGI. En este caso se observaron las actividades económicas a las que se dedica la población en los municipios que se encuentran total o parcialmente en el área SAR del proyecto.

Consulta al Público

y el despalme de las áreas donde se ubicará la infraestructura (caminos, plataformas, subestación eléctrica, etc.). Tomando en cuenta lo anterior, se puede referir que, si bien el impacto a nivel regional sobre la vegetación no es significativo, si contribuirá con el deterioro del SAR de manera tendencial, lo cual favorecerá a futuro a la reducción y pérdida de ecosistemas.

En cuanto a la fauna, las acciones del proyecto (sin aplicación de medidas de mitigación) se produciría durante toda la vida útil del mismo, desde la fase de preparación del sitio hasta la fase de funcionamiento. Las modificaciones del entorno, tendrán un mayor efecto directo a nivel local que en el ámbito del SAR, aunque por la movilidad, ámbitos hogareños o características migratorias de las especies la influencia puede sobrepasar el citado efecto local. En este sentido es previsible en este escenario un empeoramiento de los valores de riqueza y diversidad de la fauna, así como en su abundancia, fundamentalmente en el ámbito más próximo al proyecto, así como un cambio en el uso del hábitat para muchas especies, que se verán privadas de los territorios en los que venían desarrollando sus actividades vitales (ya sea por rechazo etológico o por pérdida real de hábitat), desplazándose a zonas de sustitución en donde puedan desarrollarlas.

La consideración relativa al paisaje es que el impacto de la instalación del parque eólico, si bien se inicia con la preparación del sitio, alcanza su máxima expresión y se hace verdaderamente sustantiva con la instalación de los aerogeneradores (final de la fase de construcción). La impronta paisajística de estos elementos (los aerogeneradores) empeorarán la calidad paisajística a nivel general (en la que ya existe cierto grado de deterioro con otras infraestructuras eólicas) y también más localmente (cuando se produce la implantación sobre zonas de vegetación natural), convirtiéndose la central eólica en un elemento determinante del paisaje en este escenario.

VII.2.1. Sistema socioeconómico

En un escenario con proyecto sin la ejecución de medidas de mitigación para controlar los impactos negativos y darles eco a los impactos positivos, se espera que no haya grandes afectaciones respecto al comportamiento de la población y las localidades.

Los posibles impactos sociales que se tienen contemplados se encuentran vinculados con la llegada de población foránea para trabajar en el proyecto, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción. En este sentido, se destaca que este hecho podría llegar a alterar las dinámicas de convivencia social.

Consulta al Público

De igual forma, por la llegada de población foránea se plantea el posible escenario sobre el riesgo de que algunas personas pudieran cometer conductas discriminatorias dirigidas hacía la población.

Por otra parte, los impactos positivos más importantes con la llegada del proyecto se traducen en una mejora económica para las poblaciones locales, debido principalmente al incremento en el número de empleos y al pago por el alquiler de sus tierras. Es importante señalar que la población local no es dependiente económicamente de la instauración o no del proyecto, sino que estos nuevos empleos solamente serán una fuente de empleo más –en su mayoría de carácter temporal-, entre los empleos existentes en la región.

VII.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto considerando las medidas de mitigación

VII.3.1. Sistema Físico-Ambiental

En este escenario, se analiza la forma en que las medidas de mitigación planteadas reducirán los efectos negativos que la implementación del proyecto podría ocasionar sobre los distintos componentes que se espera resulten influenciados por el mismo. De este modo, se pone especial énfasis en los impactos residuales que el proyecto propiciará. En lo que respecta al componente agua, los impactos residuales asociados a su captación (escorrentía e infiltración), que a su vez están estrechamente ligados con los impactos que se ocasionarán sobre la estructura del suelo (compactación), serán mitigados mediante la revegetación del área de zanjas, una vez que los procesos constructivos del parque hayan finalizado. Cabe mencionar que dicha revegetación se realizará con especies de porte bajo, que en su momento permitirán el mantenimiento a las instalaciones contenidas dentro de las zanjas, con esto se espera mitigar el efecto negativo de manera paulatina. Así mismo, se propone la restauración de áreas degradadas al interior del SAR, con lo cual se verán favorecidas las características estructurales del suelo y por ende la infiltración de agua. Igualmente, la pérdida de agua por escurrimiento se reducirá gradualmente, recuperando la captación natural en el sitio y con ello la recarga del acuífero.

