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

CAPÍTULO I

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

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2

I.1.1 Nombre Del Proyecto 2

I.1.2 UBICACIÓN Del Proyecto 2

I.1.3 Duración Del Proyecto 6

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 7

I.2.1 Nombre O Razón Social 7

I.2.2 Registro Federal De Contribuyente (R.F.C.) 7

I.2.3 Nombre Del Representante Legal 8

I.2.4 Dirección Del Promovente O De Su Representante Legal Para Recibir U Oír Notificaciones 8

I.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 8

I.3.1 Nombre O Razón Social 8

I.3.2 Registro Federal De Contribuyente (R.F.C.) 8

I.3.3 Dirección Y Datos De Contacto 8

I.3.4 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL 8

I.3.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 8

Índice de Tablas

TABLA 1. COORDENADAS DE POLIGONAL DEL PREDIO DEL PROYECTO ESPUELA SOLAR 3

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del Predio de proyecto Espuela Solar 5

Figura 2. Emplazamiento de elementos de Proyecto Espuela Solar 6

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

En este apartado se establecerá de manera puntual y esquemática, la ubicación del proyecto y como se relaciona con el espacio geográfico donde se inserta, asimismo, se establece con documentación legal, la personalidad jurídica con la cual el Promovente se ostenta ante a la Secretaría, y legitima la intención formal de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, así mismo se establece de forma clara y suficiente la dirección y forma de notificaciones y comunicados oficiales que se requieran, de igual forma para que la autoridad reconozca la personalidad de quienes representan los intereses del promovente, lo anterior de conformidad con lo establecido en el Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, aplicada de manera supletoria a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, elaborada con el propósito de someter a evaluación el proyecto denominado " Espuela Solar", su dictaminación y así obtener la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en la materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del proyecto es: "Espuela Solar", en lo sucesivo se identificará como "El proyecto", por lo que al citar "Espuela Solar" o "El proyecto", nos estaremos refiriendo a la misma obra.

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto es la superficie que corresponde al emplazamiento de la infraestructura contará con un área de paneles solares, caminos de acceso, una subestación elevadora de potencia y un sistema de almacenamiento mediante baterías BESS, que en su conjunto ocuparán una superficie de **171.4610** ha, en el predio se identificaron zonas donde se conforman cuerpos de agua de tipo intermitente, y en algún caso convergen escorrentías, por lo que dichas zonas de consideran como de Exclusión (cuerpos de agua) por 19.9153 ha y sin Afectación del resto del predio (fuera de vallado de protección).

[redacted]

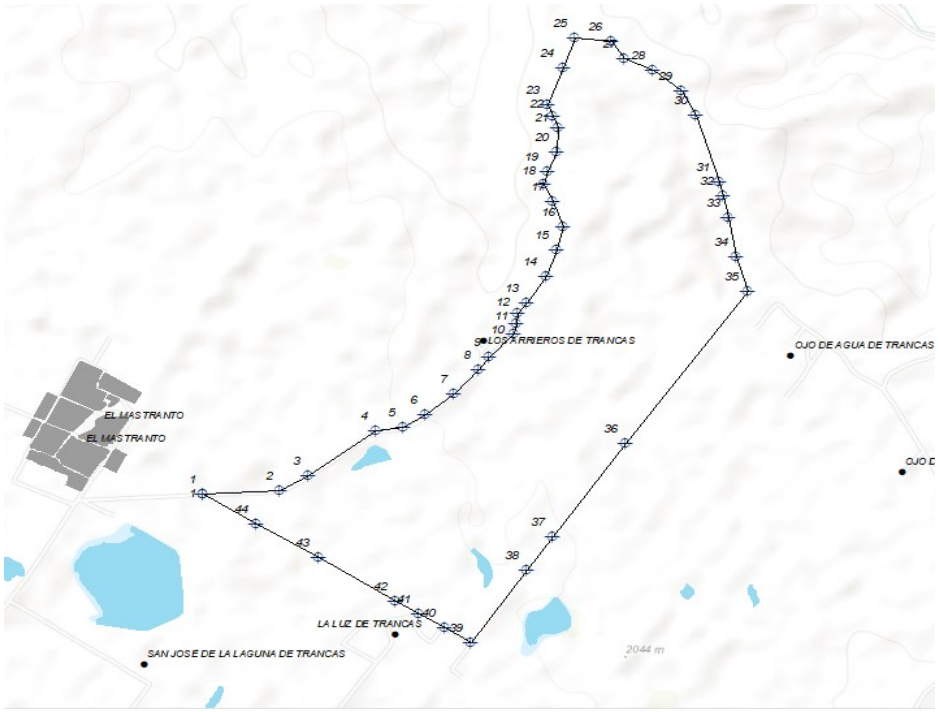
La ubicación pretendida del proyecto será en el Estado de Guanajuato, en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional (C.I.N.), en una propiedad privada, al noreste del Centro de población de la cabecera municipal de Dolores Hidalgo C.I.N., El acceso general al sitio del proyecto se ubica en el km 99 de la carretera 51 Dolores Hidalgo– Ojuelos de Jalisco en las inmediaciones de la Localidad El Mastranto donde se prevé instalar los componentes del proyecto.

Para llegar al sitio de proyecto este se realiza por la carretera número 51 Dolores Hidalgo - Ojuelos de Jalisco a la altura del km 99, en las inmediaciones del Rancho número 18, internándose por una vía terciario (brecha) para llegar a la altura de la Localidad El Mastranto.

Tabla 1. Coordenadas de poligonal del predio de la PV Espuela Solar

Vértice	Longitud W	Latitud N	UTM 14 N Eje X	UTM 14 N Eje Y
1	- 101.0130	21.2479	291,108.2032	2,350,909.4339
2	- 101.0100	21.2480	291,422.1761	2,350,926.0703
3	- 101.0089	21.2487	291,535.1154	2,350,996.1326
4	- 101.0063	21.2506	291,810.8388	2,351,200.4232
5	- 101.0052	21.2507	291,920.6608	2,351,214.3224
6	- 101.0043	21.2512	292,011.0197	2,351,273.5377
7	- 101.0032	21.2521	292,131.6521	2,351,371.2564
8	- 101.0023	21.2532	292,228.6556	2,351,483.4191
9	- 101.0019	21.2537	292,272.0075	2,351,540.1302
10	- 101.0009	21.2547	292,370.3539	2,351,646.5049
11	- 101.0008	21.2551	292,385.1848	2,351,691.8490
12	- 101.0008	21.2555	292,388.6841	2,351,742.4563
13	- 101.0004	21.2559	292,427.8057	2,351,787.0288
14	- 100.9997	21.2571	292,503.5863	2,351,909.9351
15	- 100.9992	21.2582	292,549.6071	2,352,031.0396
16	- 100.9990	21.2591	292,575.5247	2,352,137.2601
17	- 100.9994	21.2601	292,532.6510	2,352,251.1765
18	- 100.9998	21.2609	292,497.1388	2,352,333.0223
19	- 100.9997	21.2614	292,508.0963	2,352,391.5669
20	- 100.9993	21.2622	292,547.4479	2,352,479.6706
21	- 100.9993	21.2632	292,551.7567	2,352,592.9496
22	- 100.9995	21.2637	292,529.0768	2,352,645.3239
23	- 100.9997	21.2642	292,512.4630	2,352,695.8219
24	- 100.9991	21.2657	292,573.2683	2,352,866.2933
25	- 100.9987	21.2670	292,622.3797	2,353,007.5885
26	- 100.9973	21.2668	292,767.9046	2,352,989.9572
[redacted]			292,824.8329	2,352,911.9986

Vértice	Longitud W	Latitud N	UTM 14 N Eje X	UTM 14 N Eje Y
28	- 100.9956	21.2657	292,939.2407	2,352,858.8674
29	- 100.9945	21.2648	293,054.4960	2,352,759.7196
30	- 100.9939	21.2638	293,114.1823	2,352,651.2213
31	- 100.9930	21.2611	293,206.3876	2,352,344.0290
32	- 100.9928	21.2605	293,222.5783	2,352,280.3281
33	- 100.9925	21.2596	293,247.2146	2,352,178.8761
34	- 100.9922	21.2579	293,279.9558	2,351,998.8530
35	- 100.9918	21.2565	293,323.4033	2,351,841.3741
36	- 100.9964	21.2501	292,828.5101	2,351,140.5059
37	- 100.9992	21.2463	292,534.1145	2,350,715.5203
38	- 101.0002	21.2449	292,427.4048	2,350,562.5974
39	- 101.0024	21.2418	292,200.4028	2,350,228.3297
40	- 101.0034	21.2424	292,091.1973	2,350,295.2882
41	- 101.0045	21.2430	291,987.2657	2,350,360.2316
42	- 101.0054	21.2435	291,893.7196	2,350,418.6855
43	- 101.0084	21.2453	291,576.8794	2,350,619.0888
44	- 101.0109	21.2467	291,325.0370	2,350,774.0123



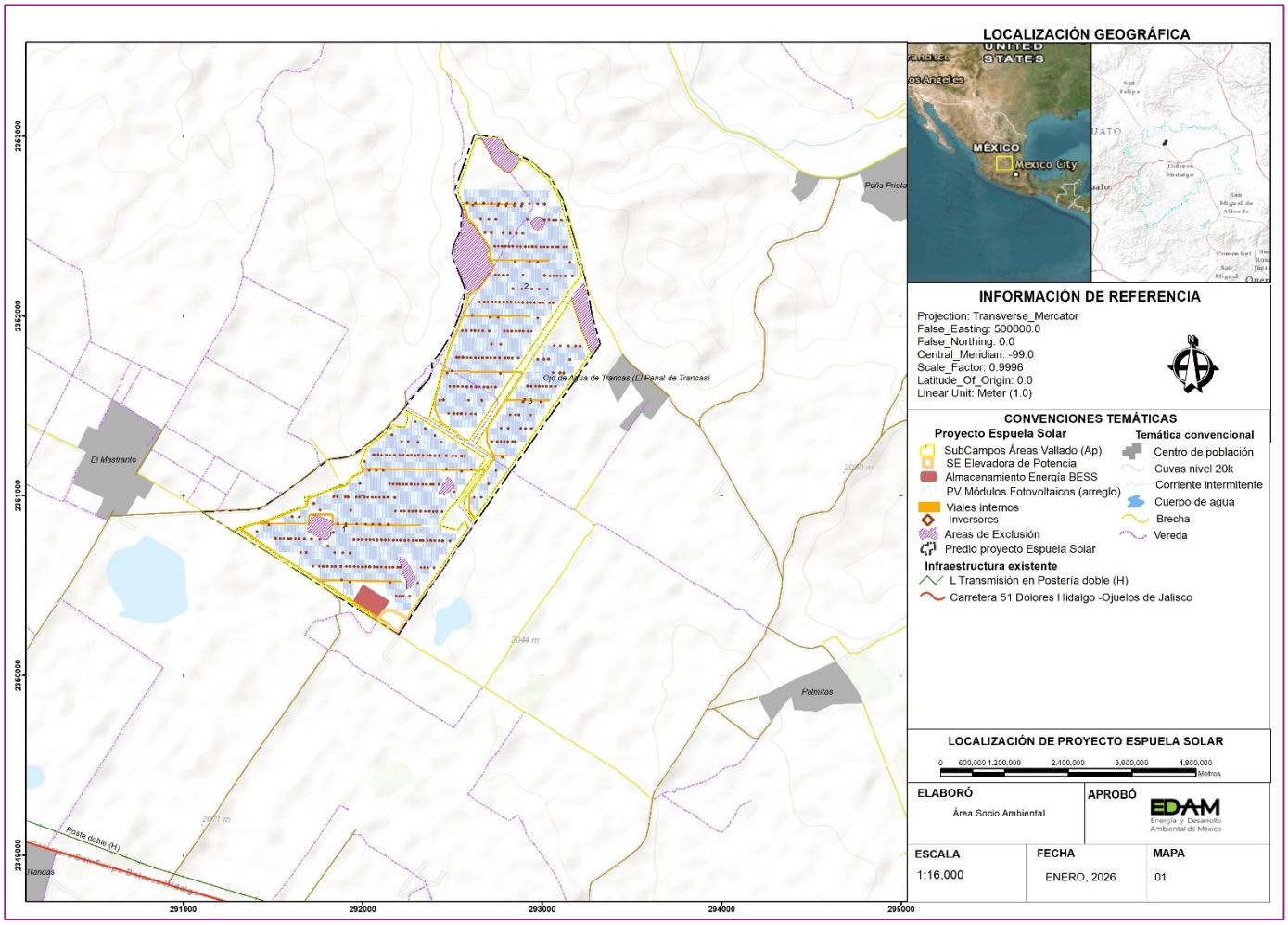


Figura 1. Ubicación geográfica del Predio de proyecto Espuela Solar

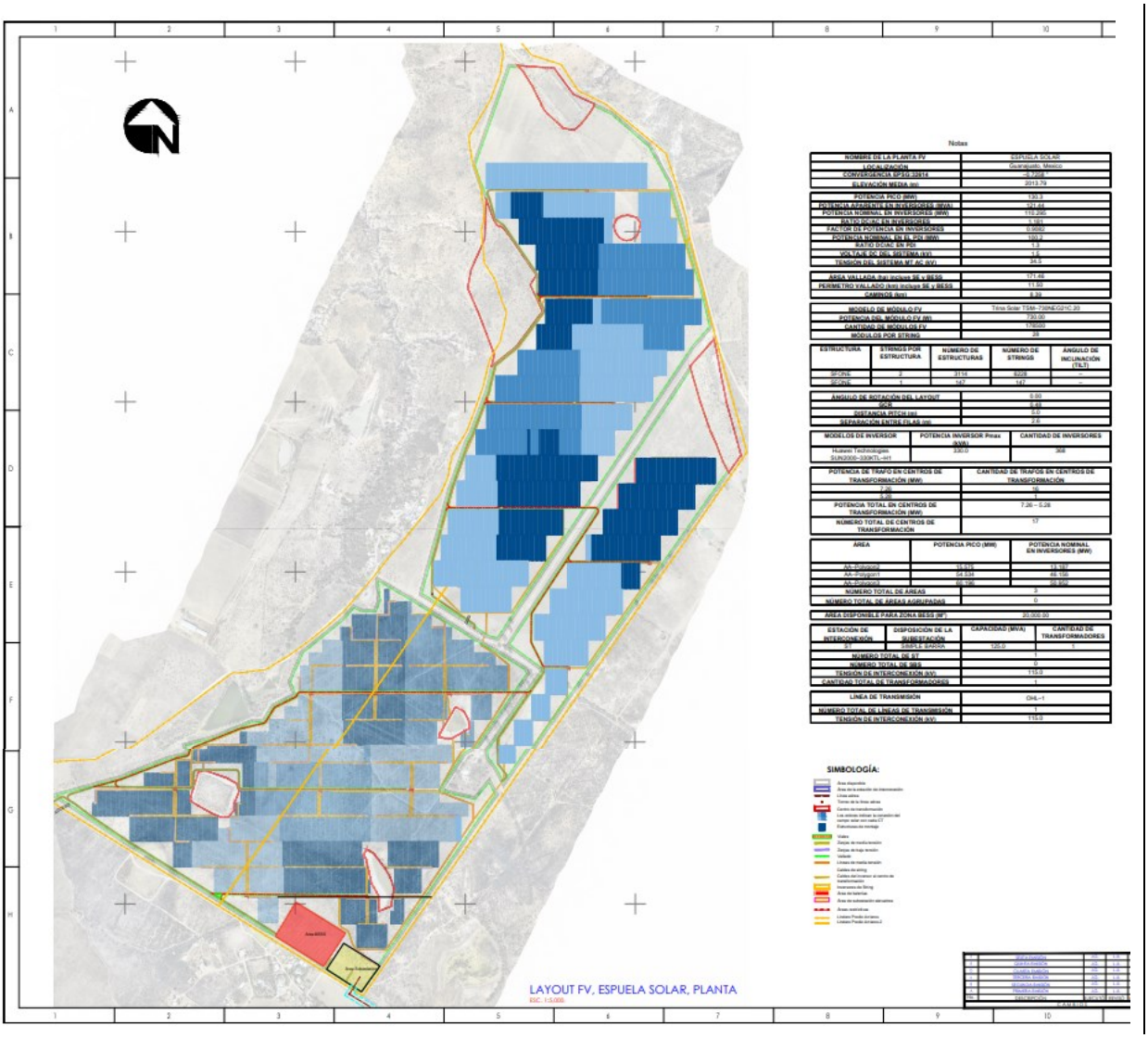


Figura 2. Emplazamiento de elementos Proyecto Espuela Solar

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto se define como el periodo de 25 años contados a partir del otorgamiento del permiso de generación. No obstante, deberá precisarse que dicho otorgamiento no habilita por sí mismo el inicio de la construcción: una vez obtenido el permiso de generación, se inicia la fase de tramitación de las demás autorizaciones, licencias y permisos preceptivos de carácter municipal, ambiental, social y urbanístico, entre otros que resulten aplicables al proyecto. Esta fase requiere un plazo determinado para la obtención de la totalidad de los permisos correspondientes.

[redacted]

Una vez obtenidos todos los permisos preceptivos, podrá iniciarse la **preparación de sitio y su construcción** de la instalación, cuya duración se estima en **18 meses**. Concluida la etapa constructiva, dará comienzo la fase de operación y explotación del proyecto, que se desarrollará durante el periodo de vida útil establecido.

A la finalización de la vigencia del permiso de generación, y en caso de que la legislación aplicable en ese momento no contemple la posibilidad de repotenciar la instalación o de prorrogar dicho permiso, se procederá al desmantelamiento de la instalación, cuya duración se estima de entre 12 y 18 meses.

De este modo, el horizonte temporal del proyecto comprende una fase inicial de obtención de permisos posterior al otorgamiento del permiso de generación, una fase de construcción estimada en 18 meses, una fase de operación y explotación a lo largo de la vida útil de 25 años, y una fase final de desmantelamiento estimada entre 12 y 18 meses, conforme a la legislación aplicable en cada etapa.

Sin descartar el potencial de prolongar la operación adaptando nuevas tecnologías que existan durante su surgimiento llegado el lapso planteado en este estudio de MIA regional sin actividad altamente riesgosa.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Espuela New Energy, S.A. de C.V., acreditando su personalidad con el instrumento notarial N°11240 libro N°158, de fecha 6 de agosto de 2024, llevado a cabo en la, notaría pública N°8 ocho cuyo titular es el Lic. Juan Manuel Hinojosa Zamora, de la Ciudad de Tulancingo de Bravo, Estado de Hidalgo.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTE (R.F.C.)

[redacted]

I.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

Dora Luz Hernández Aboytes, personalidad que acredita de conformidad a las Leyes Mexicanas según se desprende del Instrumento N°11349 Libro 160 de fecha 4 de noviembre de 2024, pasada ante la Fe del Lic. Juan Manuel Hinojosa Zamora, titular de la Notaría N°8 ocho, de la Ciudad de Tulancingo de Bravo, Estado de Hidalgo.

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[redacted]

I.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Energía y Desarrollo Ambiental de México MVR, S.A. de C.V.

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTE (R.F.C.)

[redacted]

I.3.3 DIRECCIÓN Y DATOS DE CONTACTO

[redacted]

[redacted]

I.3.4 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

Nombre: Flavio Cházaro Ramírez

[redacted]

Cedula profesional: 1280412

[redacted]

I.3.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Nombre: *Luis Patricio Blas Abad*

[redacted]

Cedula profesional: *6512444*

[redacted]

Personal profesional participante de la presente MIA regional sin actividad altamente riesgosa.

[redacted]

CAPÍTULO II

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

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

Tabla de contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 3

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 3

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO 4

II.1.2 JUSTIFICACIÓN 5

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 7

II.2 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 13

II.2.1 INSTALACIÓN DE PROYECTO ESPUELA SOLAR 16

II.2.2 modulos fotovoltaicos 21

II.2.3 seguidores en un eje. 21

II.2.4 inversor de strings 22

II.2.5 ESTACIÓN o Centro de transformación 22

II. 2.6. Protecciones 24

II.2.7 zanjas electricas 25

II.2.8 subestación elevadora 28

II.2.9 vallado perimetral 29

II.2.10 caminos internos 30

II.2.11 Estación Meteorológica 32

II.2.12 sistema de almacenamiento mediante baterias 33

II.2.13 áreas de trabajos temporales/ acopio 34

II.3 PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN 35

II.3.1 requerimientos para la preparación de sitio y construcción 35

II.3.2 operación y mantenimiento 41

II.3.3 desmantelamiento y abandono de instalaciones 49

II.4 GENERACIÓN DE RESIDUOS 51

II.4.1 manejo general de los residuos 53

II.4.2 residuos sólidos no peligrosos 54

II.4.2 aguas residuales 54

II.4.4 residuos peligrosos 55

II.5 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 57

II.5.1 determinación de los GEI 58

[redacted]

II.5.2 generación de ruido 68

II.5.3 estimación de energía disipada por desarrollo de proyecto..... 68

INDICE DE TABLAS

1. TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUPERFICIES DEL ÁREA DE PROYECTO Y SUS COMPONENTES. 8
2. TABLA 2. COORDENADAS DE CUADRO CONSTRUCCIÓN DEL PREDIO DE LA ESPUELA SOLAR 10
3. TABLA 3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 13
4. TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE DEL ÁREA DE PROYECTO (AP) 14
5. TABLA 5. ZONAS DE FAENAS DEL PROYECTO ESPUELA SOLAR 34
6. TABLA 6. NÚMERO DE EMPLEOS TIPO 39
7. TABLA 7. CANTIDAD DE MAQUINARIA A EMPLEAR Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE 40
8. TABLA 8. ESTIMADO DEL CONSUMO DE AGUA 40
9. TABLA 9. PROTOCOLO DEL MANTENIMIENTO DE RUTINA 44
10. TABLA 10. PROTOCOLO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO 46
11. TABLA 11. NÚMERO DE PERSONAL EMPLEADO EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 47
12. TABLA 12. CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 48
13. TABLA 13. ESTIMADO DEL CONSUMO DE AGUA 48
14. TABLA 14. PERSONAL EMPLEADO EN LA ETAPA DE CIERRE, ABANDONO Y DESMANTELAMIENTO. 50
15. TABLA 16. CONSUMO ESTIMADO DE AGUA 51
16. TABLA 17. RESIDUOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. 51
17. TABLA 18. VOLÚMENES DE CONSUMO ANUAL DE VEHÍCULOS Y MAQUINARÍA 60
18. TABLA 17. VALORACIÓN POTENCIAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 62
19. TABLA 18. ESTIMADO DE LAS TONELADAS EQUIVALENTES EMITIDAS. 67
20. TABLA 19. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CYGEI 67

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

En este apartado de la información, se describirá el alcance de las obras y actividades que el proyecto Espuela Solar abordará en cuanto a su naturaleza de proyecto se pretender establecer.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El Proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, instalación, operación y mantenimiento, así como también el cierre y abandono de un Parque Solar Fotovoltaico (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías electroquímicas (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad; contemplando también su abandono y desmantelamiento una vez llegada a la vida útil; el proyecto transformará la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares, instalados sobre estructuras fijas en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores.

El objetivo del presente apartado es el de realizar la descripción del Proyecto Espuela Solar, en lo sucesivo denominado "El proyecto", el cual contará con un área de paneles solares, caminos de acceso, una subestación elevadora de potencia y un sistema de almacenamiento mediante baterías BESS, que en su conjunto ocuparán una superficie de **171.4610** ha (ver tabla 1), en el predio se identificaron zonas donde se conforman cuerpos de agua de tipo intermitente, y en algún caso convergen escorrentías, por lo que dichas zonas de consideran como de Zonas de Exclusión para el proyecto, así mismo derivado a que el "arrendamiento" del predio, se ubican algunas áreas sin intervenir (sin afectación) por cualquier obra y actividad del proyecto.

La ubicación pretendida del proyecto será en el Estado de Guanajuato, en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional (C.I.N.), en una propiedad privada, al noreste del Centro de población de la cabecera municipal de Dolores Hidalgo C.I.N., El acceso general al sitio del proyecto se ubica en el km 99 de la carretera 51 Dolores Hidalgo–Ojuelos de Jalisco en las inmediaciones de la Localidad El Mastranto y La luz de Trancas donde se prevé realiza la instalación y emplazamiento de los componentes del proyecto en una superficie de 171.4610 ha.

La empresa Espuela New Energy, S.A. de C.V. es la promovente del proyecto; la conceptualización y diseño de la Espuela Solar convertirá la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, a través de una serie de módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras (seguidores a un eje horizontal). Este seguidor consiste en una serie de vigas de torsión orientadas en dirección norte sur sobre las que se encuentran

montados los módulos solares fotovoltaicos en filas. El eje de rotación de los módulos es horizontal, paralelo al suelo.

Posteriormente, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se transforma en corriente alterna a través de inversores trifásicos. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores se ubicará en conductos anclados a la propia estructura, directamente enterrados a través de zanjas que se ubicarán por toda la planta solar fotovoltaica hasta la Subestación elevadora de potencia, en la cual toda la energía eléctrica en MT llega a equipos denominados "Celdas de Media Tensión", las cuales "captan" la totalidad de la energía eléctrica para dirigirla al Transformador de Potencia que elevará por última vez el voltaje hasta 115kV, para que así se pueda suministrar al Sistema Interconectado Nacional de la CFE.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto denominado Espuela Solar consiste preparación del sitio, construcción, instalación, operación y mantenimiento, así como el cotejo de cierre y abandono de un parque fotovoltaico con una potencia instalada en potencia nominal de 110.295 MWac y una potencia pico de 130.30 MWdc. El Proyecto no forma parte de un Plan o de un Programa de Desarrollo, sin embargo, es acorde a lo dispuesto en ellos, principalmente en lo correspondiente a las estrategias definidas para el Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030; en las que se indica "Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental" así como "Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente", mientras que en la Actualización del Plan de Ordenamiento del Municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., señala de manera específica que "el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, tenderá a mejorar el nivel y la calidad de vida de la población urbana y rural", por lo que el Proyecto, al consistir en la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables (solar), promoverá el desarrollo económico en el municipio.

Considerando la naturaleza del Proyecto, éste corresponde a una actividad económica secundaria, que de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se inscribe en las siguientes categorías (INEGI, 2023)

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

Subsector 221. Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía [redacted] por ductos al consumidor final.

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

Subrama 22111. Generación de energía eléctrica.

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

Subrama 22112. Transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

Por la naturaleza del proyecto, la superficie de contacto con el suelo será de mínima incidencia directa, propiciando de esta manera el crecimiento de vegetación herbácea y regeneración del suelo en las superficies debajo de los paneles. La construcción de la Planta solar fotovoltaica estará conformada por infraestructuras ligeras, que no requieren cimentaciones a profundidades mayores de 1.0 m para la instalación de paneles, en un 87% de la superficie; el peso de los paneles en total se distribuirá en la totalidad de la superficie de área de Proyecto lo que no representa una carga significativa.

En lo que respecta a las instalaciones de la Subestación elevadora de potencia SET y del Sistema de Almacenamiento de Energía, se establecerán los componentes de transformación cuya instalación será de afectación permanente por el tipo de cimentaciones que alojarán la a paramenta en su diseño en instalación para operación.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

El Programa Especial de Cambio Climático es la mitigación de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero, México se comprometió a reducir un 30% con respecto a la línea base en 2020, así como un 50% al 2050 en relación con las emisiones del año 2000, mediante objetivos indicativos y metas aspiraciones contenidas en la Ley General de Cambio Climático, esta Ley demanda priorizar las acciones de mitigación con mayor potencial de reducción al menor costo que conlleven beneficios ambientales, económicos y sociales para mejorar la calidad de vida de los mexicanos.

Este programa contiene líneas de acción encaminadas a reducir la generación de gases de efecto invernadero (GEI) en los siguientes sectores emisores: transporte, petróleo y gas, industria, agropecuario, residuos, generación eléctrica, forestal y residencial; así como líneas de acción que buscan reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta.