En relación con las medidas correspondientes para la vegetación, se espera que, con la aplicación de estrategias como el rescate de especies, su adecuación y resguardo en el área de confinamiento temporal, su reubicación y su monitoreo continuo, se compense la afectación que será producida por el desarrollo del proyecto. Además, se incluirá la revegetación de las áreas de zanjas, una vez que la construcción del proyecto haya

Consulta al Público

finalizado. Dicha revegetación se realizará con especies herbáceas y arbustivas nativas de la península, principalmente de porte bajo, ya que inician los procesos de recuperación de los suelos fijando nutrientes y evitando la erosión, sobre todo en aquellas áreas colindantes con la vegetación forestal. En cuanto a la restauración de áreas degradadas al interior del SAR, se procurará que la recuperación de estas se concentre en áreas borde, con la finalidad de proporcionar continuidad a las comunidades existentes favoreciendo procesos de sucesión dentro del mismo.

El componente fauna tiene un escenario claramente mejorado (frente a aquel que no considera la mitigación), debido a la aplicación de una amplia batería de medidas que corrigen o compensan las acciones del proyecto eólico. Entre las medidas de mitigación más importantes con las que se cuenta están; las restauraciones ambientales (incluyendo las plantaciones o reforestaciones de vegetación natural), que recuperarán parte de los hábitats impactados durante las obras, el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que pretende evitar la mortalidad de individuos durante la preparación y construcción, contribuyendo al mantenimiento de la diversidad mediante la reubicación de la fauna, el control y retirada de cadáveres y vertederos para evitar la mortalidad de las aves carroñeras, la instalación de disuasores de vuelo en la LT para evitar la mortalidad de aves por colisión con la misma, o el Programa de monitoreo de parvadas para evitar la mortalidad de aves que transitarán durante las migraciones por la central eólica. En cualquier caso, quedan impactos residuales para la fauna de forma general (en tanto que la instalación sigue ocupando un espacio físico que ocasionó pérdida de hábitat) y a que es difícil que las medidas de mitigación consigan un éxito absoluto en la eliminación de los impactos que se pretenden mitigar.

En cuanto a la consideración sobre el paisaje la aplicación de medidas de mitigación y compensación mejorarán las condiciones finales de impacto frente al escenario sin las mismas, recuperándose puntual o localmente algunas características de los elementos del paisaje (características biofísicas de los componentes del paisaje), con ello se conseguirá una mejora sobre la calidad visual y una disminución de la vulnerabilidad. Sin embargo, la impronta paisajística de los aerogeneradores permanecerá básicamente inalterada con respecto al escenario sin medidas de mitigación, ya que se ven afectadas las condiciones de visualización básicas desde todo el entorno del SAR, pues en los elementos de gran tamaño/altura es muy difícil generar ocultaciones, por lo que la central eólica seguirá siendo determinante del paisaje en el escenario con medidas de mitigación.

Consulta al Público

VII.3.2. Sistema socioeconómico

Los pronósticos socioeconómicos en un escenario que contempla la realización del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" considerando la aplicación de medidas de mitigación a los impactos, busca reducir el riesgo de los posibles impactos sociales negativos identificados, así como maximizar los beneficios económicos que se contemplan con el proyecto.

En este escenario se plantea la implementación de medidas tales como:

- Priorización en la selección de la población perteneciente a las localidades aledañas al proyecto para la contratación de mano de obra no cualificada.
- Realización de actividades como el establecimiento de códigos de conducta, talleres de sensibilización y difusión de información, para evitar actos discriminatorios o generación de conflictos locales.
- Identificación de las áreas de oportunidad, derivadas de la ejecución del proyecto, a través de las cuales se pueda generar una mayor derrama económica en la zona.

Con la implementación de estas medidas se podrán lograr dos objetivos. El primero es evitar posibles conflictos entre las poblaciones locales o que éstas mismas poblaciones sufran de actos discriminatorios. El segundo es el establecimiento de una mejora económica, tanto para los trabajadores locales, como para la población que se espera beneficiar de manera indirecta por el establecimiento del proyecto. Sin embargo, es importante realizar ciertas puntualizaciones sobre estos objetivos.

En primer lugar, vale la pena mencionar que se buscará beneficiar a la mayor cantidad de población local posible incluyendo hombres y mujeres. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existen ciertas limitaciones dado el número de personas que la obra requerirá y la temporalidad de las oportunidades laborales que se generarán.