La energía eléctrica que se produce mediante fuentes renovables como lo son: la radiación solar, el viento, movimiento del agua en cauces naturales o artificiales, calor de la tierra, mares y océanos, entre otras, ambientalmente se considera como energía limpia, ya que las emi [redacted] san los umbrales establecidos en las

disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expiden, y por lo tanto, el Proyecto al consistir en la generación de energía eléctrica a través de energía solar, contribuirá a satisfacer las demandas de energía en el País.

Promoviendo la reducción de emisiones o residuos en la industria eléctrica en comparación con fuentes convencionales, como las que utilizan recursos de origen fósil (carbón, petróleo y gas natural), las cuales afectan de diversas maneras al medio ambiente, entre ellas, la más relevante es la emisión de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SFC), que aceleran el fenómeno denominado "efecto invernadero", lo que provoca el aumento de la temperatura planetaria y en el nivel del mar, así como, deshielos, huracanes, tornados, sequías, heladas o granizadas (SEMARNAT, 2015).

México es considerado uno de los cinco países más atractivos del mundo para desarrollo de proyectos de energía solar, y se ubica dentro del denominado "cinturón solar"; sin embargo, ocupa el lugar 27º con una contribución de tan solo el 0.71 %. Lo anterior, de acuerdo con el estudio Iniciativa Solar: México, potencia solar, elaborado por la Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (ASOLMEX) en coordinación con PricewaterhouseCoopers (PwC México, 2018)[1]. Por su parte la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico presentada en noviembre de 2025 señalada desde la Presidencia de la República indica que, el 46% de la generación total nacional estará a cargo de la inversión privada a través de la generación de energía renovable de entre 6,400 MW y 9,550 MW para el año 2030, con una inversión entre seis y nueve mil millones de dólares americanos.

Consideraciones ambientales y sociales

Estos aspectos de partida para la selección de alternativa del proyecto, en los cuales consecutivamente en los apartados subsecuentes del estudio de la evaluación de la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional sin actividad altamente riesgosa; se evidenciará el cumplimiento de cada consideración.

- Compatibilidad con uso actual de suelo: Al ubicar el parque solar fotovoltaico en zonas de baja densidad poblacional y uso agrícola temporal y con pastoreo extensivo en la zona, se minimizan los conflictos con comunidades y se preserva el valor de tierras cultivables.
- Menor impacto ambiental: Evitar afectación en áreas forestales, zonas protegidas e hidrográficas garantizando una menor perturbación a la biodiversidad.

[1] AS [redacted] potencia solar. Asociación Mexicana de Energía Sola

- Gestión sostenible del suelo: Se deberán adoptar buenas prácticas como manejo de escorrentía, revegetación y control de procesos erosivos en el área de proyecto.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El contexto municipal de Dolores Hidalgo C.I.N.; se localiza en el norte del Estado de Guanajuato limita al Norte con los Municipios de San Felipe, San Diego de la Unión y San Luís de la Paz, al este con San Luis de la Paz y Allende; al sur con los municipios de San Miguel de Allende y Salamanca, así como de Guanajuato; y finalmente al oeste con los municipios de Guanajuato y San Felipe. Está situado entre los meridianos 101° 12´ y 100 º 38' oeste del meridiano de Greenwich y entre los 20° 21´ y 20º 52' de latitud Norte. Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 2290 m.

El Proyecto estará situado en predio rústico de posesión privada en las inmediaciones de la localidad el Mastranto, su acceso se realiza por la vía número 51 Carretera Dolores Hidalgo - Ojuelos de Jalisco (km 99), esto sobre una brecha secundaria (camino a cargo de la administración estatal) a la altura del Rancho número 18, en Dolores Hidalgo C.I.N., Estado de Guanajuato, México.

En el predio de desarrollo del proyecto, se ocupará una superficie de 171.4610 ha, para el emplazamiento del sembrado de paneles solares y estará dividido en tres poligonales internas (Subcampos de generación); el Polígono de vallado 1 tienen una extensión de 24.7415 ha; El polígono de vallado 2 tiene una extensión de 69.4651 ha y el Polígono de vallado 3 se extiende en 77.2543 ha, que en su conjunto integran el área de la Planta Solar Fotovoltaica en las 171.4610 ha de superficie.

De manera complementaria se considera una Subestación de elevación de potencia (SE Elevadora) que se desplantará en una superficie de 1.1500 ha por su parte la superficie de ocupación de las instalaciones internas del proyecto se delimitará por una valla perimetral, así como del establecimiento de los módulos fotovoltaicos, seguidores (*trackers*), los centros de transformación.

Los caminos internos estarán constituidos en una superficie total de 3.3411 ha y de un área para un Sistema de Almacenamiento de energía base de Baterías de 2.0000 ha.

Cabe señalar que exceptuando los espacios que no serán intervenidos por actividades y obras del proyecto, como resultan en áreas de exclusión (respetando cuerpos de agua intermitentes y áreas de recuperación con vegetación de tipo arvense) considerada como ´inducida´ que en su conjunto con las zonas de afectación cubren 40.5390 ha.

Tabla 1. Distribución de las superficies del área de Proyecto y sus componentes.

Componente	*SCT-V1*	*SCT-V2*	*SCT-V3*	Superficie (ha)
Sistema de Almacenamiento Energía (BESS)	2.0000	0.0000	0.0000	*2.0000*
Subestación Elevadora de Potencia (SET)	1.1500	0.0000	0.0000	*1.1500*
Arreglo Módulos FV	60.2382	61.0958	21.2912	*142.6252*
Cetros de Transformación	0.0118	0.0103	0.0030	*0.0251*
Inversores	0.0170	0.0154	0.0044	*0.0368*
Viales internos y perimetral	1.6024	1.1591	0.5795	*3.3410*
Almacenes, Acopio y áreas temporales.	9.6069	0.0000	0.0000	*9.6069*
Reserva	0.0000	6.7434	2.8635	*9.6069*
Áreas de Exclusiones	2.6280	0.4411	0.0000	*3.0691*
TOTAL	*77.2543*	*69.4651*	*24.7416*	**171.4610**

A continuación, se presenta una figura del arreglo fotovoltaico y la distribución de sus componentes que conformarán el proyecto Espuela Solar, este apegado al diseño y de la configuración que tomará en su emplazamiento dentro del área de proyecto.

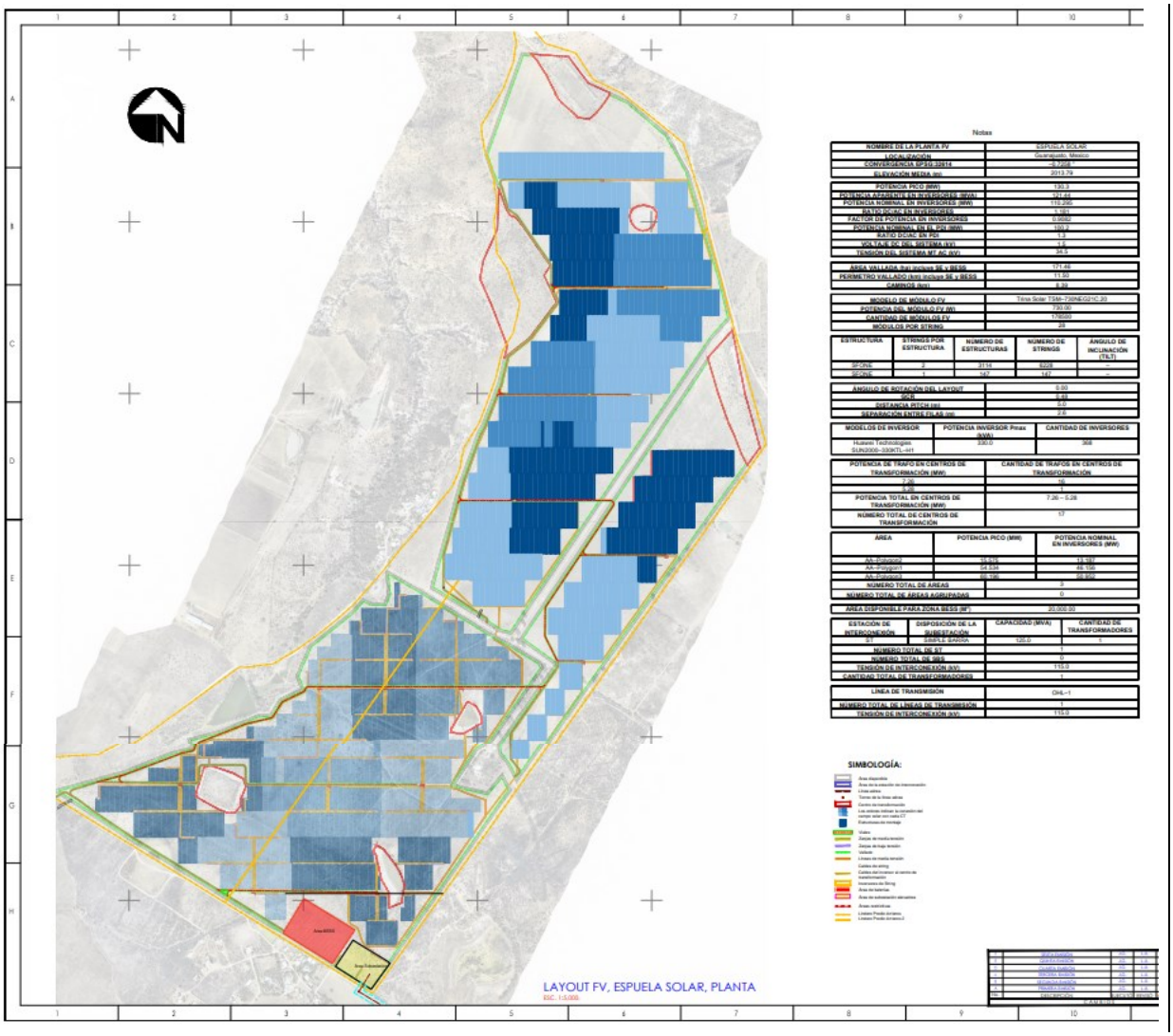


Figura 1. Arreglo FV y distribución de elementos que integran el Parque Solar Fotovoltaico.

Cabe resaltar que, en el desarrollo del Proyecto no se removerá ningún tipo de vegetación natural, así tampoco de la remoción de vegetación catalogada como "forestal" conforme a la definición del reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable artículo 2, fracción "*XXV Vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados*", debido a que el predio de proyecto se encuentran en terrenos de uso agrícola Agricultura de Temporal Anual, en descanso (o reposo), se trata de terrenos desprovistos de vegetación natural; durante la visita de campo (febrero 2026), en el interior del predio se apreciaron cuerpos de agua intermitente los cuales solo acumulan agua durante la temporada de lluvias, en la parte sur se construyeron "Jagueyes" estanques o bordos artificiales con relictos de arbustos, aprovechados para actividad pecuaria (ganadería

extensiva), Destacando que estás áreas y zonas de cuerpos de agua no serán alterados por las obras o actividades del proyecto.



Figura 2. Condición del uso de suelo en área de proyecto

Históricamente, de acuerdo con los testimonios de los posesionarios del predio y de vecinos, este terreno fue utilizado para la producción de granos forrajeros y pastura principalmente. En la imagen se aprecian bordos de riego por gravedad, al interior existe un aprovechamiento subterráneo que dotaba el riego por gravedad **por lo cual en el área de proyecto no se aprecia vegetación con carácter forestal.**

La instalación del proyecto se realizará en la zona más propicia, es decir, dicha ubicación del sitio reúne las condiciones oportunas como zona predominantemente Llana y libre de obstáculos que generen sombra, previendo cualquier afección ambiental. Las superficies y porcentajes con respecto con la totalidad del proyecto de las obras que lo componen, así como las coordenadas UTM, se muestran a continuación.

Tabla 2. Coordenadas de cuadro construcción del Predio de la Espuela Solar

Vértice	Longitud W	Latitud N	UTM 14 N Eje X	UTM 14 N Eje Y
1	- 101.0130	21.2479	291,108.2032	2,350,909.4339
2	- 101.0100	21.2480	291,422.1761	2,350,926.0703
3	- 101.0089	21.2487	291,535.1154	2,350,996.1326
4	- 101.0063	21.2506	291,810.8388	2,351,200.4232
5	- 101.0052	21.2507	291,920.6608	2,351,214.3224
6	- 101.0043	21.2512	292,011.0197	2,351,273.5377
7	- 101.0032	21.2521	292,131.6521	2,351,371.2564
8	- 101.0023	21.2532	292,228.6556	2,351,483.4191
9	- 101.0019	21.2537	292,272.0075	2,351,540.1302
10	- 101.0009	21.2547	292,370.3539	2,351,646.5049
11	- 101.0008	21.2551	292,385.1848	2,351,691.8490

[redacted]

Vértice	Longitud W	Latitud N	UTM 14 N Eje X	UTM 14 N Eje Y
12	- 101.0008	21.2555	292,388.6841	2,351,742.4563
13	- 101.0004	21.2559	292,427.8057	2,351,787.0288
14	- 100.9997	21.2571	292,503.5863	2,351,909.9351
15	- 100.9992	21.2582	292,549.6071	2,352,031.0396
16	- 100.9990	21.2591	292,575.5247	2,352,137.2601
17	- 100.9994	21.2601	292,532.6510	2,352,251.1765
18	- 100.9998	21.2609	292,497.1388	2,352,333.0223
19	- 100.9997	21.2614	292,508.0963	2,352,391.5669
20	- 100.9993	21.2622	292,547.4479	2,352,479.6706
21	- 100.9993	21.2632	292,551.7567	2,352,592.9496
22	- 100.9995	21.2637	292,529.0768	2,352,645.3239
23	- 100.9997	21.2642	292,512.4630	2,352,695.8219
24	- 100.9991	21.2657	292,573.2683	2,352,866.2933
25	- 100.9987	21.2670	292,622.3797	2,353,007.5885
26	- 100.9973	21.2668	292,767.9046	2,352,989.9572
27	- 100.9967	21.2661	292,824.8329	2,352,911.9986
28	- 100.9956	21.2657	292,939.2407	2,352,858.8674
29	- 100.9945	21.2648	293,054.4960	2,352,759.7196
30	- 100.9939	21.2638	293,114.1823	2,352,651.2213
31	- 100.9930	21.2611	293,206.3876	2,352,344.0290
32	- 100.9928	21.2605	293,222.5783	2,352,280.3281
33	- 100.9925	21.2596	293,247.2146	2,352,178.8761
34	- 100.9922	21.2579	293,279.9558	2,351,998.8530
35	- 100.9918	21.2565	293,323.4033	2,351,841.3741
36	- 100.9964	21.2501	292,828.5101	2,351,140.5059
37	- 100.9992	21.2463	292,534.1145	2,350,715.5203
38	- 101.0002	21.2449	292,427.4048	2,350,562.5974
39	- 101.0024	21.2418	292,200.4028	2,350,228.3297
40	- 101.0034	21.2424	292,091.1973	2,350,295.2882
41	- 101.0045	21.2430	291,987.2657	2,350,360.2316
42	- 101.0054	21.2435	291,893.7196	2,350,418.6855
43	- 101.0084	21.2453	291,576.8794	2,350,619.0888
44	- 101.0109	21.2467	291,325.0370	2,350,774.0123

En relación a la Subestación Elevadora de potencia, se tiene previsto que su salida, de la evacuación de la energía a generar por la Fotovoltaica, será a partir de la coordenada UTM zona 14N, en Eje X 292190.5522 m; Eje Y 2350285.3734 m.

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

Para el desarrollo del proyecto Espuela Solar, se contempla una Inversión prevista total de $ 2,286.14 **(Dos mil doscientos ochenta y seis millones ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.)**, la cual contempla todos los costos necesarios para alcanzar la operación comercial, incluyendo la construcción de la planta fotovoltaica, el sistema de almacenamiento de energía (SAEE), las infraestructuras eléctricas asociadas, los costos de desarrollo, las medidas ambientales y sociales, las servidumbres requeridas y los costos financieros asociados al período de construcción.

La estimación se ha elaborado a partir de precios de mercado observados durante 2025 y 2026 para proyectos de características similares en México y constituye una valoración razonable de los recursos económicos necesarios para la ejecución integral del proyecto.

El monto que se destinará para la implementación de las medidas de protección ambiental, acorde a los impactos identificados por el desarrollo del proyectos y acorde al análisis de su alcance, objetivo y de garantizar cubrir su objeto, alcance y de ejecución y su seguimiento se determinó en el orden de los $ 11.4301 (**Once millones cuatrocientos treinta mil cien pesos 00/100 M.N**).

En este sentido, el presupuesto presentado tiene un carácter indicativo y no vinculante, y su objetivo es proporcionar un orden de magnitud del CAPEX requerido para el desarrollo de una Planta solar fotovoltaica con Subestación eléctrica, línea de interconexión y un sistema de almacenamiento de energía en baterías, considerando los componentes y alcances descritos en los apartados anteriores.

Este presupuesto será refinado progresivamente conforme avance el desarrollo del Proyecto, se defina con mayor detalle la ingeniería, se obtengan estudios de sitio, dictámenes regulatorios y se definan modelos contractuales (EPC, contratos separados, etc.).

II.2 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Proyecto cuenta con una superficie total de 212.5400 ha del predio donde se desarrollará el proyecto y estará conformado principalmente por un parque fotovoltaico con una superficie de 171.4610 ha en la cual se producirá energía eléctrica con una potencia instalada de 130.294 MWac, y con potencia nominal de 110.400 MWac; la cual permitirá llevar la energía producida en el parque fotovoltaico, una Subestación Elevadora SET (1.1500 ha), y Sistema Almacenamiento BESS (2.0000 ha), para Caminos internos y de acceso (3.3412 ha) **sumados en una superficie de ocupación de 171.4610 ha**, de donde se prevé la salida de evacuación de energía al interior de la SET, hasta la SE de Maniobras para realizar su Punto de Interconexión en el circuito Dolores 91320 San Felipe, operado por la Comisión Federal de Electricidad, en donde finalmente se integrará la energía al Sistema Eléctrico Nacional. Cabe destacar que en el presente estudio se abocará a la Planta Solar Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías electroquímicas (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad; contemplando también su abandono y desmantelamiento.

Tabla 3. Características particulares del proyecto

Atributo	Espuela Solar
Potencia pico de planta	**130,30 kW DC**
Potencia Nominal de planta	**110,295 kW AC**
Número de Paneles Solares	**178,500**
Potencia por módulo (Trina Solar TSM–730NEG21C.2)	**730 Wp**
Número de Inversores (Huawei Technologies SUN2000–330KTL–H1)	**368**
Potencia por Inversor	**330 kVA**
Módulos por String	**28**
Centros de Transformación	**17** (1 de 5,28 y 16 de 7,26 MW)
Vallado de Subcampos de Transformación Polígono subcampo 1; 77.2543 ha Polígono subcampo **2**; 69.4651 ha Polígono subcampo 3; 24.7415 ha	**171.4610 ha**
Área de Exclusiones	**12.9153 ha**
Sin afectación resto del predio	**28.1637 ha**

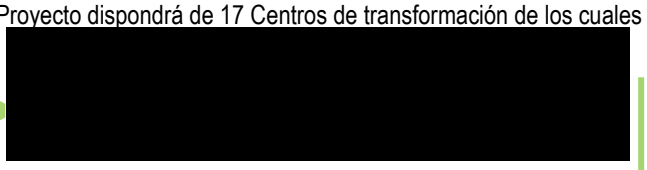
[redacted]

Tabla 4. Distribución de superficie del área de proyecto (Ap)

Componentes PV	Superficie de Proyecto (ha)	Superficie Permanente (ha)	Superficie Temporal (ha)
Polígono de vallado (**1**)	**77.2543**	67.6474	*9.6069*
Arreglo módulos fotovoltaicos*	60.2382	60.2382	0.0000
Áreas de Exclusión	2.6280	2.6280	0.0000
Obras temporales	8.4527	0.0000	8.4527
Zona de acopio	1.1542	0.0000	1.1542
Viales internos y perimetral	1.6024	1.6024	0.0000
Centros de transformación (CT)**	0.0118	0.0118	0.0000
Inversores	0.0170	0.0170	0.0000
Sistema Almacenamiento de Energía SAE/BESS	2.0000	2.0000	0.0000
Subestación Elevadora SET	1.1500	1.1500	0.0000
Componentes	**Superficie (ha)**	**Superficie Permanente (ha)**	**Superficie Temporal (ha)**
Polígono de vallado (**2**)	**69.4651**	62.7217	*6.7434*
Arreglo módulos fotovoltaicos*	61.0958	61.0958	0.0000
Área reserva	6.7434	0.0000	6.7434
Áreas de Exclusión	0.4411	0.4411	0.0000
Obras temporales	0.0000	0.0000	0.0000
Viales internos	1.1591	1.1591	0.0000
Centros de transformación (CT)	0.0103	0.0103	0.0000
Inversores	0.0154	0.0154	0.0000
Componentes	**Superficie (ha)**	**Superficie Permanente (ha)**	**Superficie Temporal (ha)**
Polígono de vallado (**3**)	**24.7415**	21.8781	*2.8635*
Arreglo módulos fotovoltaicos*	21.2909	21.2911	0.0000
Área reserva	2.8635	0.0000	2.8635
Obras temporales	0.0000	0.0000	0.0000
Viales internos	0.5797	0.5797	0.0000
Centros de transformación (CT)	0.0030	0.0030	0.0000
Inversores	0.0044	0.0044	0.0000
TOTAL	**171.4610**	152.2472	*19.2138*

*La mayor parte de la superficie será ocupada por los módulos fotovoltaicos. Dejando espacios de separación para pasillos y corredores, con la finalidad de permitir el paso de personal para mantenimiento, patrullaje y supervisión.

**El Proyecto dispondrá de 17 Centros de transformación de los cuales 16 serán de 7.26 MW y 1 de 5.28 MW



Cabe destacar que, las exclusiones del resto de la superficie del predio de proyecto corresponden a 9.8462 ha, y para las zonas libres de afectación, es decir que no se ocuparán en ningún aspecto para el propio emplazamiento del proyecto.

1. La potencia total que se extraerá del proyecto Espuela Solar será de una potencia nominal de 110,295 MW, para generar esta potencia se instalarán 368 inversores de la marca Huawei SUN2000-330 KTL-H1 300kWac ® para exterior o similar, estos inversores estarán integrados en contenedores metálicos con transformadores y celdas de media tensión.

2. Seguidor Solar (tracker) la estructura de soporte corresponde a un seguidor solar horizontal autoalimentado, con configuración 1V, equipado con motor independiente y un único eje de rotación a un eje (seguimiento acimutal), lo cual permitirá optimizar la captación de radiación solar. Se montarán en 3261 estructuras metálicas galvanizadas, donde se instalarán 6,375 strings y en cada string se integrará de 28 paneles solares de 730 W de la Trina Solar TSM–730NEG21C.20.

3. Inversor fotovoltaico. El Sistema DC/AC consta del sistema que convierte la energía en corriente directa generada por los paneles, en energía por corriente alterna para su transmisión hasta la subestación elevadora de potencia. A la salida del inversor la energía se derivará al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida en el sistema interno.

4. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia del equipo supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía, y una vez que ésta es suficiente, el inversor iniciará con la inyección a la red. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

5. Sistema de monitoreo (**Sistema SCADA**). La central fotovoltaica, contará con un sistema de monitoreo desde el cual se podrán visualizar las condiciones operativas de los equipos enlazados a este, principalmente inversores, trackers, subestación y la estación meteorológica. El sistema de monitoreo medirá y registrará como mínimo las siguientes variables o señales:

    - Producción instantánea en inversores
    - Voltajes de entrada y de salida en inversores
    - Estado de los inversores
    - Datos de medida de las estaciones meteorológicas
    - Datos de medida y condiciones de los trackers.

6. Sistemas de conexiones eléctricas. Según la naturaleza de la corriente, la instalación foto[redacted]os: tramo de corriente continua (hasta el

inversor) y tramo de corriente alterna (tras realizar el conveniente acondicionamiento de potencia en el inversor). Sistemas de corriente continua (CC): El tramo de corriente continua de la instalación estará localizado en el interior del campo solar, y corresponde con el cableado entre módulos que termina formando strings y cableado desde las cajas de string hasta los inversores. En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

7. Suministro a **servicios auxiliares**. Por el tipo de equipos y diseño de la central fotovoltaica, se tendrán los siguientes tipos de alimentación para los consumos auxiliares:

    • Alimentación eléctrica de consumos auxiliares para inversores.
    • Alimentación eléctrica de consumos auxiliares para centros de transformación.
    • Alimentación eléctrica de consumos auxiliares para el edificio de control.

    El suministro de auxiliares a los centros de transformación, inversores y los elementos que lo necesiten en el interior del campo fotovoltaico se realizará desde la propia generación de la planta solar fotovoltaica.

8. Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red de distribución eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema. El diseño de la Planta solar fotovoltaica cumplirá los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas vigente y la normativa internacional aplicable.

II.2.1 INSTALACIÓN DE PROYECTO ESPUELA SOLAR

En esta sección de la información se incluye un cronograma a través de un diagrama de Gantt, donde se encuentra calendarizado las diversas etapas del proyecto. La duración estimada de la preparación del sitio y construcción de la Espuela Solar será de 18 meses.

La vida útil del proyecto se define como el periodo de 25 años contados a partir del otorgamiento del permiso de generación. No obstante, deberá precisarse que dicho otorgamiento no habilita por sí mismo el inicio de la construcción: una vez obtenido el permiso de generación, se inicia la fase de tramitación de las demás autorizaciones, licencias y permisos preceptivos de carácter municipal, ambiental, social y urbanístico, entre otros que resulten aplicables al proyecto. Esta fase requiere un plazo determinado para la obtención de la totalidad de los permisos correspondientes.

Una vez obtenidos todos los permisos preceptivos, podrá iniciarse la **preparación de sitio y su construcción** de la instalación, cuya duración se estima en **18 meses**. Concluida la etapa constructiva, dará comienzo la fase de operación y explotación del proyecto, que se desarrollará durante el periodo de vida útil establecido.

A la finalización de la vigencia del permiso de generación, y en caso de que la legislación aplicable en ese momento no contemple la posibilidad de repotenciar la instalación o de prorrogar dicho permiso, se procederá al desmantelamiento de la instalación, cuya duración se estima de entre 12 y 18 meses.

De este modo, el horizonte temporal del proyecto comprende una fase inicial de obtención de permisos posterior al otorgamiento del permiso de generación, una fase de construcción estimada en 18 meses, una fase de operación y explotación a lo largo de la vida útil de 25 años, y una fase final de desmantelamiento estimada entre 12 y 18 meses, conforme a la legislación aplicable en cada etapa.

En el terreno donde se pretende desarrollar el Proyecto, se establecerán en tres polígonos con los subcampos de generación donde se alojarán, instalarán y configurarán los componentes en apego al diseño eléctrico de la Planta fotovoltaica, para la operación y mantenimiento de la Espuela Solar, y consisten en los siguientes equipos:

- Módulos fotovoltaicos (arreglo)
- Inversores, que convierten la Corriente Directa (CD) de la Planta solar a Corriente Alterna (AC).
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para elevar el nivel de tensión de salida AC del inversor.
- Sistema de Almacenamiento de energía o SAE (*Battery Energy Storage System*, BESS).
- Contenedor de Baterías, donde se encuentran las celdas de Li-ion que almacenan la energía eléctrica, proveniente del sistema de conversión de energía del sistema de almacenamiento de energía (BESS).
- Transformador de potencia, es el equipo encargado de elevar la tensión del sistema colector, de 34.5 kV a 115 kV en la Subestación Eléctrica (SE) Elevadora la cual permitirá adecuar el nivel de tensión para conectar la central fotovoltaica a la red de transmisión a un nivel de tensión de 115 kV. Dicha subestación estará equipada con un transformador 115/34.5 kV de 125 MVA.

Programa general de proyecto

Etapa	Actividades/ meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparación del sitio	**Ingenierías (preliminar y aprobación diseño)**																		
	Contratación de equipos y personal																		
	Limpieza																		
	Rasante y terraplen																		
	Trazo y nivelación																		
	Excavaciones y compactación																		
	Cortes y rellenos																		
	Documentación PRL y Calidad																		
Construcción	**Obra Civil**																		
	Preparación de accesos																		
	Acondicionamiento caminos internos y externo																		
	Cerramiento perimetral																		
	Zanjeado y canalización de cableado																		
	Canalizaciones MT																		
	Canalizaciones BT																		
	Recepción e hincado de pilares																		
	Montaje estructuras soporte (seguidores)																		
	Estaciones de transformación e inversores																		
	Tendido de líneas MT																		
	Recepción ET,s e inversores																		
	Montaje ET,s e inversores																		
	Obra Electromecánica																		
	Recepción y montaje de estructuras																		
	Módulos FV/Cableado string																		
	Recepción de paneles																		
	Control de calidad de paneles																		
	Montaje y conexión de paneles																		

Cableado CC																				
SE Elevadora																				
Cimentacion de estructuras mayores y menores																				
Trincheras y ductos																				
Montaje de estructuras																				
Sistema de tierras, servicios propios y sistema contra incendio																				
Seguridad																				
Cableado de seguridad y control																				
Instalación equipos de seguridad																				
Control y monitorización																				
Cableado de control																				
Instalación de equipos																				
Prueba equipos																				
Pruebas y puesta en marcha																				
Comprobaciones previas																				
Tramitación Distribuidora																				

El proyecto Espuela solar estará diseñado para una etapa de operación y mantenimiento durante 25 años, en este lapso las actividades se centran mantenimiento preventivo, correctivo y de rutina en su operación. La vida útil del proyecto se define como el periodo de 25 años contados a partir del otorgamiento del permiso de generación. No obstante, deberá precisarse que dicho otorgamiento no habilita por sí mismo el inicio de la construcción: una vez obtenido el permiso de generación, se inicia la fase de tramitación de las demás autorizaciones, licencias y permisos preceptivos de carácter municipal, ambiental, social y urbanístico, entre otros a considerar que resulten aplicables al proyecto.

Esta fase requiere un plazo determinado para la obtención de la totalidad de los permisos correspondientes.

Una vez obtenidos todos los permisos preceptivos, podrá iniciarse la construcción de la instalación, cuya duración se estima en 18 meses. Concluida la etapa constructiva, dará comienzo la fase de operación y explotación del proyecto, que se desarrollará durante el periodo de vida útil establecido.

Por su parte, el planteamiento tentativo para su Cierre, abandono y desmantelamiento de la Planta Solar fotovoltaica, se establecer entre 12 a 18 meses, toda vez que su operación y mantenimiento culmine.

Etapa/ Actividades/ meses	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Cierre, abandono y desmantelamiento.																		
Desmantelamiento de módulos: retiro de cableado subterráneo, desmontaje de subestación de elevación.																		
Desinstalación del transformador principal, de inversores, equipos de medición, equipo de control y comunicación.																		
Demolición de cimentaciones y edificaciones																		
Limpieza y retiro del material de demolición y retiro de residuos sólidos no peligrosos y de residuos peligrosos																		
Acciones de rehabilitación, restauración y/o compensación de las superficies intervenidas como des-compactación del terreno																		
Evaluación de cambios probables en el área como resultado del abandono.																		

II.2.2 MODULOS FOTOVOLTAICOS

Para el proyecto Espuela Solar se contempla la instalación de 178 500 módulos fotovoltaicos de 730 Wp (Trina Solar TSM–730NEG21C.20), Las dimensiones de los módulos son 2384 x 1303 x 33 mm, con una eficiencia máxima del 23.3% en condiciones estándar. La Planta solar fotovoltaica se instalará en filas de orientación perfecta norte a sur, permitiendo la existencia de pasillos transitables. Las filas de estructuras se instalan con una separación de 2.6 metros entre filas para minimizar las pérdidas por sombreado con un factor de ocupación del terreno razonable. Se consiguen de esta forma pasillos de unos cinco metros perfectamente transitables para labores de montaje y mantenimiento.

Los módulos fotovoltaicos (paneles solares) están compuestos por celdas fotovoltaicas hechas de materiales semiconductores (silicio), monocristalino bifacial de doble vidrio con tecnología TOPCon N-Type. Cuando estas celdas reciben la radiación solar, los fotones de la luz impactan sobre los electrones del material, generando un flujo de corriente continua (CC). Las células cristalinas que conforman los paneles solares están completamente protegidas contra el polvo, humedad y golpes, lo que asegurará su total estanqueidad (prueba de integridad y seguridad). En este sentido están ensamblados para soportar condiciones meteorológicas adversas, funcionando de manera eficiente sin interrupción durante toda su vida útil.

Los paneles fotovoltaicos estarán agrupados conforme a la distribución de bloques, donde se realizará el montaje de los módulos fotovoltaicos en estructuras metálicas galvanizadas, equipadas con seguidores adaptados a series o cadenas (strings), y cada cadena se integrará por 28 módulos fotovoltaicos de 730 W.

II.2.3 SEGUIDORES EN UN EJE.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructura móviles a un eje en perpendicular a la dirección Norte-Sur, dando la orientación e inclinación óptimas que maximicen la producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar presente en el lugar de emplazamiento de la Espuela Solar. Los seguidores de un eje están diseñados para maximizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y el plano del panel fotovoltaico.

II.2.4 INVERSOR DE STRINGS

Los módulos fotovoltaicos se conectarán en series (*strings*) y luego en paralelo para formar arreglos fotovoltaicos que permiten alcanzar los niveles de voltaje y corriente requeridos para la conversión y transporte de energía

Los inversores elegidos para este proyecto serán trifásicos para conexión a red, completamente automático, de la marca Huawei SUN2000-330 KTL-H1 300kWac ® para exterior, o similar el cual proporciona un rendimiento máximo del 98.5 %, El Proyecto dispondrá de 17 Estaciones de transformación de las cuales 16 serán de 7.26 MW y 1 de 5.28 MW.

Los Inversores tipo se suministran totalmente equipadas: dos inversores FV de alta eficiencia, cuadro de servicios auxiliares, celdas de media tensión y transformador BT/MT. Están disponibles con infraestructura de comunicación de alta velocidad Ethernet /fibra óptica para la conexión directa con los sistemas de control de planta, monitorización y SCADA.

Para los componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o sub-frecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc. Además de las protecciones para la seguridad del personal de plantilla.

II.2.5 ESTACIÓN O CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La electricidad generada por los módulos es de corriente continua (DC), pero la mayoría de las redes eléctricas y equipos usan corriente alterna (AC). Por ello, la energía pasa por inversores, que transforman la corriente continua en corriente alterna, con características de voltaje y frecuencia compatibles con la red.

Las Estaciones de transformación corresponden a dispositivos eléctricos que convierten corriente continua en corriente alterna a una determinada frecuencia mediante un puente IGBT, el cual produce pulsos secuenciales en la corriente continua, los cuales dan lugar a una onda de tipo sinodal, siendo esta la corriente alterna. son gabinetes que contendrán los equipos asociados, y que se instalarán sobre losas de cimentación en un nivel suficiente por encima del nivel de piso terminado, esto con la finalidad de evitar afectaciones en los periodos de lluvia. Dicha losa de cimentación será una solución compacta de hormigón y dispondrá de elementos de seguridad, sistema de iluminación e instalación de baja tensión.

Cada uno dispondrá de los medios de ventilación y/o refrigeración necesarios para cumplir con la temperatura correcta durante el funcionamiento de todos elementos internos

Los contenedores independientes que elevan la tensión de salida CA del inversor de 0.6 kV a 34.5 kV para lograr una transmisión de mayor eficiencia, la tensión de la energía recolectada del parque solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada y disminuir las pérdidas.

El proyecto se acoge a la normativa local para que la calidad de la energía sea la exigida y cumplirá en este punto con aquella normativa vigente establecida en la Comisión Federal de Electricidad.

El Proyecto empleará 368 inversores centralizados e integrados en 17 Estaciones de transformación con transformadores y celdas de media tensión. El conjunto incluirá transformador de servicios auxiliares, iluminación, ventilación, contadores y, en cualquier caso, los inversores cumplirán los requerimientos impuestos por la compañía eléctrica garantizando los altos estándares de calidad.

La principal ventaja que presentan estas Estaciones de transformación es que tanto la construcción como el montaje y su equipamiento interior, pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación del sitio de la Espuela Solar.

Configuración eléctrica

El conjunto de generadores fotovoltaicos consta de módulos conectados en serie y asociaciones en paralelo. Esta configuración está definida por las características técnicas del módulo y el inversor, los requisitos del sistema de potencia y las condiciones meteorológicas de la ubicación específica donde se instalará el proyecto.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar los *strings* de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos (si hay), el cableado y los inversores para encontrar una configuración eléctrica que satisfaga el objetivo de ratio CD/CA.

Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

• Alcanzar la tensión máxima en CD posible, respetando la tensión máxima nominal de los inversores fotovoltaicos.

Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de CD.

• Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de CD) con respecto a la potencia nominal del sistema de CA, para maximizar el rendimiento energético.

II. 2.6. PROTECCIONES

El proyecto Espuela Solar, contará con la instalación del sistema de protecciones y se cumplirá con las exigencias previstas en la reglamentación vigente. Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red de distribución eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

El diseño de la central fotovoltaica cumplirá los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas. De esta manera, todos los equipos de la central estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

• Se instalarán varistores entre los terminales positivos y negativos de los módulos fotovoltaicos y entre cada uno de ellos y tierra para proteger contra posibles sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas.

• Los conductores del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección. Dichos conductores estarán dotados de fusibles seccionadores rápidos, dimensionados como mínimo a la intensidad de cortocircuito en cada una de las líneas que interconectan con el inversor.

• Se instalarán fusibles seccionadores a la salida del campo fotovoltaico para evitar corrientes inversas.

• Los conductores de corriente alterna, estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.

• Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los

inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad en la etapa de continua.

• Todas las partes metálicas de la central fotovoltaica estarán puestas a tierra. La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.

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

II.2.7 ZANJAS ELECTRICAS

Los cables de baja tensión entre los inversores y los Estaciones de transformación serán enterrados directamente en zanjas. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables. Las zanjas de baja y media tensión se encontrarán separadas

La Instalación de cableado subterráneo (Línea de Media Tensión, LMT). Se considera como la solución técnica la apertura de zanjas de cableado, al interior de cada polígono del Proyecto (subcampos de transformación), las cuales permitirán la canalización de los conductores de corriente continua.

Según la naturaleza de la corriente, la instalación fotovoltaica está dividida eléctricamente en dos tramos: tramo de corriente continua (hasta el inversor) y tramo de corriente alterna (tras realizar el conveniente acondicionamiento de potencia en el inversor).

Sistema de corriente continua CC: El tramo de corriente continua de la instalación estará localizado en el interior del campo solar, y corresponde con el cableado entre módulos que termina formando *strings* y cableado desde las cajas de *string* hasta los inversores.

Cableado de corriente continua: El circuito de corriente continua consta del polo positivo y polo negativo. Este cableado se dispone a la intemperie o enterrado, canalizado en bandejas, fijado directamente a la estructura o mediante tubo aislante de PVC o similar. En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

Cable para exterior: El cable de string es el cable de CC que conecta las series de módulos (strings) hasta el inversor. Es necesario utilizar cable específicamente diseñado para instalaciones fotovoltaicas de exterior.

El tramo de cableado de corriente continua entre los módulos fotovoltaicos de una misma serie estará formado por cable de cobre, aislamiento XLPE o HEPR y cubierta tipo PVC o EVA, 0.6/1kV y Udc>1500 Vdc de sección 6 mm2.

Sistemas de corriente alterna (AC): El sistema de AC incluirá el siguiente equipamiento principal:

- Cable de baja tensión (BT).
- Centro transformador.
- Aparamenta de BT.
- Transformador.
- Cables de media tensión (MT).
- Celdas de MT.

El sistema de AC de la planta cumplirá con lo establecido en la normativa nacional de Instalaciones Eléctricas, la cual establece las especificaciones técnicas que deben cumplir con el fin de garantizar la seguridad tanto en el uso de la energía eléctrica, como de las personas; maximizando la eficiencia del complejo.

En cada estación de inversores o anexa a las mismas, se localizará una estación transformadora de MT, que adaptará la tensión de salida del inversor al nivel de tensión de evacuación de la red de MT de la Central. El sistema de AC de la planta comprende desde la salida de cada inversor hasta la subestación de la Central.

Cable AC de BT enterrado: El cable desde cada inversor hasta la entrada del Centro de Transformación se instalará enterrado en zanjas, y será cable armado directamente enterrado o cable bajo conducto de tubo corrugado.

Este tramo de cable de corriente continua estará formado por cable de cobre o aluminio, aislamiento XLPE o HEPR y cubierta tipo PVC o EVA, 0.6/1kV. Las secciones tipo a considerar para el cable enterrado suelen ser de 400 o 500 mm2.

La salida de AC del inversor se conectará con el cuadro de protecciones de BT, y este con el secundario del transformador. En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.



El conductor será de cobre, tendrá flexibilidad de clase 5, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

Cableado de media tensión enterrado: Para evacuar la energía generada desde cada estación transformadora, se conectarán entre sí mediante varias redes de MT a 34.5 kV para llegar hasta la subestación elevadora. Los cables de MT irán directamente enterrados y tendrán aislamiento seco. Las zanjas tendrán las siguientes dimensiones de 0.4 m a 1.5 m de ancho y entre los 0.5 m a 1.2 m de profundidad.

Las zanjas, tendrán, unas dimensiones desde 40 hasta 150 cm de ancho y 60, 80, 100 o 120 cm de profundidad, en función del número y tipo de cables que aloje (líneas de BT, MT, red de tierra y comunicaciones, según el tramo). Se colocará una banda de señalización a 15-30 cm y otra de protección, cuando se estime conveniente a 30 cm del nivel definitivo del suelo.

El cableado de los strings irá fijado a la estructura de los Módulos. Para el relleno de las zanjas, se contemplan los siguientes:

- Relleno: Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. Y deberá ser seleccionado de modo de no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.,
- Cama de Apoyo: Los cables irán directamente enterrados sobre cama de arena de río de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima y envolviéndolos completamente.
- Los cables se tenderán principalmente directamente enterrados, serán resistentes al agua y tendrán protección antirroedores.
- Los extremos de los recubrimientos de los cables no deben ser puntiagudos.
- Los cables deben ser protegidos del esfuerzo mecánico.
- Cuando los cables vayan enterrados bajo tubo, se deberán instalar arquetas a una distancia máxima de unos 50 m. Serán de hormigón o polipropileno reforzado, estas últimas protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos., solo cuando el cableado sea bajo tubo.
- Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.

Los cables serán de conductor de aluminio mono núcleo para un nivel de tensión 34.5 kV, no propagadores de llama y libres de halógenos. A su vez, serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos. El conductor tendrá flexibilidad de clase II, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR y pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

Las secciones requeridas para los cables enterrados de MT serán unipolares de 4/0, 250, 350, 500, 750 o 1000 kCM según la potencia a transportar.

II.2.8 SUBESTACIÓN ELEVADORA

La energía generada por los módulos solares y que a su vez será convertida a corriente CA por los inversores, será dirigida mediante la red de Media Tensión (MT) hacia la SE Elevadora de potencia, contempla la construcción de una subestación elevadora la cual permitirá adecuar el nivel de tensión para conectar la central fotovoltaica a la red de transmisión a un nivel de tensión de 115 kV. Dicha subestación estará equipada con un transformador 115/34.5 kV de 125 MVA.

La construcción de una Subestación Eléctrica Elevadora de potencia permitirá elevar el voltaje 34.5/115 kV mediante un trasformador y enviar la energía generada a través de una línea eléctrica de trasmisión.

La subestación transformadora de nueva construcción se ubicará en el extremo sureste cerca del acceso principal a la Espuela Solar, para su instalación se ocupará una superficie de 1.1792 ha.

La configuración de la subestación será de barra simple en el nivel de tensión de 115 kV. Contará con una bahía de transformador y línea. Cerca de la subestación también se construirá un edificio, conocido como edificio de control, el cual contará con dos secciones principales: la sala de control y la sala de equipos eléctricos y celdas.

Todos los equipos y materiales aislantes de la subestación mantendrán una distancia de fuga mínima de 31 mm/kV de conformidad con la normatividad aplicable. Además, para determinar las distancias de fuga y materiales de construcción de los aislamientos de la subestación, el diseño considerará las condiciones ambientales y situaciones climatológicas del s[redacted]

Para dicho sitio se instalarán las posiciones de 220 kV y 30 kV anteriormente descritas. El aparellaje y los embarrados altos estarán soportados por estructura metálica galvanizada en caliente, anclada sobre cimentaciones de hormigón. El transformador de potencia se instalará sobre bancadas provistas de vías para su desplazamiento instalándose un sistema de recogida de aceite estanco.

La subestación tendrá una superficie total de 1.787,02 m², formada por un rectángulo con dimensiones (44,90 x 39,80) metros.

Edificio

La sala eléctrica, albergará salas de cabinas en 30 kV, sala de BT y sala de control. La primera sala abarcará todas las cabinas necesarias que atiendan la llegada del parque fotovoltaico, protejan al transformador de potencia, alimenten al transformador de SS.AA. y realicen la medida del embarrado. En la sala de BT se dispondrá de baterías, rectificadores, cargadores, armarios de control de SS.AA. en C.C. y C.A. y SAI. Por último, en la sala de armarios, se instalarán bastidores integrados de control y protección y armarios de contadores de cada posición de la subestación.

El edificio estará formado por una nave única, cerrada con cubierta a cuatro aguas. Fosa de recogida de aceite, con el objeto de recoger un posible vertido o derrame de aceite del transformador, este se ubicará encima de un foso-cubeto donde se dispondrá de piedras o guijarros que sirvan de apagafuegos. Como se ha indicado, la subestación albergará un transformador elevador de 110 MVA de potencia total de evacuación y se empleará para ello un cubeto con capacidad de retención de 50 m³.

Movimiento de tierras

Puesto que la zona es terreno agrícola, en primer lugar, se procederá al desbroce y retirada de la cubierta vegetal de la explanación, para posteriormente continuar con los trabajos de excavación y nivelación del terreno, en función de las características del mismo.

Se estima que debido a la cota de explanación de la subestación considerada el resultado sea un casi inexistente movimiento de tierras debido a la escasa pendiente de la explanación.

II.2.9 VALLADO PERIMETRAL

El acceso al área de vallado se realizará a través de un camino habilitado para tal fin. El vallado perimetral se realizará colocando una malla ciclónica a lo largo de todo el perímetro del predio. Esta malla se colocará utilizando postes metálicos, malla ciclónica con

galvanizado en caliente, alambre de púas de tres filas y cimentación de concreto de (0.30x0.30x0.70) cm.

El perímetro total de los tres polígonos de producción será de 11495.96 metros lineales, se prevé que se realice el vallado, conforme a los estos tres polígonos de los subcentros de generación correspondientes a cada polígono la distribución de los siguientes perímetros al interior del predio de la Espuela Solar, P1:2977.5 m; P2: 4280.07 m y P3: 4238.39 m de perímetro.

El proyecto Espuela Solar deberá estar debidamente protegido con una valla metálica por lo cual estará rodeada de un vallado de seguridad y contará igualmente con caminos interiores para facilitar las tareas de operación y mantenimiento, así también de un área para estacionamiento con un total de 10 cajones. Para la construcción de este se utilizarán materiales permeables que permitan la captación de las aguas de lluvia.

II.2.10 CAMINOS INTERNOS

Se refiere a los caminos interiores del proyecto. En apartados siguiente se aportará más información sobre sus características, estos se conformarán a base de terracerías, a partir de la subrasante y se aprovecharán los accesos existentes al terreno, Cabe señalar que no serán pavimentados.

Como parte de los elementos del Proyecto, se prevé la habilitación de caminos de acceso y vialidades internas, el predio cuenta con caminos de terracería (tipo artesanos), pero además de estos se colocarán caminos internos para llegar a todos los elementos del proyecto, los caminos internos garantizan el adecuado y seguro tránsito dentro de los espacios del proyecto, por lo cual es necesaria la construcción de una red vial de caminos internos de terracería adecuada para tal fin. En total, se construirá una red de caminos internos cuya superficie de ocupación será de 3.3410 ha.

Para preparar los caminos se retirará la primera capa suelo para nivelar, se realizarán los cortes y rellenos necesarios para alcanzar los niveles de proyecto establecidos para los caminos de acuerdo con los perfiles de una capa base de 15 cm de espesor sobre una capa subbase de 15 cm de espesor. Para la ejecución de la capa subbase se realizará un cajeo en el terreno con una profundidad variable de 0.10 a 0.20 m.

El relleno se establecerá a base con machaca, por lo cual la rehabilitación de estos caminos existentes se realizará a base de terracerías, para los refuerzos y para el paso de vehículos que transportarán los inversores, llevando a cabo las obras en caminos existentes y para los caminos de mantenimiento los cuales se comunicarán desde los caminos de tránsito permitiendo el acceso en forma transversal hacia el interruptor de potencia principalmente. Cabe señalar que el diseño de planta y perfil de los accesos para el suministro de los equipos y a paramenta de dimensiones mayores; contarán con las dimensiones relacionadas a la capacidad suficiente de manobra y del suministro de estos (ej. Transformador de la SET, *trafo* del BESS)

La estructura de los caminos internos (nuevos) considera los niveles de terracería (subrasante con material del sitio, sub base con material tipo B y base con material de tipo A), asimismo, se incorporarán obras de drenaje, donde sea estrictamente necesario, como cunetas o canales para escurrimientos y pasos de agua, estos en los alrededores del camino, según se defina en la ingeniería civil del proyecto.

Los taludes de los caminos camino se realizarán con el material de la excavación y la instalación de los Centros de Transformación, se adecuarán conforme a las condiciones del terreno, mediante losas, en las que serán instaladas la a paramenta de estos.

Para la construcción de la red vial de caminos internos, se realizarán las siguientes acciones:

- Nivelación, con base en la topografía y el nivel definido por la ingeniería de detalle, se realizará una nivelación que puede implicar cortes o rellenos.
- Construcción de subrasante compactada tratando de aprovechar el material del sitio y de ser necesario se mezclará con cal para darle cierto mejoramiento para este uso.
- Tendido de subbase con material tipo B.
- Construcción de cunetas, en los posibles viales donde sean necesarias cunetas, se realizarán con maquinaria adecuada antes del acabado final (base) de la terracería. Con la realización de las evaluaciones preliminares el Proyecto potencialmente no necesitaría la construcción de cunetas ya que la topografía del terreno es muy plana, conforme a los resultados del estudio topográfico del proyecto, pero con una pendiente suficiente para evacuar el agua de lluvias fuera del predio sin afectar los equipos instalados, sin embargo, el deseño final del parque será en donde se defina la necesidad de estas obras.
- Barrido, previo a la realización de la capa de rodadura se realizará un barrido del camino.
- Capa de rodadura (base), se realizará con material tipo A compactado, en caso de ser necesario por temas hidráulicos, control de polvo u otros, se evaluará la posibilidad de integrar un acabado superficial con material granular (grava).

El diseño de los **caminos internos** del proyecto permitirá la seguridad del tránsito y fluidez durante las diferentes etapas del proyecto, además, se busca minimizar el impacto ambiental considerando que transitarán diversos tipos de vehículos, tales como:

- Camiones para el transporte de equipos y materiales necesarios durante la etapa de construcción
- Maquinaria utilizada en las diferentes fases del proyecto • Vehículos de suministro para el abastecimiento de insumos
- Vehículos de transporte de personal
- Otros vehículos necesarios para diversas actividades asociadas al proyecto.

En este contexto cabe indicar que, para los caminos internos, se considera que, a un costado, se incorpore de una zanja para alojar el cableado proveniente del sistema eléctrico de Media Tensión.

Para la construcción de la red, se realizarán las siguientes acciones:

- Barrido: previo a la realización de la capa de rodadura se realizará un barrido del camino.
- Capa de regularización: se realizará una primera pasada de regularización, bacheo y rasante del camino.
- Capa de rodadura: acabado superficial con zahorras de espesor de 15 cm aportadas y mezcladas con las ya existentes.

II.2.11 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Las estaciones meteorológicas están destinadas a la medición y monitoreo en tiempo real de los parámetros meteorológicos necesarios para evaluar el buen funcionamiento de la central fotovoltaica a través del cálculo de productividad de la planta.

La estación meteorológica y sus componentes se deben fabricar de acuerdo con las prácticas industriales más conocidas con el fin de alcanzar el tiempo de suministro esperado para su instalación en la planta fotovoltaica.

Los equipos habituales que suelen formar parte de la estación meteorológica son los siguientes:

Equipos de medición:

- Piranómetro, para medición de radiación solar global
- Piranómetro, para medición de radiación solar difusa

- Pirheliómetro, para medición de radiación solar directa normal
- Veleta y anemómetro, para medición de velocidad y dirección del viento
- Barómetro, para medición de la presión atmosférica
- Pluviómetro, para medición de las precipitaciones
- Módulo calibrado, para medición de la radiación solar y temperatura de la propia célula.

Punto de puesta a tierra.

- Sistema de Adquisición de Datos.
- Equipos de procesamiento de datos (paquete de equipo y software).
- Caja eléctrica para exterior.
- Conexiones y cableado entre equipos.
- Estructura de apoyo necesario para mantener los equipos.

II.2.12 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERIAS

Que el Acuerdo Número A/113/2024, de la Comisión Reguladora de Energía hoy Comisión Nacional de Energía, por el que se emiten las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG), para la Integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional. Las DACG incluyen un régimen transitorio para que la propia CNE y el CENACE realicen los cambios necesarios en los instrumentos aplicables.

El área destinada a la instalación del sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS, por sus siglas en inglés) corresponde a una superficie de 1.1046 ha donde se preparará un espacio para albergar, en su momento, un Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías como parte del proyecto de energía solar.

El área de BESS se encuentra estratégicamente ubicada dentro del emplazamiento del Proyecto, en un área claramente delimitada por elementos clave de la infraestructura. En la parte sur sureste del predio, especifico en el área de vallado del polígono 1 de proyecto, colinda directamente con el camino principal de acceso a la planta fotovoltaica, lo que facilitaría tanto el ingreso de equipos como las labores de mantenimiento. En la zona, limita con el área destinada a estacionamiento y vialidades internas, lo cual permite una circulación fluida de personal y vehículos operativos.

En el unifilar, depende de la capacidad que va a tener una potencia de placa, para lo cual el espacio estará diseñado para optimizar el almacenamiento y gestión de energía generada

[redacted]

por los paneles solares, garantizando un suministro continuo y eficiente a la red eléctrica y que, de acuerdo con los resultados del estudio de instalaciones del Centro Nacional del Control de Energía; de proyecto Espuela Solar con fines de confiabilidad y seguridad al sistema nacional.

La tecnología de almacenamiento propuesta serán baterías de litio-ferrofosfato (LFP por sus siglas en inglés), las cuales actualmente poseen una de las mayores densidades de energía por unidad de volumen. En esencia, una batería de ion de litio es un tipo de batería recargable que utiliza compuestos de litio en uno de los electrodos y membranas con fosfatos de hierro. El sistema estará compuesto por arreglos de baterías en serie - paralelo para lograr el voltaje de operación de los equipos convertidores.

II.2.13 ÁREAS DE TRABAJOS TEMPORALES/ ACOPIO

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción será necesaria la adecuación de un área con zonas seguras para módulos FV, estructuras, cableado, equipos de subestación, estructuras AT y componentes del edificio operación y mantenimiento. La superficie considerada es de 1.8015 ha, que se desglosan aquí:

Tabla 5. Zonas de faenas del proyecto Espuela Solar

Obra o actividad temporal	Superficie
Áreas temporales, resguardo de maquinaría, maniobras y otros	7.9527 ha
Área de estacionamiento	0.5000 ha
Área de acopio de material.	1.1542 ha

Cabe señalar que dichas instalaciones corresponden exclusivamente a obras temporales de apoyo durante la construcción, sin que se contemple el establecimiento de un campamento base ni áreas de alojamiento permanente para el personal general.