En este sentido, es importante destacar que los periodos de preparación del sitio y construcción son los que mayor cantidad de mano de obra no calificada requieren, por ende, es en estas etapas en donde se podría establecer la gran parte de la contratación de población local. Igualmente, dentro de estos períodos aumenta la probabilidad de la generación de empleos indirectos.

En el caso de la etapa correspondiente a la operación del proyecto, los empleos que se ofrecen son más estables, pero más limitados. Adicionalmente, debe mencionarse que

Consulta al Público

para poder acceder a uno de éstos se requiere de conocimientos y habilidades institucionalizados y calificados.

En lo correspondiente a los conflictos derivados de la convivencia entre los lugareños y los trabajadores foráneos, con la aplicación de medidas previamente anunciadas -como los códigos de conducta, las pláticas de sensibilización y la difusión de materiales divulgativos-, así como el seguimiento a las mismas, se busca apoyar a la disminución del riesgo de que se presenten conductas no deseadas. Al mismo tiempo con estas medidas se persigue el objetivo de promover el respeto por otras formas de vida.

A manera de resumen, el escenario del proyecto con la aplicación de medidas de mitigación busca reducir el riesgo de los posibles impactos sociales identificados, así como el de maximizar los beneficios de los impactos económicos positivos, que son ocasionados por la construcción del proyecto "Central Eólica Dzidzantún". En otras palabras, dichas medidas tienen como objetivo apoyar con mejoras económicas de manera directa e indirecta a la población y establecer un ambiente de sana convivencia entre locales y foráneos.

Se espera que, con el cumplimiento de dichas medidas, el desarrollo del proyecto se lleve a cabo de la mejor manera posible y que, a nivel general del SAR, su consecución promueva una mejor concepción de los parques eólicos en la sociedad.

VII.2. Pronóstico ambiental.

Tomando como base el análisis realizado para los tres escenarios planteados dentro de este capítulo, es posible indicar las tendencias de cambio a futuro para el SAR, tomando como base las condiciones originales (actuales) en conjunto con los efectos residuales del proyecto y las medidas de mitigación descritas.

En general, el SAR se encuentra influenciado por el desarrollo de diversas actividades de tipo antropogénico, las cuales han modificado el entorno de tal manera que actualmente la vegetación natural ha sido desplazada notoriamente a espacios reducidos de acceso restringido. Esta restricción superficial se ha derivado principalmente del incremento de áreas de cultivo, pastizales, ganadería y expansión de la mancha urbana. Además, la presencia de la industria eólica es también un factor de cambio importante. Considerando estas características, se prevé en el SAR una tendencia al menoscabo de los elementos naturales que lo integran, tal como se ha venido produciendo hasta el presente,

Consulta al Público

asociándose principalmente a satisfacer las necesidades de la sociedad (entre ellas, la mejora en la disponibilidad del recurso eléctrico).

Por lo anterior, la inclusión del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" dentro del Sistema Ambiental Regional, tiende a contribuir con los procesos de inestabilidad a los que actualmente está sometido. Su efecto será más importante en los elementos que resultan más vulnerables tales como como el agua, la vegetación natural, la fauna silvestre y el paisaje. Sin embargo, es importante mencionar que el Promovente, realizará esfuerzos para minimizar los efectos de los impactos que el proyecto ocasionará, mediante el establecimiento de medidas de mitigación específicas cuyo objetivo es prevenir, mitigar o, en su caso, compensar los impactos generados, de las cuales se esperan resultados favorables que podrán diluir y en el peor de los casos (impactos residuales) atenuar dichos efectos en el SAR.

En el caso de los efectos que la implementación del proyecto tendrá sobre los componentes social y económico del SAR, se espera que sean de tipo local y que podrán ser asimilados de una manera positiva por la población. Además, el desarrollo de este tipo de proyectos no es un tema desconocido ajeno a este entorno, ya que la existencia de proyectos cercanos de características similares es de dominio público y han permeado en el conocimiento de la población.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias[2], el área donde se pretende instalar el proyecto tiene un potencial aprovechable de 75.01-100 (GW/ha/10 km^2), lo que indica el alto potencial del sitio para la instalación de proyectos nuevos con características similares al que nos ocupa. Es por ello que, como parte del análisis espacial del proyecto, se realizó una búsqueda en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, de los proyectos autorizados en materia de impacto ambiental dentro de los límites del Sistema Ambiental Regional delimitado para el presente estudio, resultando que en la parte Noreste del SAR se ubica infraestructura correspondiente al desarrollo del proyecto Parque Eólico Dzilam Bravo, mismo que a la fecha cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental, así como la Línea de Transmisión Eléctrica Dzilam-Temax la cual incide en la porción Sur del SAR, específicamente en la parte que incluye a la LAT del proyecto. En la siguiente imagen se muestra el resultado del análisis realizado.

[2] https://dgel.energia.gob.mx/AZEL/mapa.html?lang=es

Consulta al Público

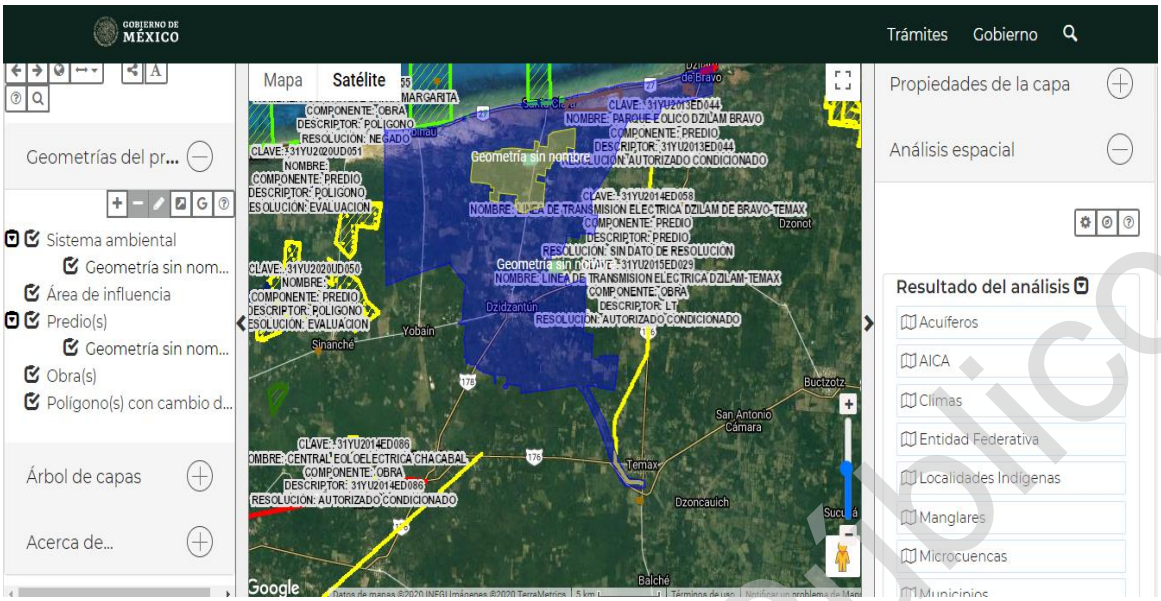


Figura 1. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental dentro del SAR.
Fuente: SIGEIA.

Lo anterior sugiere que, dentro del SAR y en sus alrededores, es muy probable que la instalación de proyectos que pretendan el aprovechamiento del recurso eólico sea una actividad recurrente y promovida, para cumplir con los objetivos de los Planes de Desarrollo estatales y federales correspondientes a la utilización de energías limpias y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, de acuerdo con la característica de compatibilidad de actividades y usos del suelo dada a la industria eoloeléctrica en las Unidades de Gestión Ambiental implicadas. Por ello, es previsible la acumulación de impactos residuales sobre los componentes ambientales, siendo más relevantes sobre aquellos elementos considerados vulnerables en el presente estudio.

VII.3. Evaluación de alternativas.

En el caso del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", la evaluación de alternativas tiene un enfoque diferente, ya que el desarrollo del proyecto depende de la disponibilidad del recurso eólico en el sitio para su aprovechamiento, además de aspectos asociados como la tenencia de la tierra y las características del terreno.

En este sentido, la instalación de los parques eólicos en un sitio determinado depende de estudios previos, principalmente de estudios que detallan la cantidad de recurso disponible en el sitio pretendido. Es por ello que, para el caso de la implementación de la "Central Eólica Dzidzantún" se realizaron estudios de recurso eólico a partir de los cuales fue definida la ubicación de las infraestructuras que componen el proyecto, principalmente la

Consulta al Público

ubicación de los aerogeneradores. Además, se realizó un análisis previo que determinara la viabilidad y compatibilidad ambiental del proyecto en la zona.