Para el desarrollo del Proyecto se contemplan las siguientes etapas:

1) Preparación del sitio, y Construcción,

2) Operación y mantenimiento y

3) Desmantelamiento, abandono y cierre.

[redacted]

II.3 PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN

De manera preliminar se han descrito los componentes del proyecto, tanto los primarios como los componentes secundarios, de igual forma fueron consideras las obras de carácter temporal. Por lo que ahora se describirá el proceso de preparación del sitio y la construcción de los mismos, el proyecto contempla dos principales rubros,

El primer rubro será la preparación del sitio donde se realizarán las obras necesarias previo a la instalación de los componentes principales así también de los equipos del Proyecto los cuales serán parte del segundo rubro consistente en la construcción del Proyecto, para su debida diligencia en todos los procesos a desarrollar (obtención de licencias, permisos, diseños, entre otros trámites para su interconexión al Sistema Eléctrico Nacional).

II.3.1 REQUERIMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN

La etapa de **preparación del sitio** del proyecto se inició con la elaboración de un estudio topográfico y el estudio hidráulico -hidrológico, los cuales se integran como anexo, para determinar las acciones que se deben llevar a cabo respecto al acondicionamiento de los predios destinados para que la construcción del parque fotovoltaico se lleve a cabo de manera ordenada, causando los menores impactos posibles y facilitar la ejecución de las obras complementarias, el objetivo de estos trabajos es obtener una superficie adecuada para la construcción que tenga como resultado una superficie homogénea, firme, con una compactación y resistencia mecánica adecuada para una correcta ejecución de fundaciones, canalizaciones y vías de acceso

En esta etapa del proyecto se incluyen las actividades del despalme y rasante, el trazado y delimitación del Proyecto. Una vez obtenidos los permisos de construcción correspondientes se iniciará con los trabajos de preparación del sitio, consistentes en:

Limpieza; las actividades radicarán en la remoción de elementos existentes como pastos gruesos y arbustos que puedan influir o en su caso complicar el área de los trabajos.

Los residuos generados y recolectados, se clasificarán de acuerdo con sus características y se dispone en los sitios que se destinarán para ello, para, posteriormente ser dispuesta confirme a la normatividad vigente y aplicable.

Rasante; se realizará movimientos de tierra en suelo orgánico (en los primeros 25 cm de suelo) o los que resulten adecuados y aplicables conforme a la ingeniería del proyecto.

Trazo y nivelación; el objeto de estas actividades corresponde en acondicionar el terreno para la instalación de infraestructura de la PV, colocando puntos de referencia para el trazado a través de aparatos topográficos, donde se ubicarán niveles determinados.

Excavaciones y compactación; los movimientos de tierra se realizarán con base en los estudios y levantamientos técnicos (topografía, hidrología, geotecnia, mecánica de suelos, etc.). Se buscará un diseño del sistema, el cual evite un movimiento excesivo de tierras, que se adapte a los desniveles existentes del terreno, de conformidad al plano topográfico.

Todo el material excavado que sea apto para para el relleno posterior de la excavación se depositará a los costados de la excavación a una distancia de 1.5 m.

Cortes y rellenos; Los cortes se realizarán a través de medios mecánicos, utilizando retroexcavadora y *dumpe*r o camiones de volteo para el traslado del material. Todo material apto para ser utilizado como relleno se almacenará en un área determinada.

Por su parte, los rellenos se realizarán empleando material apto y libre de piedras, el material se colocará y compactará por capas sucesivas de 0.20 m de espesor, cuando las características del Proyecto donde señale que el relleno de las excavaciones debe ser efectuado bajo especificaciones de la técnica de compactación "*Proctor*", y se señalará el espesor de capas, el contenido de humedad del material, un procedimiento y todo lo necesario para lograr la compactación óptima.

Para rellenos de zanjas donde se instalen tuberías, se utilizará preferentemente el material extraído durante la excavación, siempre y cuando este material sea apto y cumpla con las características indicadas en la norma N·CMT·1·01/16

Para la etapa de **Construcción** de la Espuela Solar se considera la realización de obras e instalaciones temporales, las cuales incluyen áreas de acopio y resguardo de equipo y maquinaría, como ya se ha indicado dichas instalaciones corresponden exclusivamente a obras temporales de apoyo durante la construcción, sin que se contemple el establecimiento de un campamento base ni áreas de alojamiento permanente para el personal en general.

La instalación de oficinas, almacenes y talleres podrán ser del tipo *container*. Se destinará un espacio como estacionamiento de vehículos, maquinaria y equipo de construcción. También, se destinará un área cercada para el almacenamiento de residuos, así como de un área que sirva como zona de acopio de los materiales y equipos a instalar: equipo eléctrico, estr

La construcción del Proyecto considera las obras civiles y electromecánicas del parque fotovoltaico, la subestación eléctrica, y sistema BESS.

Al término de los trabajos de construcción, las instalaciones provisionales serán retiradas del sitio por la empresa constructora.

Obra Civil

Los parámetros considerados para las obras civiles requeridas para construir la planta fotovoltaica serán; un ***Vallado perimetral*** con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. El acceso a la mi6sma se realizará a través de un camino habilitado para tal fin. El vallado perimetral se realizará colocando una malla ciclónica a lo largo de todo el perímetro del predio. Esta malla se colocará utilizando postes metálicos de 48 mm de diámetro y de 1.5 mm de espesor, malla ciclónica con galvanizado en caliente 11 y apertura de 63 mm, alambre de púas de 3 filas y cimentación de concreto de (0.30x0.30x0.70 cm).

Para la construcción del cercado, se realizará pequeñas excavaciones cuadradas (25 x 25 cm) separadas cada 3 metros en estas excavaciones se colocarán los postes, mismos que serán embebidos en concreto para garantizar su estabilidad, estos postes serán el soporte principal de la malla de acero, la cual se sujetará a los ganchos y se colocaran los refuerzos de alambre que sean necesarios para su debida sujeción.

Los ***Caminos internos*** se conformarán una vez preparado el sitio, se realizarán los cortes y rellenos necesarios para alcanzar los niveles de proyecto establecidos para los caminos de acuerdo con los perfiles de una capa base de 15 cm de espesor sobre una capa subbase de 15 cm de espesor, considerando un ancho de 4.00 m.

Para la ejecución de la capa subbase se realizará un cajeo en el terreno con una profundidad variable de 0.10 a 0.20 m. Los taludes de los caminos camino se realizarán con el material de la excavación y la instalación de los Centros de Transformación, se adecuarán conforme a las condiciones del terreno, mediante losas, en las que serán instaladas la paramenta de estos.

Cabe resaltar que, en todo momento se regirán las siguientes instrucciones:

- Humedecimiento de vías, con el objeto de evitar liberación de polvo y tierra suelta, excesivos, debido al tránsito de vehículos o por posibles ventadas.
- Colocación de base y subbase.

Obra Electromecánica

Las estructuras soporte de los seguidores fotovoltaicos se dispondrán mediante perfiles metálicos hincados directamente en el terreno, empleando preferentemente maquinaria para este fin.

La profundidad de hincado y las características de implantación se definirán en función de los resultados del estudio geotécnico, las cargas de cálculo y las especificaciones del fabricante del sistema de seguimiento.

En caso de que las condiciones del terreno impidan el hincado directo (presencia de estratos de elevada compacidad, gravas densas o roca), se contemplará la ejecución de soluciones alternativas, tales como pre-perforación (*predrilling*) o cimentaciones mediante hormigón.

El montaje posterior de los seguidores, módulos fotovoltaicos y equipos asociados se realizará conforme a las recomendaciones del fabricante y procedimientos constructivos establecidos.

Los ***paneles fotovoltaicos*** serán montados manualmente sobre los seguidores. Los paneles serán conectados entre ellos para lograr las especificaciones de tensión y potencia según el Proyecto, los cables de conexión serán llevados a través de la propia estructura o por zanjas preparadas para recibir el cableado.

El ***cableado subterráneo*** entre los paneles puede ser conducido a través de las estructuras en las cuales serán montados, y/o por zanjas hasta los inversores. Los inversores se conectarán a los Estaciones de transformación a través de cable conducido por zanjas y los cables de media tensión que conectarán a los Estaciones de transformación con la Subestación Eléctrica Elevadora de potencia serán conducidos a través de canalizaciones subterráneas.

El ***tendido del cableado de media tensión*** XLPE, se instalará de manera manual o en su caso con el uso de malacate.

Montaje de los **centros de transformación**. Estos serán montados por medio de grúas sobre las losas de cimentación.

II.3.1.1 PERSONAL

En la etapa de **preparación del sitio y construcción** se estima la contratación de hasta unos 500 empleados; la contratación se realizará de acuerdo con la dotación de personal disponible dentro del estado de Guanajuato, dándoles prioridad a los eventuales trabajadores que residen en el municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., y localidades aledañas.

No se contempla la instalación de campamentos provisionales para la pernocta de trabajadores, pero sí se les dispondrán sanitarios portátiles contemplando uno (1) por cada 20 trabajadores.

Tabla 6. Número de empleos tipo

Especialidad	Número de empleados	Tipo de empleo
Dirección de Obra	6	Temporal
Electricistas	125	Temporal
Mecánicos	185	Temporal
Albañiles	48	Temporal
Ayudantes de construcción	56	Temporal
Conductores	30	Temporal
Operadores de equipos	50	Temporal

II.3.1.2 COMBUSTIBLE

En la etapa de la **Preparación de sitio y Construcción** del proyecto Espuela Solar se tiene un estimado de consumo de combustibles de 108360 l, de acuerdo al empleo de maquinaria, equipos y de unidades vehiculares, mismos que se estima su uso de operación de ocho h por unidad al día, durante los 18 meses, entre los cuales se reducirá la intensidad de actividades conforme a los avances. En este apartado de la información del inventario del parque vehicular y maquinaria y equipos que, por el consumo de combustibles a utilizar en el desarrollo del proyecto, es que se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 7):

Tabla 7. Cantidad de maquinaria a emplear y consumo de combustible

Vehículo o Maquinaria	Tipo de Combustible	Cantidad (l)
Hincadoras hidráulicas (8)	Diésel	680
Pickup (6)	Gasolina	350
Pipas (4)	Diésel	500
Hiab grúa (2)	Diésel	380
Zanjadora (6)	Diésel	1760
Montacargas (6)	Diésel	1670
Retroexcavadora (4)	Diésel	680
		6020 l promedio mes

La estimación en el consumo de combustibles por el uso de la distinta maquinaría, y equipos, así como de vehículos, de los cuales se tiene estimado sobre su uso y operación, en un promedio aproximado de 8 horas por unidad al día.

II.3.1.1 AGUA

Toda el agua que se utilice en la Preparación del sitio y Construcción del proyecto se obtendrá preferentemente en las redes de abastecimiento, es decir no será obtenida de la captación, si no que preferentemente se obtendrá de las redes de abastecimiento de acuerdo a lo indicado por las autoridades municipales y los organismos operadores y administración de este recurso, como de la red de abastecimiento por parte del organismo operador concesionado y reconocido por autoridad competente en la administración y control de agua, para agua cruda así como de su consumo. El agua será llevada al proyecto mediante pipas de 10 mil o 15 mil litros. El agua de consumo humano será transportada en garrafones de 20 litros.

Tabla 8. Estimado del consumo de agua

Requerimiento de Agua Preparación y Construcción		
Consumo	Origen/ Obtención	Cantidad
Labores de preparación del sitio y construcción	Agua cruda (también puede ser agua tratada), por contratación del servicio a empresas que dispongan de la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal señale con las autorizaciones	Capacidad por pipa o carrotanque de 10 m^3

[redacted]

Requerimiento de Agua Preparación y Construcción		
Consumo	Origen/ Obtención	Cantidad
	vigentes.	
Consumo personal (agua para beber)	Agua purificada (comercial) Se estima consumo de 2.5 l/día/persona. Se estima un total de hasta 500 empleados (distribuidos acorde en las actividades secuenciadas, No simultaneas)	1,000 m^3/mes (considerando que se suministra al personal 10 garrafones/día c/u de 20 l)

II.3.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.3.2.1 OPERACIÓN

Durante la generación de energía, los paneles solares estarán conectados eléctricamente entre sí (en serie y paralelo), para llevar a cabo la transformación de la energía solar a través de la irradiancia de la zona en energía eléctrica, generando una corriente continua (DC) proporcional a la irradiancia que incidirá directamente sobre los paneles. Sin embargo, no será posible inyectar directamente la energía generada por el panel solar en la red eléctrica nacional, por lo cual será necesario transformarla en corriente alterna para acoplarse a la misma capacidad y sincronía, para esto la corriente se conducirá al inversor para ser transformada en corriente alterna a la misma frecuencia y la misma tensión de la red eléctrica.

II.3.2.2 MANTENIMIENTO

Como se describió en el apartado II.3.1, se establecerá un sistema de control automatizado en la operación del proyecto, la cual contará con la nueva tecnología fotovoltaica con este esquema automatizado con equipos tecnológicamente probados en estricto cumplimiento de los estándares internacionales en calidad, seguridad y de sustentabilidad, por lo que la industria de las energías alternativas, por lo que la atención y operación será mínima.

Con el objetivo de conseguir un apropiado rendimiento de los equipos y sistemas instalados de la Planta Solar Fotovoltaica Espuela Solar, se ejecutarán las siguientes actividades de mantenimiento:

Paneles fotovoltaicos: esta actividad se enfocará principalmente a la limpieza de la cubierta de los módulos fotovoltaicos, mantenimiento a los sistemas de seguimiento, ajustes de las conexiones eléctricas y mecánicas, así como de su revisión y atención.

Respecto a los sistemas de almacenamiento SAE/BESS, la operación es principalmente automática mediante el software de gestión dedicado y mediante la integración del monitoreo y control local y remoto, de acuerdo con el propósito de utilización de este.

En relación al mantenimiento, **las baterías de litio-ion**, son prácticamente libres de mantenimiento por lo que, durante su vida útil entre 15 y 25 años para este tipo (dependiendo de los ciclos de carga descarga, de los perfiles operativos entre otros factores), se requiere una supervisión y registro del sistema. Actualmente con las tecnologías de información y componentes inteligentes, es posible recolectar una cantidad de datos importante para que se pueda monitorear, analizar y prevenir fallos en los componentes principales del sistema fotovoltaico.

Al respecto de la tecnología seleccionada corresponde a baterías de **litio-ferrofosfato (**$LiFePO_4$**, LFP)**, reconocidas por su seguridad, estabilidad térmica y libre de metales pesados tóxicos. El diseño se basa en las especificaciones de la marca ***Sungrow***, aunque se enfatiza que, incluso utilizando equipos de otros fabricantes con características equivalentes, las cantidades de sustancias químicas involucradas no superan los umbrales de reporte establecidos por la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

Sustancias presentes y cálculo de cantidades

Para dimensionar el sistema, se parte de la capacidad total de **103.5 MWh**. Considerando una densidad energética promedio de **150 Wh/kg** para celdas LFP (IEC, 2022), la masa total de material activo requerido se estima en:

$$\text{Masa total} = \frac{103.5 \times 10^6\ Wh}{150\ Wh/kg} \approx 690{,}000\ kg$$

Distribución aproximada de materiales:

- Litio-ferrofosfato ($LiFePO_4$): ~30% → 207,000 kg.
- Electrolito orgánico (sales de litio en carbonatos): ~10% → 69,000 kg.
- Materiales estructurales (aluminio, cobre, plásticos): ~60% → 414,000 kg.

Estos cálculos permiten comparar directamente con los umbrales de reporte que la SEMARNAT, conforme a su normativa aplicable vigente, La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente **(LGEEPA)**, en sus artículos 146 y 147, establece que las actividades altamente riesgosas son aquellas que manejan **sustancias** CRETIB en cantidades superiores a las de reporte.

Los **Decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación (***DOF, 1990; DOF, 1992***)** fijan los siguientes umbrales:

- Sustancias tóxicas: desde **1 tonelada** en adelante.
- Sustancias inflamables: desde **10 toneladas** en adelante.
- Sustancias explosivas: desde **1 tonelada** en adelante.

En el caso del sistema de Almacenamiento de energía propuesto del proyecto Espuela Solar:

- El **$LiFePO_4$** no se encuentra listado como sustancia tóxica, inflamable ni explosiva.
- El **electrolito orgánico** está presente en aproximadamente **69 toneladas**, pero se trata de mezclas de carbonatos orgánicos con sales de litio, clasificadas como líquidos inflamables de bajo riesgo en normas internacionales (NFPA 855, 2020).

Además, su confinamiento en módulos sellados y sistemas de gestión de baterías (BMS) reduce significativamente el riesgo de liberación.

- No se utilizan metales pesados como cadmio o mercurio, regulados por la **NOM-212-SCFI-2017**.

Por lo tanto, el sistema **no se clasifica como actividad altamente riesgosa bajo los lineamientos para la presentación de estudios de riesgo ambiental,** más recientes de SEMARNAT (SEMARNAT, 2025).

Evaluación de riesgos

El riesgo principal del sistema no proviene de sustancias químicas peligrosas, sino de la **energía eléctrica almacenada**. Por lo que este riesgo se controla mediante:

- **Sistema de gestión de baterías (BMS)** que previene sobrecargas y descargas profundas.
- **Diseño modular y confinado** que evita liberación de sustancias al ambiente.
- **Protocolos de seguridad y respuesta a emergencias** basados en normas internacionales.

Concluyendo bajo este sustento que, incluso en el caso de utilizar equipos de otras marcas con especificaciones similares, las cantidades de litio-ferrofosfato y electrolito orgánico se

mantienen en rangos equivalentes, sin superar los umbrales de reporte de SEMARNAT.

Esto se debe a que la densidad energética de las celdas LFP es comparable entre fabricantes, y que implica que, la masa total de materiales activos se mantiene dentro de los mismos órdenes de magnitud, por lo que se reitera de no requerirse presentar un Estudio de Riesgo Ambiental, por la instalación y funcionamiento del Sistema de Almacenamiento de Energía, ya que el modelo propuesto No maneja sustancias listadas como altamente riesgosas; Cumple con la legislación mexicana vigente, así como con estándares internacionales de seguridad; y se consideran los riesgos controlables, asociados a la energía eléctrica que este almacenará.

a) Mantenimiento preventivo

El protocolo de mantenimiento preventivo está enfocado principalmente a las inspecciones de rutina a los módulos fotovoltaicos y en áreas auxiliares. Estas inspecciones preventivas se fijan con antelación y por períodos mensuales, trimestrales, semestrales o anuales. Como ejemplo de la frecuencia y tipo de mantenimiento se presenta a continuación:

Tabla 9. Protocolo del mantenimiento de rutina

Equipo	Intervalos de mantenimiento	Tarea
Módulos fotovoltaicos	Trimestral	Se inspecciona visualmente los módulos en búsqueda de roturas.
		Se inspecciona visualmente los módulos para prevenir la decoloración.
		Se inspecciona visualmente el cableado para checar las conexiones.
		Se inspecciona visualmente la estructura de montaje para detectar la oxidación y la erosión alrededor de las fundaciones.
		Limpieza manual de residuos localizados como excrementos de aves, etc.
	Semestral	Se limpian los módulos cuando se considere necesario.
Inversores	Semestral	Se realizan controles de temperatura en los interruptores eléctricos y terminaciones.
		Se inspecciona visualmente todos los componentes principales y el cableado de los arneses para revisar decoloración o daños.
		Se miden los niveles de bajo voltaje de la fuente de alimentación.

[redacted]

Equipo	Intervalos de mantenimiento	Tarea
		Se inspecciona y remueve el polvo / suciedad en el interior del gabinete.
		Se inspeccionan los sellos de las puertas.
		Se comprueba que el funcionamiento del ventilador sea el adecuado.
		Se inspeccionan y limpian (se remplazan si es necesario) los filtros.
		Se comprueba el estado de las terminaciones eléctricas.
		Se comprueba el funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad (paro de emergencia, la puerta, interruptores, falla a tierra, etc.).
Anemómetros y estación meteorológica	Trimestral	Inspección, calibración y análisis operacional.
		Limpieza de los componentes de la estación (lente piranómetro).
Transformadores de media tensión	Semestral	Se realiza control de temperatura.
		Se inspeccionan los sellos de puerta.
		Se registran todos los datos del medidor.
		Se limpia la suciedad / restos del compartimiento de baja tensión.
Transformadores de la subestación	Semestral	Se inspeccionan las puertas de acceso / sellos.
		Se inspeccionan el recinto eléctrico y el cableado de los sensores.
		Se registran todos los datos del medidor.
Interruptores y switch	Semestral	Se controla la decoloración de los equipos y terminaciones.
		Se inspecciona los sellos de las puertas.
	Anualmente	Se comprueba el funcionamiento de apertura / cierre.
Vías de acceso (caminos)	Anualmente (y después de lluvias)	Inspección de las vías de acceso y caminos que atraviesan vías de drenaje.
Edificio de O&M	Semestral	Revisión de los detectores de humo.

Durante la operación normal de la planta solar No se utilizará equipo pesado. Los vehículos de operación y mantenimiento incluyen camionetas pick-up 4x4, empleados durante las actividades diarias de operación y mantenimiento.

Respecto a la gestión de los residuos, se coteja que, por actividades de la operación en condiciones normales, no se coteja generación de residuos de manejo especial.

b) Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es una respuesta a los eventos no programados que requieren un apoyo especial, como anomalías detectadas en el mantenimiento preventivo, reparaciones frente a fallas que comprometan la continuidad del servicio. Estos se manejan caso por caso con los recursos apropiados. Las intervenciones realizadas pueden ser con o sin corte de servicio. Algunos ejemplos de los eventos de mantenimiento correctivo principales se enumeran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Protocolo para mantenimiento correctivo

Equipo	Intervalos de mantenimiento	Tarea
Instalaciones eléctricas y control	Continuo	Disminución inexplicable de la tensión de funcionamiento del circuito abierto en la cadena (s).
		Falla en el seguidor de control del sistema.
		Sistema de monitoreo detecta problemas, eléctrico(s) y diferentes niveles de alerta.
		Cables, fallas de resistencia eléctrica.
		Dispositivos de protección eléctrica interruptores, fusibles, etc. Fallo de funcionamiento.
		Fallo de CA parte eléctrica.
		Falla en dispositivos de interfaz, falla en condiciones de funcionamiento y de trabajo reactivo.
Seguidores de un eje	Continuo	Fallas en pernos de engranaje de transmisión del sistema.
		Fallas en tornillos de estructura y bloques.
		Falla en tornillos de los módulos fotovoltaicos.
		Falla en los cables conectores de módulos fotovoltaicos.
		Falla en el sistema de engranaje de transmisión.
Inversores	Según se determine preciso	Remplazar inversor IC-Board.
		Reseteo del inversor.
		Corregir falta de verificadores basado en registro de oscilografía.
		Falla en terminaciones AC y DC.
		Reseteo de conectores multi-pin, fallas de los ventiladores de refrigeración, desconexión de cables AC y DC.
Anemómetros y estación meteorológica	Según requerimiento.	Reparación ante falla (mala calibración, sensor, comunicación, etc.).

II.3.2.3 PERSONAL

Durante la operación y el mantenimiento el flujo de personas será menor debido a la automatización de los sistemas, contemplando aproximadamente dos (3) personas por turno (6 personas en total al día).

En cuanto al personal encargado, este podrá alojarse en sitios cercanos al sitio de proyecto Espuela Solar o en un campamento de obra dentro del mismo sitio en la parte destinada a las instalaciones permanentes.

Tabla 11. Número de personal empleado en la operación y mantenimiento

Especialidad	Actividades	Número de empleados	Tipo de empleo
Personal de Vigilancia	Patrulla y reporta en caso de condiciones extraordinarias y alerta en su caso.	2	Fijo
Supervisión de operación	Verifica y asegura la operación de planta conforme a los procedimientos y las instrucciones de trabajo	1	Fijo
Mantenimiento preventivo	Todas las acciones provisorias en equipos y a paramenta de operación.	1	Fijo
Empleos Estratégicos y complementarios	Trabajadores especializados en ingeniería de operaciones y electromecánico (nivel gerencial y de dirección).	2	Temporal

En general se tendrá un total de seis (6) empleados para la etapa de **Operación y Mantenimiento** del Proyecto Espuela Solar.

II.3.2.4 COMBUSTIBLE

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de combustible para la etapa de operación se estima de un consumo de 2560 l de combustible mensual.

[redacted]

Tabla 12. Consumo de combustible en Operación y Mantenimiento

Vehículo o Maquinaria	Tipo de Combustible	Cantidad (l)
Pickup (3)	Gasolina	1050
Pipas (1)	Diésel	510
Montacargas (3)	Diésel	1000
		2560 l mes

II.3.1.5 AGUA

Durante el desarrollo de la etapa de operación y mantenimiento, el agua que se requerirá será únicamente para el abastecimiento del personal de obra, para lo cual, se dispondrán de tanques de agua potable. El consumo estimado, es de 2.5 litros de agua por trabajador al día, reutilizando el agua de lavabos, para su uso en el sanitario portátil. Dado que se prevé un máximo de 6 trabajadores en explotación, el consumo máximo de agua potable será de 15 L/día y 450 L/ mes y 5,480 L/año.

La limpieza de los paneles solares es el proceso mediante el cual se retira la suciedad acumulada sobre la superficie de estos. La frecuencia de la limpieza debe definirse conjuntamente con el nivel de suciedad de los paneles para programar el número de limpiezas necesarias al año. Inicialmente se hará una limpieza semestral. Para el proyecto se hará la limpieza de forma manual con y sin agua, dependiendo del grado de suciedad.

Limpieza manual con agua, la cantidad de agua a utilizar será de 0.3 Litros por panel, al ser un total de 174,500 paneles, será un total de 52,350 litros por limpieza, al llevar 2 limpiezas al año, será un total de 104,700 litros por año. El agua será suministrada mediante camiones cisterna que llenarán los depósitos cada tres días admitiendo que la carga media de un camión cisterna es de 10,000 litros. Cabe mencionar el abastecimiento del agua, no será obtenida de la captación, si no que preferentemente se obtendrá de las redes de abastecimiento de acuerdo a lo indicado por las autoridades municipales y los organismos operadores y administración de este recurso.

Tabla 13. Estimado del consumo de agua

Requerimiento de Agua operación y mantenimiento		
Consumo	Origen/ Obtención	Cantidad
Por cada limpieza y por consumo humano para	Agua cruda (también puede ser agua tratada), por contratación del	Capacidad por pipa o carrotanque de 10 m^3

Requerimiento de Agua operación y mantenimiento		
Consumo	Origen/ Obtención	Cantidad
trabajadores en un año será de 110,180 l	servicio a empresas que dispongan de la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal señale con las autorizaciones vigentes.	

El agua requerida para fines constructivos se obtendrá por medio de empresas autorizadas que demuestren la adquisición por medio de organismo operador o en su caso proviene de aprovechamiento autorizado (mostrando vigencia de concesión y consumos dentro de lo permitido). Una vez comprado el volumen requerido, este se trasladará al lugar del Proyecto.

II.3.3 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES

No obstante que, la vida útil de las instalaciones es muy cercana a los 25 años de operación, también se considera indefinida si se implementaran programas de repotenciación o modernización del proyecto Espuela Solar, aprovechando el avance tecnológico con el cual posiblemente se cuente al momento de la finalización de la vida útil, desde los primeros módulos solares; por lo cual se puede seguir haciendo uso de la infraestructura para las nuevas tecnologías disponibles en los próximo 25 años a partir de que se inicie la puesta en marcha y funcionamiento del proyecto Espuela Solar.

En caso de abandono, se llevará a cabo la disposición de los componentes y materiales será conforme a la normativa nacional aplicable vigente. Sin embargo, en caso de que ocurriera el abandono, básicamente las instalaciones serían desmanteladas en su totalidad implementando un plan a gran escala en cuanto a componentes para reciclaje y componentes no aprovechables. El desmantelamiento será mecánico, iniciando con los módulos, que serán transportados a zonas de desechos industriales o bien, en caso de que la tecnología lo permita, se enviarán a centros de reciclaje. Todos los otros componentes metálicos se desensamblarán y serán dispuestos con base en el plan de residuos.

II.3.3.1 PERSONAL

A continuación, se muestra una estimación del personal que será requerido para las actividades del cierre, abandono y desmantelamiento.

Tabla 14. Personal empleado en la etapa de Cierre, abandono y desmantelamiento.

Especialidad	Actividades	Número de empleados	Tipo de empleo
Ingenieros técnicos, electricistas y operarios.	Des-energización y desmantelamiento de módulos, retiro de cableado subterráneo, desmontaje de aparamenta y demolición de cimentaciones.	24	Temporal
Especialista en Medio Ambiente orientados en gestión de residuos.	Gestión y debida disposición final de los residuos generados (RSU, RME y RP)	12	Temporal
Especialistas en restauración del medio y conservación del suelo.	Des-compactación del suelo y restauraciones adecuadas a la condición permisible.	4	Temporal

II.3.3.2 COMBUSTIBLE

Para la estimación de la cantidad de consumo, se prevé en principio desde el uso de maquinaria y equipos, de los cuales se cuenta con las especificaciones de utilización del tipo de combustible y las cantidades necesarias para el óptimo funcionamiento y gasto de estos, para determinar las cantidades de gastos en esta etapa del proyecto.

Tabla 15. Consumo estimado de combustible en etapa de Cierre, Abandono y desmantelamiento.

Vehículo o Maquinaria	Tipo de Combustible	Cantidad (l)
Motoconformadora (4)	Diésel	340
Pickup (6)	Gasolina	350
Pipas (4)	Diésel	450
Hiab grúa (6)	Diésel	960
Retroexcavadora (8)	Diésel	1400
Montacargas (3)	Diésel	1020
Camiones de carga (8)	Diésel	1350
		5870 l promedio mes

[redacted]

II.3.3.3 AGUA

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de agua a emplear durante las actividades del cierres, abandono y desmantelamiento del proyecto.

Tabla 16. Consumo estimado de agua

Requerimiento de Agua Cierre, abandono y desmantelamiento		
Consumo	Origen/ Obtención	Cantidad
Desmantelamiento, lavado de equipo y control de material particulado (polvo)	Agua cruda (también puede ser agua tratada), por contratación del servicio a empresas que dispongan de la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal señale con las autorizaciones vigentes.	4080 l
Gestión de los residuos		2500 l
Des-compactación y compactación de suelo		1650 l
		8230 l

II.4 GENERACIÓN DE RESIDUOS

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y posiblemente residuos peligrosos; los cuales se manejarán y gestionarán de acuerdo con la resolución ambiental que se emitan y en apego con la legislación vigente, siguiendo siempre las buenas prácticas de cuidad y protección del medio ambiente, para lo cual se integrará un Programa de Manejo Integral de Residuos.

Los residuos que serán generados durante el desarrollo del proyecto, se describen de manera detallada, su origen, proceso que los genera, control y manejo, así como de la disposición final de los mismos.

Tabla 17. Residuos y emisiones a la atmósfera.

Tipo de residuo	Etapa de generación	Estado	Clasificación	Reciclable y No reciclable	Disposición final

Tipo de residuo	Etapa de generación	Estado	Clasificación	Reciclable y No reciclable	Disposición final
Residuos sólidos urbanos	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.	Sólido	Orgánicos e Inorgánicos	Sí	A través de permisos del municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., con servicio de colecta y limpia del municipio.
Residuos de Manejo Especial	Construcción y Operación	sólido	Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general (metales, sobrantes de concreto, sacos vacíos de concreto, sobrantes de cableado, empaques u otros)	Sí	A través de prestador de servicios en la materia y/o permiso de autoridad competente para su disposición final.
Residuos Peligrosos	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	Líquidos y sólidos (impregnados)	Aceites, solventes, sustancias químicas (derivadas de mantenimiento vehicular)	No	A través de prestador de servicios a cargo de realizar los mantenimientos preventivos, correctivos, ajustes e intervenciones necesarias a parque vehicular, maquinaria y equipos empleados durante las diversas fases del proyecto.

Cantidades de generación.

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han

tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

La estimación de generación de residuos durante las fases del proyecto serán las siguientes cantidades:

Cabe destacar que, esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa de desarrollo del proyecto para ajustar los datos de la información disponible del Proyecto Espuela Solar.

II.4.1 MANEJO GENERAL DE LOS RESIDUOS

Gestión de residuos: es el proceso en el que intervienen diferentes actividades, todas necesarias, para poner a disposición los residuos generados.

Las principales fases de la gestión de residuos son:

- Recuperar y recoger los residuos: para ello, se utilizarán depósitos en los que se deben clasificar los residuos siguiendo el sistema de gestión integral de residuos en México, respetando la diferente iconografía y los colores utilizados para su catalogación.

- Trasporte de residuos: en esta fase se transportarán los residuos utilizando camiones, llevándolos a plantas de clasificación, tratamiento o incluso de reciclaje, dependiendo del tipo material que se está desechando.

- Tratamiento de residuos: en esta última fase de la gestión, los residuos sufren diferentes tratamientos dependiendo de su origen usando diferentes técnicas.

II.4.1.1 INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

Los residuos sólidos no peligrosos generados por el proyecto, serán separados de acuerdo con las características que presenten según su naturaleza y composición, se contendrán en cada frente de trabajo, mediante contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se almacenarán temporalmente de acuerdo con los siguientes criterios:

Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y

cuando el personal de la planta solar lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los vecinos de las comunidades cercanas al proyecto, o en su caso serán condonados o transportados a empresas especializadas (recicladoras) que estén debidamente autorizadas.

II.4.2 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Los **residuos de manejo especial**, de manera previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos.

II.4.2 AGUAS RESIDUALES

Durante la construcción se instalarán letrinas o sanitarios portátiles, para los residuos sanitarios de los trabajadores, a los que cuales se les proporcionarán servicios de mantenimiento y limpieza, por parte de la empresa a cargo de prestar el servicio y deberá contar con el permiso para el manejo de estos residuos, así como del control y manejo de las aguas residuales sanitarias para su debido manejo y disposición a planta tratadora de agua residual.

En este sentido, en el sitio de proyecto No existirán descargas de este tipo de residuo líquido, la prestadora de servicio, será la encargada de la gestión, transporte, manejo y tratamiento de estos residuos, obligada a presentar las autorizaciones y permisos para llevar cabo estas actividades bajo contratación por escrito y que como requisitos de poder celebrar la contratación correspondiente.

Residuos sólidos urbanos generados, estos se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color debidamente rotulado y provisto con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre.

Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa. El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso de que el promovente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo. Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

II.4.4 RESIDUOS PELIGROSOS

Residuos Peligrosos, Se asegurará que el personal asignado en la supervisión para almacenar de estos Residuos; eviten mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados. Se deberán segregar y envasar de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos.

Separación y Almacenamiento:

- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, serán remitidos al almacén temporal de residuos peligrosos, donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.
- El almacén temporal de Residuos peligrosos estará construido de acuerdo con los lineamientos del artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, el cual debe cumplir como los siguientes requisitos:
- 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 e 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 los lixiviados.

Condiciones Básicas para las Áreas de Almacenamiento:

- 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 los 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.

Bitácora

Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora además indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

Esta bitácora debe elaborarse en una libreta foliada, de pasta dura, que debe contener como mínimo las siguientes columnas: fecha del movimiento, nombre del residuo, características (CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Toxico, Inflamable y/o Biológico-infeccioso), cantidad (en litros, m^3 o piezas; para el caso de los sólidos se utilizaran unidades de volumen, correspondientes a las unidades en que serán retirados los residuos), área de origen, nombre y firma del responsable del ingreso, nombre del transportista, número de registro SEMARNAT, firma y observaciones del almacén.

Recolección de los Residuos.

- Los residuos almacenados deben retirarse periódicamente por una compañía con registro y autorización vigente de la SEMARNAT para la recolección (transporte), acopio y/o almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

- La Empresa recolectora además deberá proporcionar copia de su permiso vigente para el transporte de materiales y residuos peligrosos, otorgado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Con base en la cantidad generada de residuos peligrosos y a la capacidad del almacén temporal respectivo para una operación adecuada, se procede a programar su recolección.

Cada vez que recolecte residuos el transportista, debe entregar el Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos en copia. Una vez que el residuo sea entregado para su tratamiento o disposición final el recolector deberá entregar original del manifiesto sellado por la empresa receptora de los residuos, en un periodo máximo de 60 días.

Si transcurrido un plazo de sesenta días naturales, contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, no devuelve al generador el original del manifiesto debidamente firmado por el destinatario, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho a efecto de que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable vigente a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Microgenerador hasta 450 kg o Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 ton) según corresponda.

II.5 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

No obstante que, el proyecto Espuela Solar al ofrecer una alternativa de generación eléctrica con baja emisión de gases de efecto invernadero (GEI) durante su etapa de operación y mantenimiento. Por lo que resulta fundamental considerar que, aunque su funcionamiento no implica combustión ni emisiones directas, sí existen emisiones asociadas a otras etapas de su ciclo de vida que deben ser reconocidas y evaluadas.

Durante la Preparación de sitio y Construcción del proyecto Espuela Solar, la circulación de maquinaria pesada y vehículos a motor contribuye a la emisión de GEI, principalmente dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (CO

Las emisiones de partículas y gases que se emitan a la atmosfera por el desarrollo del Proyecto, éstas serán las que provienen del escape de los vehículos y maquinaria que utilizan gas natural (GNV), gasolina y diésel como combustible. Estas emisiones serán controladas de manera indirecta mediante la verificación y el mantenimiento de los vehículos y maquinaria. Dichas emisiones serán controladas en cuanto a cantidad de manera indirecta mediante la verificación vehicular y el mantenimiento de los equipos y maquinaria, a través de las intervenciones necesarias o los ajustes mecánicos y preventivos.

Aunque este impacto es temporal y limitado en duración, representa una carga inicial en el balance de carbono del proyecto. Además, en la fase de desmantelamiento o abandono, que incluye el retiro de equipos, transporte y disposición de residuos o su reciclaje, también se generan emisiones, aunque estas pueden reducirse significativamente mediante estrategias de economía circular (Kabir *et al*., 2018). De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) Chapter 6: Energy systems, la generación fotovoltaica emite en promedio entre 18 y 60 g de CO_2-eq/kWh considerando todo su ciclo de vida, en contraste con los 820 g de CO_2-eq/kWh emitidos por plantas de carbón y los 490 g de CO_2-eq/kWh de las de gas natural (IPCC, 2014).

II.5.1 DETERMINACIÓN DE LOS GEI

De acuerdo con las fuentes consultadas y en términos aproximados la generación de CO_2 proveniente de la combustión del diésel de automotores y maquinas equipadas con ese tipo de motor, podrá ser de una generación promedio de **2.6 kg** de gas CO_2 **por cada litro** de diésel quemado. Por su parte el caso de la gasolina, el rango varía de 1.05 a **2.32 kg** de CO_2 **por litro** quemado (Bustamante, 2011).

Conforme a la información retomada de la "Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Publicada en el 2013" Así como del documento "Fuentes de Área Quema de Combustibles publicada por SEMARNAT", se considera que, por cada litro de gasolina o Diésel consumido por parte de los vehículos, se estará emitiendo la siguiente cantidad de gases:

Tipo de combustible	Dióxido de Carbono **CO_2 (en kg)**	Metano **CH_4 (en g)**	Óxido Nitroso **N_2O (en g)**
Gasolina	2.32	6.3	0.148

[redacted]

Diésel	2.59	0.0062	63.9

https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/aire/inem/1.Quema.de.combustibles.pdf

Equipo/ maquinaría	Tipo de combustible	Consumo mensual	Consumo año	CO_2 (en kg)	CH_4 (en kg)	N_2O (en kg)
Hincadoras hidráulicas (8)	Diésel	680	8160	21134.4	0.0506	521.4240
Pickup (6)	Gasolina	350	4200	9744.0	26.4600	0.6216
Pipas (4)	Diésel	550	6000	15540.0	0.0372	383.4000
Hiab grúa (2)	Diésel	380	4560	11810.4	0.0283	291.3840
Zanjadora (6)	Diésel	2160	21120	54700.8	0.1309	1349.5680
Montacargas (6)	Diésel	2070	20040	51903.6	0.1242	1280.5560
Retroexcavadora (6)	Diésel	680	8160	21134.4	0.0506	521.4240
Preparación de sitio y Construcción			**108360**	185967.6	26.882	4348.378
Pickup (4)	Gasolina	1050	12600	29232.0	79.3800	1.8648
Pipas (2)	Diésel	510	6120	15850.8	0.0379	391.0680
Montacargas (6)	Diésel	1000	12000	31080.0	0.0744	766.8000
Operación y Mantenimiento				**76162.8**	**79.492**	**1159.733**
Motoconformadora (4)	Diésel	340	4080	10567.2	0.0253	260.7120
Pickup (6)	Gasolina	350	4200	9744.0	26.4600	805.1400
Pipas (4)	Diésel	450	5400	13986.0	0.0335	345.0600
Hiab grúa (6)	Diésel	960	11520	29836.8	0.0714	736.1280
Retroexcavadora (8)	Diésel	1400	16800	43512.0	0.1042	1073.5200
Montacargas (3)	Diésel	1020	12240	31701.6	0.0759	782.1360
Camiones de carga (8)	Diésel	1350	16200	41958.0	0.1004	1035.1800
Cierre, abandono y desmantelamiento.				181305.6	26.8707	5037.8760

Para calcular el valor de consumo de combustible en un año se toma en consideración que la maquinaria o el vehículo se utiliza durante 8 horas diarias y 25 días al mes.

Por lo tanto, en la siguiente tabla se presenta el valor de consumo de combustibles total en un año de todos los vehículos y maquinaria empleados en el desarrollo del proyecto.

Tabla 18. Volúmenes de consumo anual de vehículos y maquinaría

Combustible	Transporte	Maquinaria
	VC (l)	VC (l)
Diesel	272,640	732,792
Gasolina	23,832	160,656

Es por esto que se aplican las siguientes fórmulas para la determinación de la emisión directa de CyGEI derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles.

$$E_{CO_2} = VC\ x\ PC\ x\ FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC\ x\ PC\ x\ FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC\ x\ PC\ x\ FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO_2}: $Emisiones\ de\ bióxido\ de\ carbono\ en\ toneladas\ [t]$

E_{CH_4}: $Emisiones\ de\ metano\ en\ kilogramos\ [kg]$

E_{N_2O}: $Emisiones\ de\ óxido\ nitroso\ en\ kilogramos\ [kg]$

VC: $Consumo\ de\ combustible\ al\ año\ en\ litros\ [L]\ o\ metros\ cúbicos\ [m^3]$

PC: $Poder\ calorífico\ de\ cada\ combustible\ [MJ/L\ o\ MJ/m^3]$

FE: $Factor\ de\ emisión\ de\ cada\ gas\ [t/MJ\ o\ kg/MJ]$

El valor del poder calorífico de cada combustible se consultó en la "Lista de combustibles y sus poderes caloríficos 2026 que se considerarán para identificar a los usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo" publicada por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

De dicha lista se obtuvieron los datos del poder calorífico de los combustibles empleados en el proyecto.

Combustible	Poder calorífico neto (MJ/bl)	Poder calorífico neto (MJ/L)*
Diesel	6065	38.147
Gasolinas y naftas	5613	35.304

*Tomando en consideración que un barril equivale a 158.987304 l (Prospectiva Gas Natural y otros hidrocarburos 2015-2029), se obtienen los datos de poder calorífico en unidades de MJ/L.

Por otra parte, los factores de emisión correspondientes se encuentran en el "Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de CyGEI", publicado en el DOF el 12 de febrero de 2026.

a) Para el transporte vehicular independientemente de su peso vehicular bruto, uso y año modelo, incluyendo montacargas:

Descripción	Factores de emisión		
	$CO_2\ (t/MJ)$	$CH_4(kg/MJ)$	$N_2O\ (kg/MJ)$
Diesel	0.000074100	0.000003900	0.000003900
Gasolinas	0.000069300	0.000025000	0.000008000

b) Para la maquinaria de construcción, independientemente del uso, potencia de la maquinaria y fabricante:

Descripción	Factores de emisión		
	$CO_2\ (t/MJ)$	$CH_4(kg/MJ)$	$N_2O\ (kg/MJ)$
Diesel	0.000074100	0.000004150	0.000028600
Gasolinas y naftas	0.000069300	0.000050000	0.000002000

[redacted]

De este modo, con los valores de consumo de combustible al año, el poder calorífico y el factor de emisión de cada combustible, es posible calcular las emisiones de los CyGEI en esta etapa del proyecto, los cuales posteriormente se deben de transformar en dióxido de carbono equivalente (CO_2e), por medio de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2e}(CO_2) = E_{CO_2e}$$

$$E_{CO_2e}(CH_4) = E_{CH_4}\ x\ PCG_{CH_4}$$

$$E_{CO_2e}(N_2O) = E_{N_2O}\ x\ PCG_{N_2O}$$

$Dónde$:

PCG: $Potencial\ de\ calentamiento\ de\ cada\ gas$

E_{CO_2e}: $Emisiones\ de\ bióxido\ de\ carbono\ equivalente\ de\ cada\ gas\ en\ toneladas\ (CH_4, N_2O)\ [t]$

En la siguiente tabla se presentan los valores de Potencial del Calentamiento Global de algunos gases de efecto invernadero, obtenidas de la Guía de Usuario del Registro Nacional de Emisiones.

Tabla 17. Valoración potencial de gases de efecto Invernadero

Gas o Compuesto	PCG a 100 años
Bióxido de carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	28
Óxido nitroso (N_2O)	265

Por lo tanto, al sumar cada una de las equivalencias de cada gas, tendremos el total de CO_2 equivalente de todos los combustibles utilizados por las fuentes móviles con los que se cuentan en esta etapa del proyecto.

El cálculo de las emisiones de CyGEI se realizó en dos partes, una para el uso de vehículos de transporte y otro para el uso de maquinaria, ya que cuentan con distintos factores de emisión. A continuación, en los siguientes cuadros se presentan los resultados del cálculo.

Resultados de la cantidad de emisiones debido al transporte vehicular.

$$E_{CO_2} = VC \; x \; PC \; x \; FE_{CO_2}$$

Preparación sitio y Construcción**:**

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	10560	37.67	0.0000741	29.48
Gasolina	4200	33.14	0.0000693	9.65
			$TOTAL$	**39.12**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	6120	37.67	0.0000741	17.08
Gasolina	12600	33.14	0.0000693	28.94
			$TOTAL$	**46.02**

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	16920	37.67	0.0000741	47.23
Gasolina	4200	33.14	0.0000693	9.65
			$TOTAL$	**56.88**

$$E_{CH_4} = VC \; x \; PC \; x \; FE_{CH_4}$$

Preparación de sitio y Construcción:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	10560	37.67	0.0000039	1.55
Gasolina	4200	33.14	0.000025	3.48
			$TOTAL$	**5.03**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	6120	37.67	0.0000039	0.90
Gasolina	12600	33.14	0.000008	3.34
			$TOTAL$	**11.34**

[redacted]

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	16920	37.67	0.0000039	2.49
Gasolina	4200	33.14	0.000025	3.48
			TOTAL	**5.97**

$$E_{N_2O} = VC\ x\ PC\ x\ FE_{N_2O}$$

Preparación de sitio y Construcción:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	10560	37.67	0.0000039	1.55
Gasolina	4200	33.14	0.000008	1.11
			TOTAL	**2.66**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	6120	37.67	0.0000039	0.90
Gasolina	12600	33.14	0.000008	3.34
			TOTAL	**4.24**

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	16920	37.67	0.0000039	2.49
Gasolina	4200	33.14	0.000008	1.11
			TOTAL	**3.60**

Resultados de la cantidad de emisiones debido al uso de maquinaria.

$$E_{CO_2} = VC \; x \; PC \; x \; FE_{CO_2}$$

Preparación de Sitio, Construcción:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	57480	37.67	0.0000741	160.46
Gasolina	0	33.14	0.0000693	0.00
			$TOTAL$	**160.46**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	12000	37.67	0.0000741	33.50
Gasolina	0	33.14	0.0000693	0.00
			$TOTAL$	**3.5**

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CO_2}\ [t\ CO_2/MJ]$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$
Diesel	49320	37.67	0.0000741	137.68
Gasolina	0	33.14	0.0000693	0.00
			$TOTAL$	**137.68**

$$E_{CH_4} = VC \; x \; PC \; x \; FE_{CH_4}$$

Preparación de Sitio, Construcción:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	57480	37.67	0.00000415	8.99
Gasolina	0	33.14	0.00005	0.00
			$TOTAL$	**8.99**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	12000	37.67	0.00000415	1.88
Gasolina	0	33.14	0.0000500	0.00
			TOTAL	**1.88**

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{CH_4}\ [kg\ CH_4/MJ]$	$E_{CH_4}[kg\ CH_4]$
Diesel	49320	37.67	0.00000415	7.71
Gasolina	0	33.14	0.00005	0.00
			TOTAL	**7.71**

$$E_{N_2O} = VC\ x\ PC\ x\ FE_{N_2O}$$

Preparación de sitio y Construcción:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	57480	37.67	0.0000286	61.93
Gasolina	0	33.14	0.000002	0.00
			TOTAL	**61.93**

Operación y Mantenimiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	12000	37.67	0.0000286	12.93
Gasolina	0	33.14	0.000002	0.00
			TOTAL	**12.93**

Cierre Abandono y Desmantelamiento:

Combustible	$VC\ [L]$	$PC\ [MJ/L]$	$FE_{N_2O}\ [kg\ N_2O/MJ]$	$E_{N_2O}[kg\ N_2O]$
Diesel	49320	37.67	0.0000286	53.14
Gasolina	0	33.14	0.000002	0.00
			TOTAL	**53.14**

Posteriormente, en la siguiente tabla (ver tabla 17) sumamos las emisiones debido al uso de vehículos de transporte y maquinaria y transformamos las unidades de kilogramos a toneladas de cada gas correspondiente.

Tabla 18. Estimado de las toneladas equivalentes emitidas.

ETAPA	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$	$E_{CH_4}[t\ CH_4]$	$E_{N_2O}[t\ N_2O]$
Preparación de sitio y Construcción	199.58	0.01	0.06
Operación y Mantenimiento	79.52	0.01	0.02
Cierre Abandono y Desmantelamiento	194.56	0.01	0.06
TOTAL	**473.66**	**0.03**	**0.14**

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta la transformación en bióxido de carbono equivalente (E_{CO_2e}) de cada uno de los gases.

Tabla 19. Resultados obtenidos de la estimación de emisiones de CyGEI

$E_{CO_2e}(CO_2) = E_{CO_2e}$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$	PCG_{CO_2}	$E_{CO_2e}(CO_2)\ [t]$
	473.66	1	473.66
$E_{CO_2e}(CH_4) = E_{CH_4}\ x\ PCG_{CH_4}$	$E_{CH_4}[t\ CH_4]$	PCG_{CH_4}	$E_{CO_2e}(CH_4)\ [t]$
	0.03	28	0.84
$E_{CO_2e}(N_2O) = E_{N_2O}\ x\ PCG_{N_2O}$	$E_{N_2O}[t\ N_2O]$	PCG_{N_2O}	$E_{CO_2e}(N_2O)\ [t]$
	0.14	265	37.71
		TOTAL	**511.601**

Como resultado final se obtiene que se generarían las siguientes cantidades equivalentes de toneladas para:

ETAPA ***E CO2 e (CO2) [t]***	***Duración (años)***	***Generación en el clico de etapa de proyecto***
Preparación de sitio y Construcción 217.09	1.5	325.6350
Operación y Mantenimiento 84.44	25	2111.0000
Cierre Abandono y Desmantelamiento 209.98	1.5	314.9700

II.5.2 GENERACIÓN DE RUIDO

Como bien se conoce, la generación de ruido está relacionada con el funcionamiento del equipo y maquinaria que se utilice, durante la etapa de la preparación del sitio y construcción por parte de epecistas eventuales. Los niveles máximos de ruido que se tendrán en sitio de proyecto serán generados por la utilización de la retroexcavadora, hincadora hidráulica, zanjadora, y el uso de maquinaria pesada en general, de los cuales se estiman los niveles de ruido de entre 86 y 90 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora, necesitándose, por lo tanto, una distancia mínima de 12 m para tener un nivel 60 dB(A).

En cuanto a las demás actividades de las obras, no se alcanzarán niveles mayores a 65 dB(A) como es el caso en la etapa de explotación (O&M) del proyecto como la a paramenta del *trafo* y el propio sistema de almacenamiento de energía BESS.

Para atenuar esta condición, como medida los trabajadores utilizarán equipo de protección personal auditiva de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-VIGENTE en los sitios centros de trabajo donde se genere ruido.

II.5.3 ESTIMACIÓN DE ENERGÍA DISIPADA POR DESARROLLO DE PROYECTO

Para producir energía eléctrica directamente de la luz, las celdas fotovoltaicas hacen uso del efecto fotoeléctrico. Este efecto se da en ciertos materiales que son capaces de usar fotones para liberar electrones. Estos electrones luego son captados para producir una corriente eléctrica (Cuce, E. *et al*., 2011)

El tipo de módulos fotovoltaicos a emplear son celdas de tipo de películas delgadas, las cuales pueden ser de distintos materiales, los más comunes son silicio amorfo, Cd Te (Cadmio-Telurio) y CIGS (Cobre-Indio-Galio-Selenio). Los cuales suelen ser más flexibles y delgadas en comparación con las celdas las de silicio cristalino, además, gracias a la naturaleza del proceso de deposición de películas delgadas, pueden adoptar más variedad de formas (*Jordan, P.G*., 2014)

Por otro lado, las celdas de CdTe y CIGS, son una buena alternativa a las celdas de silicio cristalino, ya que logran mayores eficiencias; en el caso del módulo a emplear, cuenta con una eficiencia de hasta 23.4%

La denominada ecuación del diodo, representa el modelo eléctrico teórico para una celda fotovoltaica:

$$I = I_L - I_O \left(\exp qV/nkt - 1\right)$$

Sus componentes:

I: Corriente de salida [A]

V: Voltaje diodo [V)

I_L*:* Corriente fotogenerada [A]

'n: Factor de idealidad

I_O*:* Corriente inversa de saturación

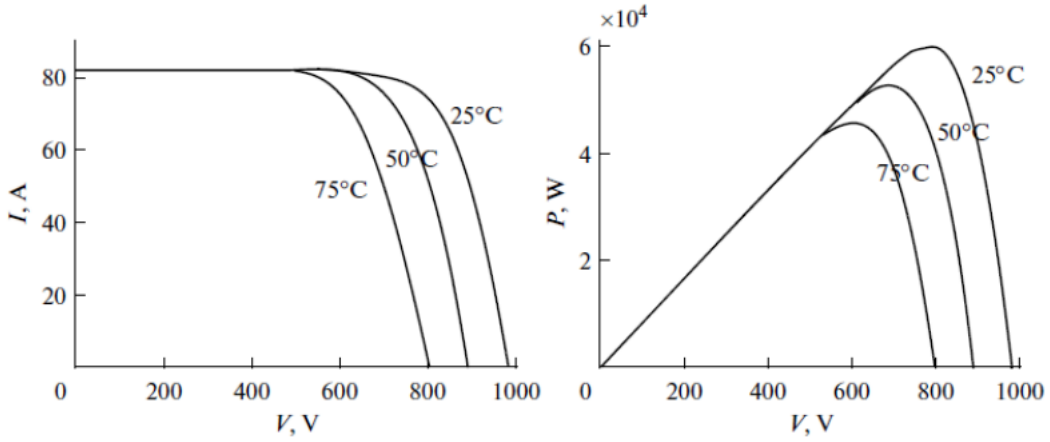
K: Constante de Boltzmann ([J/K)

'q: Carga electrón [C]

T: Temperatura de celda (K)

Se puede relacionar la potencia eléctrica (P = VI) con la temperatura de celda mediante la corriente de salida del panel, según lo propuesto por este modelo.