Con lo anterior el Promovente buscó aprovechar al máximo la disponibilidad del recurso eólico en la zona, tratando en todo momento de minimizar la afectación de áreas naturales que brinden servicios ambientales de calidad a la población y que en su interior alberguen condiciones únicas para la flora y la fauna presente.

Habiendo analizado los puntos anteriores, se tiene que la composición espacial del proyecto es una opción ambientalmente viable, donde es posible aprovechar el recurso eólico disponible para la generación de 130.2 MW de energía eléctrica, optimizando en todo momento el espacio disponible para la construcción de todas y cada una de las infraestructuras que conforman la "Central Eólica Dzidzantún".

VII.4. Conclusiones

De manera general, la implementación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún" permitirá:

1. El aprovechamiento del recurso eólico de manera sustentable para la producción de 130.2 MW de energía eléctrica limpia.
2. Mejorará la disponibilidad del recurso eléctrico para la población a nivel regional.
3. La reducción de emisión de gases de efecto invernadero para la producción de energía.
4. Cumplir con los objetivos de los Planes de Desarrollo estatales y federales correspondientes a la utilización de energías limpias y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
5. Contribuirá al cumplimiento de tratados internacionales referentes a la reducción de gases de efecto invernadero con tendencia a frenar el efecto del cambio climático.
6. Contribuirá a la mejora de las condiciones socioeconómicas de las localidades más cercanas al área del proyecto durante la ejecución del mismo.

Una vez integradas y analizadas las condiciones del medio donde será implementado el proyecto "Central Eólica Dzidzantún", y considerando todos los posibles impactos que potencialmente ocurrirán a nivel local y regional, así como las medidas de mitigación consideradas para minimizar sus efectos, se puede concluir lo siguiente:

1. El Sistema Ambiental Regional se caracteriza por presentar una marcada influencia antropogénica, en el cual se desarrollan actividades del sector primario que han

Consulta al Público

afectado la disponibilidad y calidad de los recursos naturales, modificando el entorno de una manera considerable. Aunado a ello, la construcción de caminos y carreteras, así como la continua expansión de la mancha urbana, y la instalación de al menos un proyecto más de aprovechamiento eólico, incrementan la perturbación del SAR, con lo cual se puede concluir que previo a la instalación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", el SAR es un área previamente impactada por distintas actividades antropogénicas que tienden a seguir deteriorando el ecosistema.

2. El área del proyecto se caracteriza por presentar una combinación de elementos naturales que de acuerdo con su composición forman parte de vegetación tipo selva baja espinosa caducifolia y selva mediana caducifolia, además de áreas dedicadas a la agricultura y al pastoreo, por lo cual se considera un espacio impactado por actividades antropogénicas, sin embargo, también se considera un sitio con altas probabilidad de regenerarse y con ello recuperar paulatinamente hábitats importantes para la flora y la fauna que ahí se distribuye.
3. La implementación del proyecto dentro del SAR será un elemento que coadyuve a la inestabilidad de los componentes ambientales que, por el propio desarrollo de actividades pasadas, han resultado vulnerables al cambio, tales como el agua, la vegetación natural, la fauna silvestre y el paisaje, mismos que por la ejecución del proyecto tenderán a la citada inestabilidad Cabe aclarar que, las acciones de mitigación propuestas para tal fin reducirán considerablemente los efectos sobre los componentes ambientales mencionados.
4. La tendencia del pronóstico ambiental del SAR a futuro mantiene la inestabilidad de los componentes ambientales mencionados, aun cuando no se instale el proyecto "Central Eólica Dzidzantún", ya que la situación actual muestra esa condición.

Teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se considera AMBIENTALMENTE VIABLE, en el entendido que la viabilidad está estrechamente ligada al cumplimiento estricto de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como a la supervisión y vigilancia que asegure su implementación y eficiencia en materia ambiental.

Consulta al Público

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VIII

Octubre de 2020

Proyecto Central Eólica Dzidzantún (Yucatán)

Consulta al Público

Promovente:

GESAN MÉXICO 1 SAPI DE C.V.

Equipo Técnico:

SER Consultores

ÍNDICE

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

VIII.1. Presentación de la información 1

VIII.2. Cartografía 1

VIII.3. Fotografías 2

VIII.4. Videos 2

VIII.5. Memorias 2

VIII.6. Bibliografía 3

Consulta al Público

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Presentación de la información

De acuerdo al Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, para la evaluación del proyecto "Central Eólica Dzidzantún", se ingresará la versión impresa de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, así como la copia exacta de este documento en versión digital grabado en una memoria magnética, donde se incluyen imágenes e información complementaria con la finalidad de proporcionar a la autoridad todos los elementos necesarios para la evaluación en materia de impacto ambiental del proyecto.

Se incluye también un Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (impreso y memoria magnética) así como una copia digital del estudio para ser utilizada como consulta pública.

VIII.2. Cartografía

La cartografía es presentada en el Anexo de Cartografía del presente documento, e incluye los diferentes mapas elaborados en la región del estudio según los diferentes factores ambientales presentes.

Se incluye también archivos en formato kmz y shp de los componentes que integran el proyecto y el archivo excel de coordenadas del área de proyecto (como anexos del capítulo I).

Consulta al Público

VIII.3. Fotografías

Las evidencias fotográficas, se presentan insertadas en cada Capítulo que integra el presente estudio. Además, se presentan Catálogos Fotográficos de flora y fauna correspondientes al capítulo IV.

VIII.4. Videos

No se incluyen videos.

VIII.5. Memorias

En el presente documento se presenta la bibliografía consultada a manera de apoyo para la elaboración del análisis; del paisaje, flora, fauna, y para la identificación de los impactos.

Las metodologías utilizadas para analizar cada componente se incluyen en el texto del capítulo correspondiente.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO I

Anexo I.1 Polígono y elementos del proyecto.

Anexo I.2 Coordenadas del proyecto.

Anexo I.3 Acta constitutiva GESAN MÉXICO 1 S.A.P.I. de C.V.

Anexo I.4 Poder legal del representante.

Anexo I.5 Identificación Oficial del Representante legal.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO IV

Anexo IV.1 Estudio de mecánica de suelos (Informe y apéndices).

Anexo IV.2 Flora (Base de datos y Catálogo).

Anexo IV.3 Estudio anual de fauna (Informe, bases de datos y fotografías).

Anexo IV.4 Fauna (Bases de datos, Listados potenciales y Catálogo).

Consulta al Público

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO V

Anexo V.1 Matriz de Impactos.

ESTUDIOS ESPECÍFICOS

Estudio anual de fauna.

Estudio de mecánica de suelos.

Evaluación rutas migratorias.

Levantamiento topográfico.

Paisaje.

Ruido.

VIII.6. Bibliografía

- Aguiló, M. 1981. *Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje*. Tesis Doctoral. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Universidad Politécnica de Madrid (U.P.M.), Madrid.
- Aguiló, M. *et al.* 1992. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. *Serie Monografías*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- Alonso, S. G., Aguiló, M. & Ramos, Á. 1995. *Directrices y técnicas para la estimación de impactos. Implicaciones ecológicas y paisajísticas de las implantaciones industriales. Criterios para el establecimiento de una normativa*. Trabajos de las Cátedra de Planificación E.T.S.I.M, U.P.M., Madrid.
- Aramburu, P. 1993. Evaluación y corrección del impacto visual. *Ecosistemas* 6: 42-45.
- Aramburu, P. 2005. Metodologías para los estudios analíticos de paisaje. En J.F. Ballester-Olmos (Ed.) *Proyectos de regeneración del paisaje*. Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología, Valencia.

Consulta al Público

- Aranda, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Conabio. México.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Berry, J. K. 2001. Beyond Mapping: Identify and use visual exposure to create viewshed maps. *Geoworld,* junio 2001.
- Campbell, J. (1998). *Amphibian and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán and Belize*. University of Oklahoma Press Norman, Oklahoma. 380 pp.
- Ceballos, G. & Miranda, A. (2000). *Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. - Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Ceballos, G. & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.
- Colwell, R. K. & Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences*, 345: 101-118.
- Colwell, R.K. (2013). *EstimateS, Version 9.1.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide)*. Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/. Consultado el 09/03/19.
- Escribano, M. *et al.* 1987. *El paisaje*. M.O.P.U., Madrid.
- Fernández, A. & Cámara, I. 2006. *Estudio de afección paisajística del Prototipo de Aerogenerador de 3,6 Mw de G.E. Wind Energy en Barrax (Albacete)*. Informe inédito para G.E. Wind Energy.
- Fernández A. & Cámara, I., 2007. *Valoración Ambiental de las acumulaciones y sinergias de los Parques Eólicos de Casa del Aire I y II*. Informe inédito para Energías Alternativas de Castilla-La Mancha.
- Fernández, A. 2015. *Evaluación del paisaje del Parque Natural Fragas do Eume: calidad visual*. Informe inédito para la Fundación Matrix, Investigación y desarrollo sostenible.