Esto cuantifica numéricamente que a medida que la temperatura de la celda sea mayor, será menor la potencia eléctrica de salida



Curvas I–V y P–V de un sistema fotovoltaico @G = 1000 W/m², T = 0, 25, 50, 75°C

Los aumentos de temperatura disminuyen la potencia total capaz de ser producida y por consiguiente baja la eficiencia, por lo que, influyen en la vida útil de las celdas (McEvoy,) de acuerdo a las consultas especializadas de autores en materia, la potencia y eficiencia disminuyen a una tasa de 0.5%/°C y de un 0.05%/°C respectivamente (Kim, J.P., *et al*, 2010)

Debido a lo expuesto, el diseño de un parque fotovoltaico se hace vital el controlar las alzas de temperatura. Por otro lado, el concepto conocido como *"current matching problem"* (Royne, A. *et al*., 2005), hace referencia que cuando las celdas están conectadas en serie, la celda que entrega la corriente más baja es la que limita la corriente del arreglo lo que también disminuye la potencia de salida. Debido a que la eficiencia de las celdas disminuye con la temperatura, la celda a mayor temperatura será la que restrinja la eficiencia del arreglo.

La composición de los módulos fotovoltaicos, poseen una composición relativamente estándar, y los componentes a destacar son:

- Vidrio templado, cuya función es proteger a los materiales del interior de la celda y además de servir de filtro de radiación, dejando fuera por ejemplo a gran parte de la radiación UV. Es un vidrio templado con una baja reflectividad lo que permite absorber la luz a diferencia de otros vidrios utilizados en vivienda, consecuentemente ayuda a disminuir la disipación de calor.

- EVA o etileno vinilo acetato es un polímero termoplástico, que se usa en los módulos fotovoltaicos como encapsulante de las celdas generadoras. Éstas se conectan entre sí conformando el núcleo fotovoltaico del panel. Se depositan en un soporte cristalino y se encapsulan mediante EVA, para evitar la entrada de aire o humedad.

- Celda de Silicio, responsable directa de la conversión de energía lumínica en energía eléctrica gracias a sus propiedades de semiconductor.

- Tedlar o fluoruro de polivinilo (PVF), para la parte inferior del panel formada por láminas de Tedlar-Poliester-Tedlar o Tedlar-Poliéster-EVA. El fin de estas láminas es proteger a las células fotovoltaicas de los efectos degradantes de la radiación ultravioleta y, sirve como aislante eléctrico.

El conjunto es sellado, de modo que, por los laterales no pueda entrar ni humedad ni aire y, se le monta un marco de aluminio para protegerlo y facilitar su manejo.

Los tipos de transferencia de calor, dada la naturaleza del proyecto será del tipo de Radiación: la radiación térmica es energía emitida por la materia a temperaturas diferentes de cero. La energía de este modo de transferencia es debida al transporte de ondas electromagnéticas; a diferencia de los métodos de transferencia de calor anteriores, no se requiere un medio para la transmisión de energía.

La ley de Stefan-Boltzmann, o también llamada radiación de cuerpo negro, relaciona la temperatura con la energía máxima que puede irradiar un cuerpo. La radiación que absorbe un cuerpo, es una fracción de la radiación neta que recibe conocida como irradiación según la ecuación de la Ley de Stefan-Boltzmann.

La constante, denominada absortividad, cumple que $0 \leq a \leq 1$. Si $a < 1$ y la superficie es opaca, una porción de la irradiación es reflejada; una porción de la irradiación también se puede transmitir si la superficie es semitransparente.

Los ahorros netos derivados de los principios anteriores, aplicados al diseño de los paneles solares logran una menor temperatura máxima, lo cual implica que se degrade más lento y esto hace, por una parte, que aumente su vida útil y, por la otra, que la energía disipada al ambiente disminuya en su intensidad. Los paneles solares absorben en promedio el 80% de la irradiación solar recibida. Sin embargo, una parte de esta irradiación se convierte en electricidad y la restante se convierte en calor

La fracción que se convierte en calor aumenta la temperatura del módulo, formando concentraciones de portadores intrínsecos produciendo una mayor saturación de corriente, lo cual provocaría una reducción en la eficiencia y deterioro en el propio panel fotovoltaico, sin embargo, gracias a las características de los paneles a utilizar, puede funcionar hasta con una temperatura máxima de 85°C, y conforme a sus especificaciones están diseñados para resistir las temperaturas que pueden alcanzarse en los días de máxima irradiación.

La energía disipada estimada durante la puesta en marcha para el parque solar fotovoltaico de 100.29 MW con un sistema de almacenamiento (BESS) de 40 MW y 4 horas de respaldo (es decir 160 MWh de energía almacenable).

En términos relativos, considerando un escenario base de sensibilidad de los 262.08 MWh durante los 14 días, es una fracción pequeña frente a la producción anual esperada del proyecto Espuela Solar, por lo tanto, es controlable y no compromete el rendimiento operativo a largo plazo

La energía que se “pierde” en la puesta en marcha es esperada y controlable. Con una buena planificación, y teniendo registros claros y la debida coordinación con la red a suministrar; se obtendrá una mínima pérdida frente a la producción total del proyecto Espuela Solar y no compromete así, en el rendimiento a largo plazo de la vida útil de proyecto.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

TABLA DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 5

III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 6

III.2 TRATADOS INTERNACIONALES 8

III.2.1 Convenio sobre la diversidad biológica 8

III.2.2 Protocolo de Montreal 10

III.2.3 Acuerdo de parís 11

III.2.4 Protocolo de Kioto 12

III.2.5 Convenio (No. 169) sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes 14

III.2.6 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) 15

III.3 LEYES FEDERALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES 16

III.3.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 16

III.3.1.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). 21

III.3.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. 22

III.3.2 Ley General Desarrollo Forestal Sustentable 23

III.3.2.1 Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal sustentable 24

III.3.3 Ley General de Vida Silvestre 26

III.3.3.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 27

III.3.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 28

III.3.4.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 31

III.3.5 Ley General de Cambio Climático 33

III.5.1.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. 35

III.3.6 Ley de Aguas nacionales 36

III.6.1.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 38

III.3.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 39

III.3.8 Ley del sector Electrico 40

III.3.8.1 Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico 42

III.3.9 Ley de Planeación y Transición Energética 49

III.3.9.1 Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética 51
III.3.10 Ley de los órganos Reguladores en Materia Energética 52
III.3.11 PLAN de Desarrollo del Sector Energético 53
III.3.12 Disposiciones Administrativas de Carácter General para la planeación vinculante en la actividad de generación de energía eléctrica. 54
III.4 LEYES LOCALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES 56
III.4.1 Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo para el Municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato 56
III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 58
III.6 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 67
III.6.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio, 67
III.6.2 Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato 2040 PEDUOET 75
III.6.3 Programa regional de ordenamiento territorial de la región II (subregión 4) 81
III.6.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial Visión 204583
III.7 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS VIGENTES (FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES) 97
III.7.1 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal. 98
III.7.2 Áreas Naturales Protegidas de carácter Estatal 99
III.7.3 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación 100
III.7.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RhP). 100
III.7.5 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 102
III.7.6 Áreas de importancia para la conservación de las aves 103
III.7.7 Sitios terrestres prioritarios 105
III.7.8 Sitios Ramsar. 106
III.8 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES O, EN SU CASO, DEL CENTRO DE POBLACIÓN 107
III.8.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030 108
III.8.2 Plan Municipal De Desarrollo 2015 -2035 Dolores Hidalgo C.I.N. 110

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ARTÍCULOS DE LA LEGEEPA APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 17

TABLA 2. ARTÍCULOS DEL REIA APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 21

TABLA 3. ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. APLICABLES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 22

TABLA 4. ARTÍCULOS DE LA LGDFS APLICABLES AL DESARROLLO DEL PROYECTO. 24

TABLA 5. ARTÍCULOS DE LA LGDFS APLICABLES AL DESARROLLO DEL PROYECTO. 25

TABLA 6. ARTÍCULOS DE LA LGVS APLICABLES AL DESARROLLO DEL PROYECTO. 26

TABLA 7. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LGPGIR 28

TABLA 8. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LGPGIR 31

TABLA 9. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 33

TABLA 10. ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO LGCC EN MATERIA DEL RNE APLICABLES AL PROYECTO. 35

TABLA 11. ARTÍCULOS DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN) APLICABLES AL PROYECTO. 36

TABLA 12. ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES. 38

TABLA 13. ARTÍCULOS DE LA LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL APLICABLES AL PROYECTO. 39

TABLA 14. ARTÍCULOS DE LA LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO, APLICABLES AL PROYECTO. 40

TABLA 15. ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE LA LSE, APLICABLES AL DESARROLLO DEL PROYECTO. 43

TABLA 16. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA 49

TABLA 17. VINCULACIÓN DEL PROYECTO EL REGLAMENTO DE LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA 51

TABLA 18. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE LOS ÓRGANOS REGULADORES EN MATERIA ENERGÉTICA 52

TABLA 19. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA PLANEACIÓN VINCULANTE EN ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA. 54

TABLA 20. REGLAMENTO DE ZONIFICACIÓN Y USOS DEL SUELO PARA EL MUNICIPIO DE DOLORES HIDALGO 56

TABLA 21. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO 59

TABLA 22. CARACTERÍSTICAS DE LA UAB 44 "SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE DE GUANAJUATO". 69

TABLA 23. VINCULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 44. 69

TABLA 24. ASIGNACIÓN DE LINEAMIENTOS UGAT 132. 76

TABLA 25. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICOS DE LA UGAT 132. 77

TABLA 26. VINCULACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DEL PEDUOET 2040. 79

TABLA 27. CARACTERIZACIÓN DE META OBJETIVO DEL EJE DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL ESTABLECE: 84

TABLA 28. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICOS DE LA UGAT 16 87

TABLA 29. DESCRIPCIÓN DE LA RHP 57- CABECERA DEL RÍO DE LA LAJA 101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (Poegt). 68

Figura 2. Localización Del Proyecto Respecto a Las UGA´S Del PEDUOET 2040. 81

Figura 3. Ubicación Del Proyecto Respecto A Anp Federal. 99

Figura 4. Ubicación Del Proyecto Respecto A Rhp "Cabecera Del Río De La Laja". 99

Figura 5. Ubicación Del Proyecto Respecto A Rtp´S. 99

Figura 6. Ubicación Del Proyecto Respecto Al Aica "27 Sierra De Santa Rosa" 104

Figura 7. Ubicación Del Proyecto Respecto A Sitios Prioritarios Epicontinentales 106

Figura 8. Ubicación Del Proyecto Respecto A Los Sitios Ramsar 107

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

En el presente capítulo de la MIA regional del proyecto Espuela Solar se procede a identificar y analizar el marco regulatorio aplicable que permita el desarrollo del proyecto en congruencia con los instrumentos de planeación, ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental, ecológico del territorio vigentes y con relación a la naturaleza del proyecto. Para lo cual se identificaron todos aquellos instrumentos de regulación que aplican en el área donde se pretende ubicar el proyecto, con la finalidad de establecer la congruencia de esté con las pautas y las estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos de ordenamiento vigentes, lo cual permitirá definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental, además con la relación y viabilidad legal de todas las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto con respecto a las diversas políticas nacionales contempladas en Planes, Programas, Leyes, Reglamentos y otros documentos de carácter normativo en los diferentes niveles de gobierno.

En la integración de este capítulo se emplearon fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos normativos en los ámbitos, Federal, Estatal y Municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto. Esto en el entendido de que los criterios de regulación ecológica, normas, leyes y sus reglamentos son aquellos lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de política ambiental, y que la prioridad ha de ser el respeto a la integridad funcional de los ecosistemas.

III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS[1]

La Constitución Política es la norma fundamental establecida para regir jurídicamente y sobre la cual no existe ningún otro ordenamiento legal que tenga vigencia. Por ello todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia Constitución establece.

La supremacía constitucional, es la base del estado de Derecho ya que en esta se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en la carta magna, es por ello por lo que todas las leyes Federales, Estatales o Municipales deben respetar los preceptos que la Constitución establece. Dicho principio se encuentra en el artículo 41 de la Constitución, al prohibir la celebración de tratados internacionales contrarios a las garantías individuales y del ciudadano. En dicho sentido, es la misma Carta Magna la que consagra en su Título Primero, Capítulo I "De las Garantías Individuales", una serie de preceptos que constituyen las garantías o derechos reconocidos por el Estado a todo individuo, las que no pueden restringirse, sino en los casos y con las condiciones que la propia Constitución establece.

Dentro del marco de las garantías constitucionales, se localizan las que dan fundamento a la conservación 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. A continuación, se presentan los preceptos que inciden con el desarrollo del proyecto, a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales.

En el artículo 4º, párrafo quinto, se establece que: 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.

Vinculación: Con el fin de no contravenir lo establecido en este artículo, se entregará la evaluación de la Manifestación del Impacto Ambiental en su modalidad regional, a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El artículo 25, en su párrafo primero, se establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo, y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo; En el párrafo sexto, se establece que: bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y

[1] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Vinculación: El Proyecto tiene por objetivo reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas, tal como se describe a lo largo del presente estudio de impacto ambiental regional.

En el artículo 27, en su párrafo tercero se describe que; La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Vinculación: Durante el desarrollo del Proyecto Espuela Solar se dará pleno cumplimiento a las medidas establecidas para usos, reservas y destinos de tierras, y aguas, cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, generando beneficios económicos que apoyan el desarrollo del País.

En el artículo 115, se establece que los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales
c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;

e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana
f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;
h) Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial; e
i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

En lo conducente y de conformidad a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios;

VI. Cuando dos o más centros urbanos situados en territorios municipales de dos o más entidades federativas formen o tiendan a formar una continuidad demográfica, la Federación, las entidades federativas y los Municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, planearán y regularán de manera conjunta y coordinada el desarrollo de dichos centros con apego a la ley federal de la materia.

Vinculación: Al respecto el Promovente realizará las gestiones para dar cumplimiento a lo establecido por la autoridad ambiental tal como se describe a lo largo de este capítulo.

En el artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se establece que dicha Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. El Proyecto dará cumplimiento a los Tratados firmados por México, tal como se describe en los siguientes apartados.

III.2 TRATADOS INTERNACIONALES

III.2.1 CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

México se integró al Convenio sobre Diversidad Biológica el 5 de junio de 1992, junto con otras 176 naciones del mundo que se han comprometido a conservar la biodiversidad, utilizar de manera adecuada sus recursos biológicos, y compartir justa y equitativamente los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos. El Convenio sobre la Diversidad Biológica cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. También cubre la biotecnología, entre otras cosas, a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o

indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación a la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más.

En su **artículo 6** del **CDB** se establece que "Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; y
b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales."

Por lo tanto, es una obligación de las Partes, elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica que sean congruentes con los objetivos del Convenio. México ha cumplido con esta disposición, ya que, a través de la CONABIO, junto con otros sectores sociales, desarrolló la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México que es el conjunto de acciones, objetivos y líneas estratégicas expresadas por representantes de los diversos sectores de la sociedad mexicana para conservar y preservar la diversidad biológica de nuestro país a partir de las cuatro líneas estratégicas en las cuales se concentran los pasos a seguir:

- Protección y conservación
- Valoración de la biodiversidad
- Conocimiento y manejo de la información
- Diversificación del uso.

Vinculación: Al respecto, con el fin de contribuir con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, el Proyecto pretende la protección y conservación de las especies presentes, al ubicar ecosistemas arvenses en la parte extrema al norte del predio, en el polígono del subcampo 3 por lo que las actividades del proyecto a intervendrá estas especies ya que se separaron por área de exclusión en las que no se realizarán obra ni actividades del proyecto, segregando estas zonas, esto no afectará de manera significativa, debido a que las actividades agrícolas y pecuarias del área de proyecto (Ap) que prevalecieron anteriormente ya se encuentra antropizado lo que evidencia la condición actual, Por lo que el proyecto ha dejado sin afectar aquellas zonas donde forman cuerpos de agua intermitentes y sobre las áreas con características hídricas y de recuperación de especies de la flora local.

Asimismo, durante las diferentes etapas del Proyecto se realizará capacitación al personal que labora en el mismo, para que conozca y proteja en los sitios de exclusión para la prevención y cuidado de aspectos del medio natural en puedan llegar a incidir especies de flora arvenses y especies de fauna que se lleguen a encontrar en las inmediaciones del Ap.

La participación de los diferentes sectores se puede hacer desde una perspectiva regional, sectorial y transectorial, asegurando así una mayor riqueza de puntos de vista. De esta manera, se podrán reconocer responsables y procedimientos que permitan poner en marcha la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso. Se establece que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.
b) Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;

Vinculación: En cumplimiento, en el capítulo IV del presente estudio, se proponen una serie de medidas para evitar y reducir al máximo los impactos generados por el Proyecto y que permitan dar cumplimiento a los procedimientos establecidos por la Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales y a la normatividad aplicable.

III.2.2 PROTOCOLO DE MONTREAL

El Protocolo de Montreal tiene como objetivo, establecer medidas concretas para la eliminación del uso de las sustancias que agoten la capa de ozono para evitar los daños a la salud y al medio ambiente, apoyando con recursos financieros (Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal) a los países en desarrollo (denominados en el Artículo 5), a los cuales se les da un periodo de gracia de 10 años antes de cumplir los compromisos específicos de eliminación, respecto de los países desarrollados.

México fue el primer país (IV Reunión del Protocolo de Montreal en 1995) en presentar un calendario de reducción acelerada del uso de estas sustancias hasta dejarlo en 10% para el año 2000, 10 años antes que el resto de los países en desarrollo. Actualmente, nuestro país ha reducido en 90% el uso de Clorofluorocarbonos (CFC's). Desde 1990, los productos en aerosol distribuidos en México utilizan propelentes alternativos. Todos los refrigeradores domésticos y el 95% de los equipos de refrigeración comercial producidos a nivel nacional se encuentran libres de CFC´s. El sector de solventes y el de espumas de poliuretano han eliminado su uso de CFC's en un 80% y 75%, respectivamente.

Vinculación: Para tener una participación activa que permita que México se siga distinguiendo como uno de los países con mejor desempeño en el cumplimiento de los compromisos en el

marco del Protocolo; no se permitirá el uso de sustancias listadas en el mencionado Protocolo, específicamente, se tendrá especial atención para que los equipos de enfriamiento nacionales o de importación sé que se instalen durante la etapa de operación del pretendido proyecto no usen sustancias que dañen o puedan dañar capa de ozono; Asimismo, las sustancias utilizadas para la extinción de incendios no deberán contener harones.

III.2.3 ACUERDO DE PARÍS

El Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

Su objetivo es limitar el calentamiento mundial a muy por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

Artículo 2

1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y

c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Vinculación:

El Proyecto contribuye al cumplimiento de las acciones establecidas por el Gobierno de México, toda vez que el emplazamiento del Proyecto Espuela Solar se prevé en una zona previamente destinada a actividades agrícolas. En este sentido, no se contempla la afectación de áreas con vegetación natural ni de aquellas clasificadas como forestales. Asimismo, no se prevé la intervención de cuerpos de agua naturales, ya sean de régimen intermitente o permanente.

Por su parte el proyecto será capaz de amortizar las emisiones de CO2 el cual tiene una relación significativa con este acuerdo ya que, para limitar el aumento de la temperatura global, la generación eléctrica fotovoltaica a comparación de otros combustibles fósiles puede ayudar a reducir las emisiones de efecto invernadero lo cual es crucial para que el País cumpla con los objeticos establecidos en el Acuerdo.

III.2.4 PROTOCOLO DE KIOTO

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue firmada por el Gobierno de México en 1992 y ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas en 1993. El protocolo entró en vigor el 16 de febrero de 2005 para las naciones que lo ratificaron, entre ellas México, que lo hizo en el año 2000.

Además de los compromisos de mitigación de los países desarrollados, el Protocolo de Kioto promueve el desarrollo sustentable de los países en desarrollo.

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

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero obligatorias para países desarrollados con economías en transición que sean partes y que estén incluidos en el Anexo 3. Obligación de países Anexo 3 de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012. Fomentar la eficiencia energética, desarrollo y aumento del uso de nuevas fuentes renovables de generación de energía, de tecnologías de captura de carbono y de tecnologías más modernas y ecológicamente racionales.

Mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (Art.12 del protocolo). Su propósito es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo 3, a lograr un desarrollo sustentable y ayudar a las partes incluidas a cumplir con sus compromisos sobre limitación y reducción de emisiones de GEI. Los países Anexo 3, como México, a través del MDL permiten desarrollar proyectos que tengan como resultado Reducciones Certificadas de Emisiones y de esta manera contribuir al desarrollo sustentable.

Vinculación:

El Proyecto es jurídicamente vinculante con la convención y el protocolo de Kioto debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable, se concibe como un impulso al desarrollo en la explotación de los recursos renovables del país y la región, lo que

implica la sustitución de generación de energía a base de combustibles fósiles, por lo que el Proyecto Espuela Solar se dispone a contribuir con lo siguiente:

1) No contaminar el agua o el aire.

2) Evitar emisiones de gases de combustión como CO (monóxido de carbono), CO_2 (dióxido de carbono), NOx (óxidos de nitrógeno), SOx (óxidos de azufre) y partículas suspendidas.

3) Evitar el uso de volúmenes de agua de repuesto, dado que el diseño de este Proyecto no requiere ciclos de vapor y de enfriamiento.

4) Minimizar descarga de aguas residuales.

5) Minimizar la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales.

6) Se estima que la realización del Proyecto Espuela Solar no producirá emisiones de CO_2 a la atmósfera, como generaría una central eléctrica convencional de una capacidad similar.

III.2.5 CONVENIO (NO. 169) SOBRE PUEBLOS INDÍGENAS Y TRIBALES EN PAÍSES INDEPENDIENTES

El objetivo de este acuerdo es garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

Artículo 6.

1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán:

a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente;
b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan;
c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin.

2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.

Artículo 7.

1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.

2. El mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo y del nivel de salud y educación de los pueblos interesados, con su participación y cooperación, deberá ser prioritario en los planes de desarrollo económico global de las regiones donde habitan. Los proyectos

especiales de desarrollo para estas regiones deberán también elaborarse de modo que promuevan dicho mejoramiento.

3. Los gobiernos deberán velar por que, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas.

4. Los gobiernos deberán tomar medidas, en cooperación con los pueblos interesados, para proteger y preservar el medio ambiente de los territorios que habitan.

Vinculación: Las actividades del proyecto Espuela Solar no contravienen derechos ni intereses de población o comunidades indígenas, de conformidad con el análisis de identificación y mapeo de actores clave. En función de la caracterización sociodemográfica del área de influencia, no se identificó la presencia de grupos o personas indígenas.

No obstante, del análisis de vinculación del Proyecto con su entorno, se reconoce su contribución al desarrollo económico local, mediante la generación de empleos directos e indirectos para las poblaciones aledañas, particularmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción

III.2.6 CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES (CITES)

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional al cual se encuentra integrado México. La CITES proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten como se describe a continuación:

En el **Apéndice I** se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.

En el **Apéndice II** se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

Mientras que en el **Apéndice III**, se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio. Los

cambios en el Apéndice III se efectúan de forma diferente que los cambios a los Apéndices I y II, ya que cada Parte tiene derecho a adoptar enmiendas unilaterales al mismo.

En México existen tres autoridades para la CITES: la Autoridad Administrativa está representada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), la Autoridad Científica por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Autoridad de Aplicación de Ley por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Vinculación: Si bien es cierto que en el sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto se presentan especies descritas en la CITES (Ver capítulo III), con el fin de conservar la diversidad biológica y contribuir a su utilización sostenible, teniendo en cuenta lo establecido en el mencionado convenio. En relación con el principio de que ninguna especie de fauna o flora silvestres debe ser sometida —ni continuar siéndolo— a una explotación insostenible derivada del comercio internacional, una vez que, el Proyecto se encuentre en la generación de energía, almacenamiento y el suministro de la misma. Toda vez que el proyecto inicie operación, se reforzará la protección de la biodiversidad local, previniendo impactos negativos sobre especies endémicas, migratorias o de valor ecológico estratégico. Asimismo, el cumplimiento estricto de las disposiciones, autorizaciones y lineamientos emitidos por las autoridades ambientales de nuestro país, serán acatadas a través de mecanismos de aplicabilidad establecida en un reglamento interno de construcción del proyecto.

III.3 LEYES FEDERALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES

III.3.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)[2]

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), fue publicada en 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 1 de abril de 2024. Dicha Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

[2] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

En la tabla siguiente (Ver tabla 1) se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 1. Artículos de la LEGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 28.- La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente.	En cumplimiento a este artículo y dada la naturaleza del Proyecto Espuela Solar, así como de las características y alcances del Proyecto se presenta la presente Manifestación del Impacto Ambiental en su modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa para su recepción, evaluación y dictaminación en materia ambiental.
Artículo 30.-, Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley. Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.	La Promovente, presentará ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la solicitud para la autorización en materia de impacto ambiental, anexando: la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, un resumen del contenido de la MIA regional, y copia para su consulta pública, además del debido pago de los derechos correspondiente a lo señalado en el Artículo 194-H, Fracción III de la Ley Federal de Derechos, homoclave SEMARNAT-04-003-A.
Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del	En observancia de lo dispuesto en este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del Proyecto. En este sentido, toda vez que el desarrollo del Proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos

Artículo	Vinculación con el proyecto
aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	automotores que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, el contratista se encargará de que la maquinaria y vehículos se encuentren en óptimas condiciones, llevando a cabo el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario. Cabe señalar que, el Proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisiones de contaminantes de la atmósfera.
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	La Promovente implementará medidas de mitigación para controlar la generación de partículas ocasionadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, incluida su etapa de abandono. Asimismo, para la etapa de operación y mantenimiento se incorporarán tecnologías de última generación que reduzcan al mínimo la emisión de contaminantes a la atmósfera. En este sentido, toda vez que la ejecución del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se realizará el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que dichos vehículos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT 2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT 2018).
Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.	Durante las diferentes etapas del Proyecto, la Promovente implementará procedimientos para el manejo de sustancias y de residuos peligrosos que se utilicen o generen, evitando la contaminación del agua superficial o subterránea. Los residuos sólidos urbanos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto se depositarán en contenedores con capacidad proporcional a lo que por promedio se genere provistos con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en las zonas de trabajo y desarrollo del proyecto. Dichos contenedores serán posteriormente manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Asimismo, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, serán transportadas y

Artículo	Vinculación con el proyecto
	dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	el Proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Ya que durante la ejecución del Proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria. Asimismo, se evitará el vertimiento de aguas de lavado de maquinaria, herramientas y equipo a cualquier cuerpo o corriente de agua en el suelo o subsuelo. Se implementarán procedimientos específicos para el Manejo de Residuos que establezcan la prohibición de la disposición de residuos sobre suelo natural y de propios cuerpos de agua.
Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: … II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; … V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	La Promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, supervisado la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo. Para prevenir la contaminación del suelo los residuos sólidos urbanos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto se depositarán en contenedores con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los espacios de desarrollo del Proyecto. Dichos contenedores serán posteriormente manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Se procurará que los residuos susceptibles para reutilizarse tales como: madera, papel, vidrio, metales y plásticos, se separen para poder ser enviados a empresas que los aprovechen o depositarse donde la autoridad municipal lo autorice. Asimismo, según las necesidades en cada etapa, se contará invariablemente con un almacén temporal de residuos sobre una base firme (uso de geomembranas o losa prefabricada) que evite infiltraciones. Y sitios cubiertos con material impermeable para el almacenamiento de cualquier sustancia peligrosa. Debido a que la generación de residuos peligrosos se estima será de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del

Artículo	Vinculación con el proyecto
	Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 146.- La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Economía, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento	En función de las características y alcances del Proyecto Espuela Solar, éste no implica ni conlleva realizar alguna actividad altamente riesgosa, conforme a los listados publicados por la Semarnat, El primer listado de actividades altamente riesgosas de SEMARNAT incluye actividades que manejan sustancias tóxicas, y se publicó el 28 de marzo de 1990 y, Segundo listado de actividades altamente riesgosas de SEMARNAT incluye actividades que manejan sustancias inflamables y explosivas publicado el 5 de mayo de 1992.
Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. .	Debido a que el Proyecto generará residuos peligrosos, se deberá avisar a la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento respectivo. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Mediante programa de mantenimiento para la maquinaria pesada y barreras físicas se controlarán las emisiones de ruido ambiental; asimismo, se establecerán horarios diurnos para generar el menor ruido en los horarios de trabajo. las actividades que requieran el uso de maquinaria y equipo que generen ruido en niveles altos, sin rebasar los límites establecidos por la normatividad aplicables, se llevarán a cabo en horario diurno. Asimismo, la maquinaria, equipo y vehículos a utilizar contarán con un programa de mantenimiento, para evitar la generación de ruido y vibraciones.