Consulta al Público

- Fernández, A., Cámara, I., Redondo, A. & Ramírez, E. 2009. *Estudio del paisaje en el ámbito de influencia de la Ecociudad de Montecorvo (Logroño)*. Informe inédito para EIN, S.L.
- Fernández-Vitora, C. (2000). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, España.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Serie libros, no. 6. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México.
- González, F. 1981. *Ecología y paisaje*. Blume, Madrid.
- González-García, F. y Gómez-de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En Conservación de aves. Experiencias en México, H. Gómez-de Silva & A. Oliveras-de Ita (eds.). CIPAMEX, Conabio, NFWF, México, D. F. p. 150-194.
- Greenberg, R. (1990). *El Sur de México: cruce de caminos para los pájaros migratorios*. Smithsonian Bird Center. Washington, D.C. 32p.
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo Vela, G., Sanvicente López, M. & Moreira-Ramírez, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatán, México. *Therya*, 6: 559-574.
- Howell, S. N. G. & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Carta Fisiográfica, Escala 1: 1 000 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional escala 1:1 000 000 Serie I. Sistema de Topoformas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002). Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Rocas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002). Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Fallas fracturas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002). Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Minas otras ubicaciones geológicas.

Consulta al Público

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. México.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007*. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363.
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88: 2427-2439.
- Lee, J. (2000). *A field guide to the amphibians and reptiles of Maya world*. Cornell University Press, Ithaca NY. 402 pp.
- Lira-Torres, I. & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28: 566-585.
- Litton, R. B., Sorensen, J. & Beatty, R. A. 1974. *Water and Landscape: An Aesthetic Overview of the Role of Water in the Landscape*. Water Information Center. New York.
- Lovejoy, D. (Ed.) 1973. *Land use and landscape planning*. International Textbook Company. Leonard Hill. London.
- MacKinnon, H. B. (2017). *Sal a pajarear. Yucatán, guía de aves*. La vaca independiente editores. Ciudad de México. Segunda edición.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N. Y.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford.
- Mandujano, S. (2015). Análisis de viabilidad poblacional aplicada al manejo de fauna silvestre. En, S. Gallina (ed.). *Manual de técnicas del estudio de la fauna*, pp. 135-144. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.

Consulta al Público

- Medellín, R. A., Arita, H. T. & Sánchez, O. (2008). *Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo*. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM. México
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 93 pp.
- Ramos, A. (Dir.) 1979. *Planificación física y Ecología*. EMESA. Madrid.
- Ramos, A. 1980. *El estudio del paisaje*. Trabajos de la Cátedra de Planificación, E.T.S.I. de Montes. Madrid.
- Reid, F. (2009). *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México*. Oxford University Press, Nueva York.
- Ruiz, J. P. & Benayas, J. 1993. Investigación sobre la percepción del entorno: Sobre gustos hay mucho escrito. *Ecosistemas,* 6: 10-15.
- Sosa Escalante, J., Hernández Betancourt, S., Pech Canché, J., MacSwiney G. M., & Díaz Gamboa, R. (2014). Los mamíferos del estado de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva Época), 4(1): 40-59.
- Tellería, J. L. (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Editorial Raíces, Madrid.
- Tyson, E. L. (1959). A deer drive vs. track census. *Transnational North America Wildlife Conference*, 24: 457-464.
- Walther, B. A. & Morand, S. (1998). Comparative performance of species richness estimation methods. *Parasitology*, 116: 395- 405.
- Wilson, E. O. 1984. *Biophilia*. Harvard University Press, Harvard.
- Yeomans, W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. En R. C. Smardon, J. E. Palmer & J. P. Felleman (Eds.): *Foundations for Visual project analysis.* John Wiley and Sons, New York.
- Zube, E. H., D. G. Pitt & Anderson T. W. 1974. *Perception and measurement of scenic resource values in the Sohthern Connecticut River Valley.* Publication No. R-74-1. Institute for Man and Enviroment.; Univ. of Mass., Amherst, Mass.

Consulta al Público