Derivado de lo descrito, podemos concluir que el Proyecto dará pleno cumplimiento a lo establecido en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA).

III.3.1.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). [3]

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental fue publicado el 30 de mayo del 2000 y la última reforma se realizó el 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

En la tabla siguiente se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 2. Artículos del REIA aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en material de impacto ambiental: Inciso K) Industria Eléctrica Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eolоléctricas 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; Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que El Proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, para el establecimiento de la Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad; contemplando también su abandono y desmantelamiento una vez llegada a la vida útil. En cumplimiento a lo dispuesto por la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental (REIA), se elaboró la manifestación de impacto ambiental en modalidad regional del Proyecto a fin de exponer los componentes del Proyecto que permitan a la Secretaría otorgar la autorización correspondiente.
Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	La Promovente presenta la SEMARNAT la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional para el Proyecto
Artículo 17.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: III. Un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.	La Promovente, en apego a las características, ubicación y alcances del Proyecto, y toda vez que las obras y actividades proyectadas consisten en la instalación de una central de generación eléctrica que se configura como un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretenden llevarse a cabo en una región ecológica determinada, la Promovente atiende lo establecido en este artículo desde el momento en que se emite el actual documento de MIA-Regional.

[3] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; **II.** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y **III.** En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Tal como se describió previamente, el presente estudio impondrá medidas, de prevención, mitigación y en su caso, de compensación, derivadas de los trabajos de preparación de sitio, construcción y operación del proyecto.

III.3.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Este Reglamento es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la LGEEPA en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Tabla 3. Artículos del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En cumplimiento a este artículo se establecerán acciones necesarias para prevenir, reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generen por efecto de la ejecución del Proyecto. En este sentido, y toda vez que el desarrollo del Proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se contempla realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que éstos

Artículo	Vinculación con el proyecto
	operen en óptimas condiciones, maximizando su eficiencia y reduciendo al mínimo la generación de contaminantes. Para el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctico, garantizará que estos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina-NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM 045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARNAT-2018), dicho mantenimiento será responsabilidad del contratista. Así mismo es de recalcar que, el Proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisión de contaminantes de la atmósfera.
Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	En el caso de emitir olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía. Para el caso de las partículas sólidas, se indica que se efectuará la colocación de señalamientos a los costados de la brecha de mantenimiento que indiquen el **límite máximo de velocidad** permitida, el cual será de **30 km/h**, de esta manera se evitará el levantamiento de partículas (polvos) debido al tránsito de los vehículos de obra. Por su parte, el material edáfico producto de las actividades de despalme deberá ser humedecido con agua preferentemente tratada para evitar la propagación de partículas suspendidas durante su traslado, además los camiones serán cubiertos con lona para el mismo fin.

III.3.2 LEY GENERAL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 2018 y en cuya última reforma se publicó el 1 de abril de 2024, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Sus disposiciones son de orden público y de interés social, siendo de observancia general en todo el territorio nacional.

Su objeto es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias en materia forestal entre la Federación, las

entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Tabla 4. Artículos de la LGDFS aplicables al desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
En su **artículo 7**.- Cambio de uso del suelo en terreno forestal: es la remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales; Fracción LXXI: Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; Fracción LVXXX: Vegetación forestal: el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos.	Derivado de la visita realizada en sitio para la obtención de muestreo de la componente de flora silvestre; en el extremo norte del predio de proyecto, el uso de suelo que reporta el INEGI en su carta de Vegetación tipo, escala 1: 250 000, señala un ecosistema de Pastizal Natural en una descripción vegetativa secundaría; Al verificar esta zona se observó que entre el límite del predio y el lote vecino existe un camino perimetral que divide físicamente el terreno, así mismo se constata de que, no existe condición de suelo preferentemente forestal, debido a que existe evidencia de surcado para la producción de forraje (último año cultivado 2018), y dado que el área agrícola actualmente se encuentra en descanso desde la última cosecha del 2020, no hay condición de cobertura o de existencia del tipo de pastizal, ya que incluso el suelo no presenta pastos o especies arvenses que comúnmente aparecen derivado de las prácticas agrícolas y pecuarias.

De esta forma, el Proyecto da cumplimiento a lo previsto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al considerar dentro de su planeación la obtención de este tipo de autorización.

III.3.2.1 Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal sustentable

El reglamento, tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de su competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, el manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración

Tabla 5. Artículos de la LGDFS aplicables al desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 141.- Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el	Conforme, a lo observado en la parte colindante del extremo norte noroeste del predio, donde la carta de Uso de suelo y vegetación tipo indica que existe Pastizal Natural con descripción vegetativa secundaría, se constató en sitio, de que la limitante se trata de un camino perimetral y que el cerco del predio, limita evidentemente con un uso agrícola en descanso, y los rastros de surcado en la zona denotan el trazo de este a oeste aprovechando la pendiente muy suave por la aplicación de riego por gravedad, la condición observada de arbustos dispersos menores de 1.3 m de altura y cuyo diámetro es menos de 5 cm, mismos que no conforman una masa arbórea o densidad de población que permita la provisión de servicios ambientales, además de que no se trata de un terreno que reúna condiciones de Preferentemente Forestal, por lo que No le aplica la realización del Estudio Técnico Justificativo correspondiente, basado en los requisitos indicados en el artículo 141, dando cumplimiento a lo previsto en este reglamento, respecto a los permisos que se deben tramitar para poder ejecutar un cambio de uso de suelo forestal.

Artículo	Vinculación con el proyecto
agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	

III.3.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre[4] fue publicada el 3 de julio de 2000 con la última reforma publicada el 20 de mayo de 2021, es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 6. Artículos de la LGVS aplicables al desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
En su **artículo 4**.- 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	Se prevé la capacitación del personal involucrado en la construcción del Proyecto para que conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.

Artículo	Vinculación con el proyecto
	Así también se establecerá una vez que se inicien con las actividades de preparación de sitio y la construcción de proyecto, un reglamento interno para aplicación de todos los trabajadores de obra, todas las personas participantes durante la preparación de proyecto, así como la Construcción del mismo la restricción de caza, captura, comercialización y aprovechamiento de fauna silvestre existente en el Predio del Proyecto. Asimismo, se informará al personal acerca de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en esta Ley
Articulo 5.- El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	De acuerdo a la ubicación, características y alcances de este, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente, los cuales se identifican y describen detalle en el Capítulo IV de la presente MIA-Regional; sobre las estrategias para la prevención y mitigación de impactos identificados. La ejecución del Proyecto no representaría una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad biológica que el mismo alberga; por lo tanto, no contraviene la política de conservación y protección de la vida silvestre y su hábitat.
Articulo 122.- Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.	Como ya se mencionó la capacitación del personal involucrado en la construcción del Proyecto será aplicada y evidenciada para que conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. Para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.

III.3.3.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Con base en la Ley General de Vida Silvestre, su reglamento y la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Proyecto se compromete a garantizar la protección, conservación y manejo adecuado de la

vida silvestre y su hábitat. Esto se realizará mediante la implementación de un Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna y también para la flora silvestre.

Vinculación

El Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna y la flora silvestre, cumplirá con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, especialmente en lo relativo a las condiciones de manejo, contención, traslado y liberación de ejemplares, garantizando el bienestar animal durante todo el proceso. Además, se aplicarán criterios de prioridad y protección para aquellas especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.3.4 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS[5]

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, 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.

Tabla 7. Vinculación del proyecto con la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: XXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole; XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;	De acuerdo con el proceso constructivo del Proyecto, éste generará residuos sólidos urbanos y residuos de obra civil por la ejecución de la obra, los cuáles serán dispuestos tal como lo estipula la normatividad y las autoridades correspondientes. Para el caso de Los residuos peligrosos que se generen durante las distintas fases del Proyecto se deberán identificar y clasificar de acuerdo con lo establecido por este artículo. En específico se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos. Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada debidamente requisitada para que realice el transporte y disposición final.

[5] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Artículo	Vinculación con el proyecto
XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;	
Artículo 15.- La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos	Durante los trabajos ejecutados para la construcción y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables	La separación de los RSU en observancia de lo que señala este Artículo, se prevé llevar a cabo la separación de los residuos sólidos urbanos en contenedores debidamente rotulados, los cuales serán manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio autorizado.
Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales. **Artículo 40.** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	Se contempla en total apego lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.	Con respecto a la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo	Durante los trabajos ejecutados para el desarrollo del proyecto se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal	Se considera que durante la etapa de preparación y construcción del sitio serán colocados recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo, dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos.
Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	Dentro de las medidas de mitigación para el proyecto se tiene considerado adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción. Los residuos generados se pondrán a disposición según la normativa aplicable. Debido a que la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado.
Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Las medidas que se impondrán para las etapas del proyecto, se dirigirán a evitar la contaminación en cualquier nivel y a cualquier componente ambiental, incluyendo la contaminación derivada del manejo de residuos.
Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas	Durante la ejecución de las obras y de las actividades del proyecto los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá, conforme a lo que dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al

Artículo	Vinculación con el proyecto
por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales. Se establecerá y designará a un encargado de la contratista para llevar una bitácora de registro con información del tipo de residuos generados, volumen, procedencia, fecha de ingreso a almacén y salida a su disposición final.

III.3.4.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Como reglamento de la LGPGIR, es de observancia y aplicación en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT.

Tabla 8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: **a)** Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y **b)** Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan	Para el caso de Los residuos peligrosos que se generen durante las distintas fases del Proyecto se deberán identificar y clasificar de acuerdo con lo establecido por este artículo. En específico se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados;	
Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; **II.** Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y **III.** Micro generador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	Toda vez que el volumen previsto de generación de residuos peligrosos es menor a los 400 kg anuales, el Proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo que establece este artículo.
Artículo 68.- Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información: I. Los micro generadores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones. Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información	En atención a lo establecido en este artículo, cuando se dejen de generar residuos peligrosos derivadas de las actividades y obras del proyecto se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.	
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	En el caso de llevar a cabo almacenamiento de residuos peligrosos de forma temporal, este no excederá el periodo de 6 meses, instruido por reglamento interior de obra del proyecto.
Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.	Los envases utilizados en el manejo y transporte de los residuos peligrosos generados, se reutilizarán siempre y cuando mantengan las características idóneas y suficientes para evitar la liberación de los materiales y/o residuos peligrosos que debieran contener. Una vez terminada su vida útil, estos envases deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos.

III.3.5 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO[6]

La ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en México. Tiene por objeto fomentar la difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático y establecer las bases para la concertación con la sociedad, entre otros.

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

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 2. Esta ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el	El presente proyecto dará cumplimiento a todos los reglamentos federales, estatales y municipales con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran ser considerados peligrosos o dañinos al medio ambiente. El estudio y proyecto toma en consideración todas las medidas de mitigación y prevención que se recomiendan en la presente ley. Se ejecutarán diversas acciones ambientales para evitar o minimizar los impactos sobre el medio ambiente, cumpliendo de esta manera con los principios que señala la política nacional de cambio climático, que son: precaución, prevención y responsabilidad ambiental.

[6] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Artículo	Vinculación con el proyecto
artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.	
Artículo 26.- En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; IX. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y X. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales	Se establece el diseño y confección de las medidas para prevenir y reducir al mínimo la emisión de contaminantes que provocan el cambio climático, en las cuales se deberán llevar a cabo en tiempo y forma dichas acciones preventivas, de mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se describen en el Capítulo VI de esta MIA-Regional. Se impartirá capacitación del personal involucrado en el Proyecto sobre el tema de cambio climático, para concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos. Debido a que el desarrollo del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041 SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018)

III.5.1.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE) [7]tiene como objetivo principal establecer las normas para la recopilación, gestión y uso de información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en México. El Reglamento regula el registro de emisiones directas e indirectas, las fuentes emisoras, los gases a reportar, los sectores y subsectores a los que se aplica, y las obligaciones de los reportes.

En la tabla siguiente se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 10. Artículos del Reglamento LGCC en Materia del RNE aplicables al Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
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, y b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos.	El proyecto en su etapa de Operación y mantenimiento se apegará a este reglamento y demás normatividad aplicable
Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento; V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual,	La promovente en cumplimiento con este artículo se apegará a lo establecido a la normatividad aplicable durante todas las etapas del proyecto.

[7] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/reglev/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf

Artículo	Vinculación con el proyecto
cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales; VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas, así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación.	

III.3.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

Como Ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, así como de carácter de público e interés social.

El objeto de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 11. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) aplicables al Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 85.- En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:	Considerando la importancia del recurso agua de la zona, como parte del manejo ambiental que se realizará en el Proyecto, se contemplan acciones enfocadas a su uso racional, así como para la prevención de su contaminación, teniendo como base la concientización ambiental de todo el personal que labore en el Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	
Artículo 86 Bis 2.- Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El proyecto contempla las estrategias preventivas, así como de las medidas de protección necesarias para la preservación del agua en su calidad y cantidad, por lo cual el promovente se obliga a cumplir con las actividades y normas para lograr este objetivo
Artículo 91 Bis.- Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por Autoridad competente.	El manejo y disposición de las aguas residuales que se generen en las distintas etapas del Proyecto se realizará a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los permisos de descarga autorizados.
Artículo 113.- La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley	La Promovente de proyecto solicitará a la CONAGUA Dirección local de Guanajuato, mediante informe de compatibilidad la constancia de no inconveniente por la construcción del Proyecto Espuela Solar, en la zona dentro del área correspondiente, sujetándose a las disposiciones de no afectación a bienes nacionales administrados por dicha CONAGUA. Para la obtención de esta dictaminación, se emitirá los cuadros de construcción del emplazamiento de obra del proyecto Espuela Solar que consiste de Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad del proyecto.

III.6.1.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

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

Tabla 12. Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; (…) XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.	No se realizarán descargas directas durante el desarrollo del proyecto, las descargas indirectas "controladas" corresponderán al uso de sanitarios portátiles, que se colectan en dispositivos móviles, para su posterior limpieza, disposición y traslado a PTAR o sitio debidamente autorizado, las cuales quedarían sujetas al manejo y disposición de un proveedor que contará con las autorizaciones y permisos necesarios para ello; entre los cuales deberá de contar con el permiso para la colecta, transporte y disposición de aguas residuales así también del cumplimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes dispuestos en la normatividad aplicable al sitio de su descarga final autorizado por la SEMARNAT.
Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Se conciben las estrategias preventivas y las medidas de protección oportunas para evitar la contaminación del agua, siendo las de mayor relevancia las medidas correspondientes al manejo de residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto (sólidos urbanos, manejo especial, y peligrosos)

III.3.7 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental fue publicada en el DOF el 7 de junio de 2013 y su última reforma el 20 de mayo de 2021, siendo el ordenamiento que regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

Tabla 13. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental aplicables al Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5.- (…) Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.:	En las diferentes etapas del Proyecto se verificará y se otorgará el seguimiento de que No se realice ningún acto u omisión de forma dolosa que pueda dañar a los ecosistemas o al medio ambiente de la zona, esto se implementará a través de un reglamento interno de construcción, operación y mantenimiento, cotejando también la etapa de cierre, abandono y desmantelamiento.
Artículo 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, **II.** No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las	La promovente del desarrollo del Proyecto Espuela Solar, someterá la presente MIA regional para su evaluación, y dictaminación correspondiente, mediante la cual se informan los posibles impactos ambientales por el desarrollo del Proyecto, así como las medidas que se deberán de aplicar para prevenir, mitigar, restaurar o compensar dichos impactos. Una vez que se tenga la autorización en materia de impacto ambiental, la Promovente se sujetará al cumplimiento de los términos y condicionantes de los resolutivos correspondientes.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	

III.3.8 LEY DEL SECTOR ELECTRICO

La Ley del Sector Eléctrico es parte de una reforma energética que busca redefinir el marco regulatorio del sector en México, con la promulgación de la Ley de la Industria Eléctrica el 18 de marzo de 2025, que promueve el desarrollo sustentable, la operación continua y eficiente de la energía, el servicio universal, y el **uso de energías limpias**. La reforma busca fortalecer la rectoría del Estado en el sector energético, reconfigurando la participación privada y creando un nuevo marco para la planeación y regulación.

En la tabla siguiente se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 14. Artículos de la Ley del Sector eléctrico, aplicables al Proyecto.

Articulo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional, III. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico, V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional.	El Proyecto Espuela Solar tiene la congruencia de lo establecido en este artículo y coadyuvará a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia energética debido que, éste involucra la generación de energía asociado a una fuente de generación de energía limpia.
Artículo 16.- La generación de energía eléctrica en Centrales Eléctricas puede ser realizada por el Estado, los particulares por sí mismos o en conjunto en esquemas de inversión mixta, en los términos establecidos en la presente Ley.	La Promovente junto con la contratista para el desarrollo del proyecto cumple con el marco normativo que permite la participación de inversionistas privados en el desarrollo del sector eléctrico, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y al fortalecimiento en la generación de energía para suministro al sistema eléctrico nacional.

Articulo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional, III. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico, V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional.	El Proyecto Espuela Solar tiene la congruencia de lo establecido en este artículo y coadyuvará a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia energética debido que, éste involucra la generación de energía asociado a una fuente de generación de energía limpia.
Artículo 19.- Todas las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.7 MW deben contar con permiso de generación vigente en los términos establecidos en esta Ley. Las Centrales Eléctricas con capacidad menor a 0.7 MW son Generadoras Exentas y no requieren permiso para generar energía eléctrica.	El Proyecto Espuela Solar, puesto que tendrá una capacidad mayor a 0.7 MW, se gestionará y obtendrá un permiso de generación vigente ante la Comisión Nacional de Energía (CNE), cumpliendo con los requisitos y lineamientos establecidos en la ley. El Proyecto se desarrollará conforme al marco regulatorio aplicable, garantizando su viabilidad legal y operativa dentro del Sistema Eléctrico Nacional.
Artículo 21.- Todas las Centrales Eléctricas con permiso de generación que participen en el Mercado Eléctrico Mayorista deben ser representadas por una Generadora Participante del Mercado Eléctrico Mayorista, de acuerdo con lo establecido en las Reglas del Mercado y la regulación aplicable.	El Proyecto se registrará bajo una empresa generadora autorizada que cuente con las capacidades técnicas y administrativas para operar en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), asegurando el cumplimiento de las disposiciones establecidas por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y la CNE. De esta manera, el Proyecto podrá comercializar la energía generada de acuerdo con los mecanismos de despacho y liquidación del mercado, garantizando su integración eficiente y legal en el Sistema Eléctrico Nacional. Consciente del respeto a los derechos humanos, la Promovente del proyecto someterá a Evaluación del Manifiesto del Impacto Social ante la Sener. Para el desarrollo del Proyecto Espuela Solar, integrará en apego a las Disposiciones administrativas de carácter general sobre la Evaluación de Impacto Social en el sector energético publicadas en el diario oficial de la federación el 16 de febrero de 2026. Así como de los formatos requisitados para la presentación de la Manifestación de Impacto Social del Sector Eléctrico, correspondiente a la configuración y características del proyecto. La promovente se apegará conforme a lo Establecido por la Dirección General de Impacto Social en el sector energético y ocupación superficial; la presentación de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (MISSE).
Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afro mexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.	
Artículo 136.- La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos: I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo; II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto;	

Articulo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional, III. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico, V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional.	El Proyecto Espuela Solar tiene la congruencia de lo establecido en este artículo y coadyuvará a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia energética debido que, éste involucra la generación de energía asociado a una fuente de generación de energía limpia.
III. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto. En el Reglamento y las Disposiciones administrativas de carácter general se deben establecer los elementos para definir el monto de inversión anual de los planes de gestión social, así como los contenidos específicos, características y las modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.	

III.3.8.1 Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico

El Reglamento a la Ley del Sector Eléctrico (RLSE) fue publicado el día 3 de octubre de 2025 en el Diario Oficial de la Federación, es de observancia general y obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley del Sector Eléctrico que regulan la planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, el almacenamiento y la comercialización de energía eléctrica, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico.

Tabla 15. Artículos del Reglamento de la LSE, aplicables al desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Articulo 19.- Los permisos y autorizaciones que, conforme a la Ley pueden otorgarse, son los siguientes: En el caso de la CNE: I. Permiso de generación de energía eléctrica para: a) Autoconsumo, y b) Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista. Estos permisos pueden comprender la modalidad de cogeneración. II. Permiso de comercialización, en las siguientes modalidades: a) Suministradora de Servicios Básicos; b) Suministradora de Último Recurso; c) Suministradora de Servicios Calificados, y III. Permiso de almacenamiento de energía eléctrica. En el caso de la Secretaría, son las autorizaciones siguientes: i). Importación; ii). Exportación, y iii). Manifestación de Impacto Social del Sector Energético El procedimiento, la información y los plazos de vigencia, bajo los cuales se deben otorgar los permisos y autorizaciones, emitidos por la Secretaría o la CNE, en el ámbito de su competencia, deben establecerse en las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de permisos o autorizaciones emitan, de conformidad con sus atribuciones, salvo por lo que respecta a las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, en cuyo caso, se debe estar conforme a lo previsto en las disposiciones administrativas en materia del impacto social.	La promovente del Proyecto Espuela Solar, solicitará ante la CNE el permiso correspondiente para la generación y transmisión de energía eléctrica, derivada de fuentes de energías limpias o renovables. Además, como la Promovente solicitará la Evaluación del Impacto Social, hoy Manifestación de Impacto Social, ante la SENER en apego a las disposiciones vigentes de acuerdo a su actualización.
Artículo 23.- Las solicitudes de permisos y autorizaciones, así como sus modificaciones se deben presentar en los formatos autorizados por la Secretaría o la CNE, de acuerdo con sus atribuciones, los cuales deben detallar además de los requisitos establecidos en el artículo 151 de la Ley, lo siguiente: I. Formato debidamente requisitado y firmado por la promovente, con lo siguiente:	Los permisos que solicite y de aquellos que se tengan en ingreso y en proceso por parte de la Promovente del proyecto cubrirán los requisitos legales que establece alas solicitudes de los trámites correspondientes, además de atender a las disposiciones normativas vigentes al momento que fueron ingresados o que se ingresen. Sin embargo, para poder tramitar dichos permisos se requiere el acuse de la a solicitud o la autorización de impacto ambiental que se somete a evaluación ante esa

Artículo	Vinculación con el proyecto
a) Nombre, denominación o razón social de la persona solicitante; b) Domicilio para oír y recibir notificaciones, incluida una dirección de correo electrónico; c) Nombre, domicilio y dirección de correo electrónico de las personas autorizadas para recibir notificaciones; d) Manifestación bajo protesta de decir verdad, respecto a que: 1. No se encuentra en el directorio de licitantes, proveedores o contratistas sancionados por autoridad competente; 2. No se encuentra incluida en la relación de contribuyentes con operaciones presuntamente inexistentes al que se refiere el artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación; 3. No participa ni ejerce actividades ilícitas, y que no realiza ni ha sido sancionada por actos de corrupción; 4. Tiene conocimiento del marco regulatorio aplicable a la actividad a desarrollar, y se compromete a cumplirlo; 5. Otorga su consentimiento para recibir notificaciones, requerimientos y las comunicaciones derivadas del trámite por medios electrónicos, y 6. Para el caso de la solicitud del permiso de generación de energía eléctrica, en la modalidad de autoconsumo ligado a un Grupo de Autoconsumo, debe señalar que las Usuarias de Autoconsumo van a satisfacer sus necesidades de energía eléctrica a través de una Red Particular; e) La información técnica y operativa del proyecto: 1. Domicilio del proyecto, instalación o infraestructura, así como las coordenadas geodésicas en un plano georreferenciado; 2. Monto estimado de inversión; 3. Uso, aplicaciones y destino de la energía eléctrica o Productos Asociados o al Suministro Eléctrico, en su caso; 4. Procesos y fases operativas de desarrollo del proyecto o la actividad sujeta a permiso o autorización, según corresponda; 5. Tipo de tecnología, Capacidad Instalada y recurso energético asociado a emplear, así como combustibles, flujos térmicos, biomasa u otras fuentes de energía que sean aplicables;	unidad administrativa facultada de dictaminar y resolver la gestión correspondiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
6. Proyección técnica y operativa del proyecto, que debe incluir, según el tipo de actividad regulada, la potencia, capacidad, transacciones u operación anual estimada; 7. Número de acuse de recepción, o en su caso, de la autorización definitiva en materia de Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, y 8. Cronograma calendarizado del desarrollo técnico y financiero del proyecto; II. Acreditar su capacidad jurídica: a) Para personas morales: 1. Acta constitutiva y, en su caso, las modificaciones inscritas en el registro público de comercio correspondiente, con las que acredite su existencia legal y que, para permisos de generación bajo la figura de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista o de Comercialización, su objeto social se encuentra directamente vinculado con la actividad regulada a desarrollar, y 2. Diagrama de la estructura accionaria y corporativa que incluya los porcentajes de participación en el capital social y la identificación de las personas físicas o morales que ejerzan control directo o indirecto sobre la sociedad; III. Constancia de situación fiscal que acredite la inscripción de la persona solicitante y del representante legal en el Registro Federal de Contribuyentes, su domicilio fiscal, así como las actividades económicas vinculadas a la actividad regulada con la opinión del cumplimiento de obligaciones fiscales en sentido positivo; IV. Acreditar la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio; V. Acreditar el pago de derechos o aprovechamientos correspondientes, VI. Acuse de recepción o en su caso, autorización en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente, así como cualquier documento que lo modifique o sustituya, y VII. La demás información y documentación que se determine en las disposiciones normativas que para tal efecto se emitan. Los permisos o autorizaciones	

Artículo	Vinculación con el proyecto
se deben otorgar a todas aquellas personas físicas o morales que cumplan con los requisitos establecidos en este reglamento y en las Disposiciones administrativas de carácter general que para tal efecto expida la Secretaría o la CNE, según corresponda. Para el caso de las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, se debe estar a lo previsto en el Capítulo I del Título Sexto del presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general en materia de impacto social. La acreditación de la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio a que se refiere la fracción IV del presente artículo, no resulta aplicable al permiso de generación de energía eléctrica de Centrales Eléctricas que pretendan realizar el aprovechamiento de un yacimiento geotérmico o del recurso hidráulico, toda vez que dichas actividades están sujetas al cumplimiento de las disposiciones en materia de uso y ocupación superficial. En ningún caso se debe iniciar la construcción, el desarrollo o la ejecución de la infraestructura asociada al permiso o autorización, hasta contar con la autorización definitiva en materia de impacto social correspondiente, emitida por la autoridad competente, y se haya notificado formalmente su obtención a la Secretaría o a la CNE, según corresponda.	
Artículo 34.- A efecto de dar cumplimiento a los objetivos en materia de Justicia Energética que establece la Ley, la Secretaría debe promover mecanismos para facilitar el acceso a la infraestructura y a la energía eléctrica en condiciones confiables, asequibles, seguras y limpias para la atención de necesidades básicas, para lo cual debe considerar la reducción de sus impactos negativos en la salud y el medio ambiente, a través de las siguientes estrategias: […] II. Fomento a la descarbonización y eficiencia energética para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica por parte de las Usuarias Finales;	El Proyecto se ajusta a lo señalado en esta estrategia de justificación energética, ya que fomenta la descarbonización, para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica. Al tratarse de la Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad, que generará energía eléctrica a través del aprovechamiento de la radiación del Sol en la zona, lo cual se considera como una fuente renovable y limpia.
Artículo 62.- Los proyectos de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista, las empresas públicas del Estado y de las personas particulares están sujetos a los criterios de planeación vinculante. La operación de las Centrales Eléctricas en el Mercado Eléctrico Mayorista se debe efectuar de acuerdo con lo previsto en la Ley, el presente reglamento, las Reglas del	Para la generación de energía eléctrica del Proyecto se cumplirá a cabalidad con la LSE, su reglamento y las demás disposiciones administrativas de carácter general vigentes aplicables y conforme a su actualización correspondiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Mercado y las demás disposiciones administrativas de carácter general aplicables.	
Artículo 63.- El Estado y las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada. Para tales efectos, deben llevar a cabo los trámites correspondientes ante el CENACE y solicitar las autorizaciones y permisos correspondientes en los términos previstos en la Ley, el presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general que resulten aplicables.	La promovente del proyecto lleva a cabo las gestiones para las autorizaciones y permisos correspondientes asociados a la generación de energía de una Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET) y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad; todo ello ante las unidades administrativas facultadas de dictaminar y resolver los trámites correspondientes.
Artículo 67.- Las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada, siempre y cuando no se contrapongan con la planeación vinculante en los términos previstos en la Ley y el presente reglamento, así como la Ley de Planeación y Transición Energética y su reglamento. Para tales efectos, el CENACE, a solicitud de las personas particulares, debe realizar los estudios necesarios para su interconexión, en coordinación con la Empresa Pública del Estado. Dentro del plazo de veinte días hábiles contados a partir de la publicación del Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico, el CENACE debe publicar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión para el Sistema Eléctrico Nacional, con el objeto de recibir solicitudes de interconexión por parte de las personas particulares interesadas en desarrollar una nueva Central Eléctrica. Las solicitudes de estudios de interconexión por parte de las personas particulares deben considerar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión, vigentes. La modalidad de interconexión se considera como la disponibilidad de entrega física en todos los casos, hasta la capacidad instalada solicitada a interconectar. Antes del inicio de la construcción, los proyectos deben contar con la autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético como refiere el artículo 205 de este reglamento y, acreditar el inicio de los trámites relativos a los estudios de interconexión ante el CENACE, así como contar con las demás autorizaciones, permisos y trámites correspondientes.	Se determina que el proyecto resulta compatible, dado que la Promovente es un particular y no se contrapone con la planeación vinculante, ni con las leyes ni sus reglamentos. Cabe destacar que, entre las gestiones aplicables para el desarrollo del proyecto, se contempla la integración de la manifestación de Impacto Social, en apego a las Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de evaluación del impacto social del sector energético, vigentes y aplicables al proyecto, conforme a su actualización y publicación en el DOF.
Artículo 201.- Deben presentar para autorización de la Secretaría, la Manifestación de Impacto Social del	Como ya de indicó la promovente del Proyecto Espuela Solar, contempla la integración de la Manifestación de Impacto Social, en apego a las Disposiciones

Artículo	Vinculación con el proyecto
Sector Energético a que se refiere el artículo 136 de la Ley, la Empresa Pública del Estado y las personas interesadas en desarrollar proyectos del sector eléctrico sujetos a autorización o permiso en términos de la Ley y el presente reglamento, así como de las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de impacto social emita la Secretaría. Las disposiciones administrativas de carácter general deben señalar los formatos, requisitos y características que, además de las previstas en el artículo 136 de la Ley, deben contener las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, así como las modalidades en las que se puede presentar. **Artículo 202.** La autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético tiene validez, siempre y cuando el proyecto no sufra modificaciones sustanciales. **…** **Transitorios** **Décimo Primero.** Los trámites en materia de impacto social y ocupación superficial, que se hayan ingresado con anterioridad a la entrada en vigor de este ordenamiento y que se encuentren pendientes de resolución, se deben substanciar conforme a la normatividad vigente al momento de su presentación. En caso de modificación sustancial de proyectos que cuenten con resolución de Evaluación de Impacto Social emitida en términos de la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento, se debe presentar la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, la cual se debe tramitar y resolver conforme lo establecido en el presente reglamento y demás disposiciones normativas aplicables.	Administrativas de Carácter General en materia de evaluación del impacto social del sector energético, vigentes y aplicables al proyecto de acuerdo a su actualización, toda vez que se publiquen en el DOF.

La promovente del desarrollo del Proyecto Espuela Solar, someterá en la presente MIA regional para su evaluación, y dictaminación correspondiente, mediante la cual se identifican y evalúan los posibles impactos ambientales por el desarrollo del Proyecto, así como del diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de impactos, aplicables a través de las medidas que se deberán de aplicar para prevenir, mitigar, y la protección de los impactos.

Una vez que se tenga la dictaminación sobre la resolución de la evaluación en materia de impacto ambiental, la Promovente se sujetará al cumplimiento de los términos y condicionantes establecidos en la resolución correspondiente.

III.3.9 LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025, es de orden público e interés social, y tiene por objeto reglar 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.

Tabla 16. Vinculación del Proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 2.- Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros: I. Garantizar que la planeación vinculante permita la prevalencia de la Comisión Federal de Electricidad en las actividades del sector eléctrico, toda vez que esta es la garante de la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad y del Sistema Eléctrico Nacional. III. Impulsar los proyectos de infraestructura estratégicos necesarios para cumplir con la política energética nacional y su ejecución; IV. Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético; VII. Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público; X. Promover el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y de los recursos renovables, la economía circular y el aprovechamiento de los residuos para fines energéticos.	Este proyecto es concordante con el art. 2 de la Ley de transición energética; ya que incide directamente con la participación de energías limpias en el Servicio Eléctrico Nacional, contribuye al cumplimiento de metas de energía limpia y reducción de emisiones contaminantes coadyuva a las metas contenidas en los diferentes instrumentos normativos de las dependencias de la Administración Federal; en materia de energías limpias y eficiencia energética.

Artículo	Vinculación con el proyecto
XII. Apoyar el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.	
Artículo 8.- Para efectos de esta Ley, corresponde a la Secretaría. VIII. Planear la construcción de las obras de infraestructura del Sector Energético que faciliten el desarrollo de proyectos para la Transición Energética y la Generación Limpia Distribuida en condiciones de viabilidad económica y que fomenten el desarrollo social; XIX. Implementar y promover las mejores prácticas internacionales en la planeación, diseño y ejecución de programas y proyectos de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía	El Proyecto consiste en utilizar energía solar para generar energía eléctrica, por lo que, con su implementación se impulsará el aprovechamiento energético de recursos renovables. La adopción del Proyecto se alinea en su diseño al incorporar las mejores prácticas internacionales en cuanto a su diseño y operación.
Artículo 26.- Las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias establecidas en la Estrategia, deben constituir porcentajes mínimos en relación con el total de generación de electricidad en México.	Basado a lo mencionado, el Proyecto es un claro mecanismo para la implementación de las políticas y objetivos señalados en dicho artículo de la LPTE.
Artículo 25.- Los escenarios de largo plazo tienen un horizonte al menos de 30 años y los de mediano plazo de 15 años. La Estrategia debe incluir, al menos, las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias, Eficiencia Energética, reducción de la Pobreza Energética, electrificación de los usos finales de la energía y reducción de Emisiones Contaminantes que deben reflejar las aportaciones del Sector Energético a los compromisos en materia de cambio climático de México.	El Proyecto es acorde con los principios y objetivos que impulsaron la Ley de Planeación y Transición Energética, en el sentido que el proyecto se concibe para la generación de energía a través de fuentes limpias y renovables impulsando la consecución de las metas fijadas por el gobierno mexicano para la transición energética nacional.
Artículo 26.- Las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias establecidas en la Estrategia, deben constituir porcentajes mínimos en relación con el total de generación de electricidad en México.	Basado a lo mencionado, el Proyecto es un claro mecanismo para la implementación de las políticas y objetivos señalados en dicho artículo de la LPTE.

El objeto de establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin

de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética, Por lo que el proyecto se alinea acorde al objeto y la naturaleza de su concepción y diseño.

III.3.9.1 Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética

El Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética (RLPTE) fue publicado el día 3 de octubre de 2025 en el Diario Oficial de la Federación y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Planeación y Transición Energética en lo que se refiere a la planeación vinculante del Sector Energético, el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de contribuir con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética.

Tabla 17. Vinculación del Proyecto el Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 25.- La Secretaría debe definir las metas a incluir en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético, que pueden ser modificadas como parte de la actualización de cada uno de estos instrumentos de acuerdo con la evolución del Sector Energético, siempre que no impliquen un retroceso en las metas establecidas previamente. Dichas metas deben ser expresadas en porcentajes, tasas o indicadores cuantitativos equivalentes y referidos a lo siguiente: I. Participación en: **a) Energías Limpias en la generación de energía eléctrica;** **b) Energías Renovables en la capacidad firme para la generación de energía eléctrica;** c) Electrificación de los usos finales de la energía; d) Energías Renovables en los usos finales de la energía; e) Energías Renovables en la oferta interna de energía, y f) Producción y aprovechamiento de Biocombustibles; II. **Reducción de**: a) Pobreza Energética; b) Intensidad energética del consumo final; c) **Emisiones de gases** y **compuestos de efecto invernadero**, y	El Proyecto Espuela Solar, resulta ser compatible, dado que su naturaleza se trata de una Planta Fotovoltaica que generará energía eléctrica aprovechando la radiación solar de la zona y se encuentra dentro de las metas de reducción de emisiones de los GEI. Así mismo como coadyuvante en la política y la planeación de largo plazo planteada, participa en la generación y su principio fundamental de la Justicia energética; buscando reducir el acceso a la energía, así como promoviendo la equidad en la participación social y económica del sector eléctrico.

Artículo	Vinculación con el proyecto
d) Fugas, venteo de metano y el aprovechamiento energético de su captura. Con independencia de lo establecido en las fracciones anteriores, la Secretaría puede expresar las metas para el Sector Energético en términos de otros porcentajes, tasas o indicadores que para tal efecto determine.	

III.3.10 LEY DE LOS ÓRGANOS REGULADORES EN MATERIA ENERGÉTICA

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y su última reforma el 20 de mayo de 2021, tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía) y establecer sus competencias como se enuncia a continuación.

Tabla 18. Vinculación del Proyecto con la Ley de los Órganos Reguladores en materia Energética

Articulo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 41.- Además de las atribuciones establecidas en la Ley de Hidrocarburos, la Ley de la Industria Eléctrica y las demás leyes aplicables, la Comisión Reguladora de Energía deberá regular y promover el desarrollo eficiente de las siguientes actividades:	Con el desarrollo del Proyecto Espuela Solar coadyuvará a que la hoy Comisión Nacional de Energía cumpla con su papel de promotor del desarrollo eficiente de proyectos en el sector energético, ya que se producirá energía eléctrica mediante el uso de fuentes de energía renovables como la energía solar, energía considerada como "limpia" y no contaminante por evitar una influencia negativa sobre el medio ambiente y hacer posible el desarrollo sostenible.

III.3.11 PLAN DE DESARROLLO DEL SECTOR ENERGÉTICO

El pasado 17 de octubre de 2025, la Secretaría de Energía (SENER) publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Plan de Desarrollo del Sector Energético (PLADESE), en el cual se establecen los objetivos del sector eléctrico para los años 2025-2039. El objetivo principal del PLADESE consiste en garantizar un suministro eléctrico suficiente, sustentable, confiable y asequible, a través de la expansión y modernización de la infraestructura; fortaleciendo así la capacidad de generación orientada con energías limpias.

El PLADESE, considera los "Cien Compromisos para el seguimiento del Segundo Piso de la cuarta Transformación", en particular aquellos compromisos incluidos en el apartado "X. República Soberana y con Energía Sustentable", que se enuncian a continuación:

- Fortalecimiento de PEMEX y CFE como empresas públicas del Estado
- CFE garantizará el 54% de la generación eléctrica
- **Impulso a energías renovables** y
- Programa de paneles solares para viviendas en el norte del país

Por su parte, también el PLADESE se encuentra en concordancia con la política energética nacional y a las acciones a las que hace referencia la Presidencia de la República, tales como:

- Estrategia Nacional del Sector Eléctrico
- Plan de Fortalecimiento y Expansión del Sistema Eléctrico Nacional 2025-2030
- Plan México
- Plan de Fortalecimiento y Expansión 2025-2030

Cabe destacar que dentro del PLADESE, se considera una adición de **14,046 MW** para el horizonte 2027-2030 con la **participación del 60% de energías renovables**

En este sentido de la vinculación con los todos los objetivos específicos mismos que se desprenden de las generalidades del sector, se confirma la concordancia que guarda el proyecto Espuela Solar, como coadyuvante a la aportación de la energía que lograría generar a partir de la tecnología fotovoltaica, aprovechando la radiación comprada de la zona, donde se pretende llevar a cabo su construcción y operación y respectivo mantenimiento.

III.3.12 DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL PARA LA PLANEACIÓN VINCULANTE EN LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El día 17 de octubre de 2025, la SENER transmitió la publicación en el Diarios Oficial de la Federación (DOF), las Disposiciones administrativas de Carácter General para la Planeación Vinculante en la actividad de generación de energía eléctrica. Dichas disposiciones, tienen como objetivo establecer los criterios de planeación vinculante para la evaluación y el otorgamiento de permisos de generación de energía eléctrica.

En este contexto, la SENER busca alinear los proyectos de generación eléctrica con los instrumentos de planeación del Sector Energético asegurando así, su viabilidad, con estos Criterios que se prevén en el artículo 4 de las citadas disposiciones, expresadas en los siguientes términos:

Tabla 19. Vinculación del proyecto con la Planeación Vinculante en actividad de generación eléctrica.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 4.- Los criterios de planeación Vinculante establecidos en las Disposiciones son los que la CNE debe considerar para evaluar que los proyectos asociados a las solicitudes de permisos de generación de energía eléctrica cumplen con la planeación vinculante y están alineados a los instrumentos de Planeación del Sector Energético aplicables, en los términos de la Ley del Sector Eléctrico, la Ley de Planeación y Transición Energética y sus Reglamentos (…) I. Contribución a la satisfacción de la demanda y accesibilidad de electricidad. II. Confiabilidad, Continuidad, Calidad y Seguridad del SEN III. Eficiencia en el Sector Eléctrico IV. Transición Energética y Sostenibilidad del SEN V. Prevalencia VI. Justicia Energética VII. Innovación y desarrollo Tecnológico	El Proyecto Espuela Solar, resulta vinculante al objeto de alinearse con los instrumentos de regulación, los cuales se orientan con la **Planeación del Sector Energético,** en específico los que se desprenden de la Ley Sector Eléctrico, Ley de Planeación y Transición Energética y sus respectivos reglamentos, por lo que el proyecto se concibe, se diseña y configura técnica, legal y con enfoque Sostenible para cubrir a satisfacción de la demanda, eficiencia, prevalencia con la seguridad, calidad y tecnología de la generación de la energía eléctrica.
Artículo 6.- La Comisión Nacional de Energía debe determinar que un proyecto asociado a la solicitud de un permiso de generación de energía eléctrica cumple con la planeación vinculante cuando atiende cada uno de los criterios establecidos en el artículo 4 de estas Disposiciones.	En este artículo se indica que la Comisión Nacional de Energía (CNE) cumple con los criterios de planeación vinculante, ya que el Proyecto se supeditará a la solicitud del permiso correspondiente de generación.

III.3.13 CONVOCATORIA PARA LA ATENCIÓN PRIORITARIA DE SOLICITUDES DE PERMISOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA E INTERCONEXIÓN AL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.

Que el 17 de octubre de 2025, la SENER publicó la Convocatoria para la atención prioritaria de solicitudes de permisos de generación eléctrica e Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, alienados a la Planeación Vinculante, en dicha convocatoria establece el mecanismo para la atención prioritaria de permisos de generación eléctrica y del o los estudios para su pretendida interconexión ante el CENACE; para desarrollo de centrales eléctricas que son estratégicas y prioritarias en la planeación vinculante del sector eléctrico hasta el año 2030 para dotar de mayor accesibilidad, calidad, confiabilidad, continuidad, eficiencia, seguridad y sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

La misma convocatoria, permite ordenar y agilizar los trámites del registro, evaluación y seguimiento de proyectos asociados a las solicitudes e permisos de generación de energía eléctrica que cumplan con los requisitos aplicables, que se alineen con la planeación vinculante y se desarrollen conforme a los criterios técnicos y normativos definidos en la convocatoria.

De igual forma, la Convocatoria forma parte de los mecanismos específicos para el desarrollo de proyectos estratégicos y prioritarios alineados a la planeación vinculante, con el propósito de asegurar una planeación ordenada y coherente con los requerimientos de capacidad de generación del SEN, en atención a las necesidades energéticas del país y en concordancia con el PLADESE.

Los proyectos asociados a las solicitudes de permisos de generación de energía eléctrica derivados de la Convocatoria, deben:

I. Ubicarse en las regiones identificadas en la planeación vinculante, conforme a los bloques de adición de capacidad contenidas en el Anexo Técnico de la convocatoria
II. Alinearse a los requerimientos técnicos, tecnología de generación eléctrica y fechas de Entrada en Operación Comercial determinadas en el Anexo Técnico y
III. En su caso, presentar evidencia documental de trámites de viabilidad técnica, social y ambiental efectuados ante autoridades competentes, tales como la SENER, el CENACE y al Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Cabe destacar que, la Convocatoria está dirigida a las personas particulares interesadas en desarrollar nuevos proyectos de generación eléctrica con capacidad igual o mayor a 0.7 MW que

pretendan interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional y que se encuentren alineados con los criterios y necesidades identificados en la planeación vinculante definida en el Anexo Técnico, incluyendo confiabilidad, transición energética, soberanía, justicia energética e innovación tecnológica.

Para identificar la Vinculación del Proyecto Espuela Solar a continuación, se presenta la solicitud de registro de Planeación Vinculante, de cara a considerar y formalizar un proyecto estratégico prioritario, así como de las documentales previas de la gestión ante las diversas unidades administrativas facultadas en la obtención de estos requisitos.

III.4 LEYES LOCALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES

III.4.1 REGLAMENTO DE ZONIFICACIÓN Y USOS DEL SUELO PARA EL MUNICIPIO DE DOLORES HIDALGO, GUANAJUATO

Que, en su última reforma del Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo para el Municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato, mediante Acuerdo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado número 47, Segunda Parte, de fecha 06 de marzo de 2018. Establece los preceptos de observancia general en el centro de población de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, son de orden público e interés social.

Tabla 20. Reglamento de Zonificación y Usos del suelo para el municipio de Dolores Hidalgo

Artículo	Vinculación
Artículo 10.- Son atribuciones de la Dirección de Desarrollo Urbano Municipal, las siguientes: V. Expedir la licencia de factibilidad de uso de suelo. VI. Expedir las licencias que señala el presente Reglamento; VII. Emitir las certificaciones de uso de suelo; (…)	La Promovente del proyecto, tiene identificado entre las consultas de compatibilidad de suelo para el desarrollo de Espuela Solar, los permisos de ingeniería complementarios para efectuar los trámites a lugar de Licencias, permisos y certificaciones locales.
Artículo 13.- Los estudios, dictámenes o acuerdos para autorizar los diferentes usos del suelo en áreas y predios, deberán ser compatibles con lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial; cumplir con los requisitos y procedimientos que señalan en este Reglamento y demás Reglamentos aplicables en materia urbana.	La promovente, se da por enterado del precepto de este artículo y ha realizado la identificación de los permisos de ingeniería complementaria para otorgar el cumplimiento

Artículo	Vinculación
Ningún uso del suelo se podrá llevar a cabo sin que previamente se obtenga la licencia correspondiente, y se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.	
Artículo 25.- Para las zonas industriales se preverá su instalación de conformidad con los siguientes objetos: I. Dotar al área urbana del espacio suficiente, su localización y clasificación deben ser adecuadas en todos los tipos de actividades industriales propias del área y necesarias para el desarrollo económico de la comunidad; II. Asegurar los espacios destinados para estas actividades, así como proteger las áreas habitacionales de las industrias con áreas de mitigación, separando las industrias de riesgo; **III.** Proteger las características del contexto urbano, restringiendo las actividades industriales que involucran peligros de fuego, explosión, emanaciones tóxicas, humos y polvos, ruidos excesivos y cualquier otro tipo de contaminación del medio ambiente, ubicando las instalaciones en áreas limitadas adecuadas para su actividad y bajo estrictas normas de control: (…)	La concepción del proyecto se alinea con los preceptos de este artículo, dado que el proyecto Espuela Solar, incide directamente con la participación de energías limpias en el Servicio Eléctrico Nacional, contribuye al cumplimiento de metas de energía limpia y reducción de emisiones contaminantes. El proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija que genere emisiones de contaminantes de la atmósfera, por lo que en su momento de la preparación de sitio y construcción de Proyecto se realizarán las gestiones locales en el municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., en materia de Licenciamientos de construcción y dictaminación de Uso del suelo municipal, conforme al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio, vigente.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial para Dolores Hidalgo C.I.N. define la estructura urbana que servirá para el desarrollo futuro de la localidad, por medio de la cual deberá darse la ocupación del territorio bajo un modelo sustentable. En los usos del suelo permiten el desarrollo de diversas actividades económicas relacionadas con el sector terciario e imponen algunas normas de control para la conservación de la imagen urbana de la localidad, particularmente de su Centro Histórico.

El proyecto se localiza en el municipio de Dolores Hidalgo CIN.

Según el artículo 14 del Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato se localiza en la Región Norte II, Subregión 4.

Por la aplicación del método para el diseño de las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial, se ubica en la UGAT número DOL 078 cuya superficie asciende a 1970.46 ha.

La política de ordenamiento ecológico corresponde a Restauración ecológica dentro del Grupo con Clave 3210, en un ecosistema o actividad dominante definida como "Zonas agropecuarias y sin vegetación con vocación forestal con fragmentos de ecosistemas perturbados", por otra parte la superficie de ecosistema perturbado es mayor al 35% y el lineamiento definido consiste en "Recuperar los terrenos con vocación forestal ocupados por actividades agropecuarias o sin vegetación / Recuperar los ecosistemas perturbados / Aprovechar de manera sustentable los terrenos con vocación agropecuaria" en este sentido el Proyecto aprovechará el predio de vocación agropecuaria de manera sustentable al instalar la Planta Solar Fotovoltaica.

Conforme al objeto del proyecto de instalar una Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad, el área de emplazamiento del predio que, como ya se indicó no tiene vocación forestal, dado que el terreno tiene uso agrícola en descanso y pecuario (actual) y al no ser terreno Preferentemente Forestal, las condiciones están dispuestas para riego por gravedad para cultivo de forraje (alfalfa, sorgo y maíz) conforme a la información de posesionario de este predio. Concluyendo que el proyecto no se contrapone al lineamiento de la política de ordenamiento ecológico.

III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las normas oficiales mexicanas (NOMs) son disposiciones generales de tipo técnico expedidas por dependencias de la administración pública federal. Su objetivo es establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un servicio, proceso o producto.

El objeto de las NOMs es regular cuestiones de alta especificidad técnica para dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los reglamentos o en la ley. Es decir, únicamente pueden especificar obligaciones ya previstas en reglamento o ley. La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se sujeta al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

La LGEEPA destaca en su artículo 37 que en la formulación de las NOMs debe considerarse que el cumplimiento de sus previsiones se realice de conformidad con las características de cada proceso o actividad.

Con base en lo anterior, las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, particularmente por lo dispuesto en el primer párrafo del artículo 35 de la LGEEPA. Así, el conjunto de NOM´s aplicables en materia ambiental, vinculantes al proyecto y la forma como el proyecto se ajusta a sus alcances pone en evidencia que no se registra ninguna contravención a ninguna de las disposiciones correspondientes. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con aquellas Normas Oficiales Mexicanas que regulan los impactos ambientales relevantes generados en las distintas etapas.

Tabla 21. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
En materia de agua	Preparación del sitio y Construcción	**NOM-02-SEMARNAT-1996,** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Como ya se indicó anteriormente No se consideran descargas directas, ni indirectas las descargas indirectas "controladas" corresponderán al uso de sanitarios portátiles, que se colectan en dispositivos móviles, para su posterior limpieza, disposición y traslado a PTAR o sitio debidamente autorizado. Durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, se arrendarán sanitarios portátiles con prestador de servicios debidamente autorizado para recoger los residuos orgánicos líquidos los cuales serán manejados a través de una empresa contratista que cuente con el permiso para, la colecta, transporte y disposición de residuos orgánicos líquidos, este último será la responsable de darle tratamiento a las aguas residuales colectadasSé reitera que por parte del promovente no se realizaran descargas a los sistemas de alcantarillado urbano.

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
En materia de emisiones a la atmósfera.	Preparación del Sitio. Construcción. Operación y Mantenimiento Cierre y abandono	**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.	Las fuentes móviles que generarán emisiones serán los vehículos automotores y la maquinaria que desarrollará diversas operaciones en las diferentes fases de desarrollo del proyecto. Los vehículos de transporte y maquinaria se utilizarán en la etapa de construcción del proyecto, en actividades tales como excavaciones, tendido del tubo, etc., la mayoría de éstos utilizan diésel y, en menor proporción gasolina. Cabe mencionar que en todas las demás etapas para Operación y mantenimiento y la etapa de Cierre, Abandono y Desmantelamiento será con una intensidad menor. Por razones de operación eficaz y eficiente, desde el enfoque ambiental y de rentabilidad económica (ahorro de combustible), la operación de estos equipos se realizará bajo los lineamientos de un estricto programa de mantenimiento preventivo, el cual quedará registrado en las

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
		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	bitácoras que cada equipo llevará, independientemente del cumplimiento de la obligación de someter a verificación aquellos vehículos que obligatoriamente tengan que someterse a esas rutinas ante la autoridad estatal competente. Todo ello para ajustar sus emisiones a los parámetros que sean aplicables al tipo de vehículo de que se trate, y que estén definidos en estos instrumentos. Se asegurará que toda la maquinaria y equipo que utilice gasolina se encuentre en buenas condiciones, para lo cual se contará con un Programa de mantenimiento de maquinaria y equipo.
	Preparación del Sitio. Construcción. Cierre y abandono	**NOM-045-SEMARNAT-2017,** que establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición de vehículos en circulación que usan diésel Como combustible	Las fuentes móviles que generarán emisiones serán los vehículos automotores y la maquinaria que desarrollará diversas operaciones en las diferentes fases de desarrollo del proyecto. Los vehículos de transporte y maquinaria se utilizarán en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto en operaciones tales como excavaciones, movimiento de tierras, tendido del tubo, cubierta, etc., la mayoría de éstos utilizan diésel. En este sentido, su mantenimiento, a cargo de los contratistas responsables que trabajen para el promovente se ajustará a la normatividad que sobre el particular tenga establecida la autoridad competente y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento que cada equipo llevará.

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
			En los términos de sus contratos quedará establecida esta responsabilidad.
	Preparación del Sitio. Construcción. Operación y Mantenimiento Cierre y abandono	**NOM-050-SEMARNAT-2018,** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, como combustible.	Dentro del proyecto no se tiene proyectado el uso de vehículos que utilicen el tipo de combustible que establece la norma pero tomando en cuenta que puede ocurrir que alguno de los contratistas que laboren para el proyecto utilice vehículos con estas características en cuyo caso el promovente¸ se asegurará de que se cumplan las disposiciones de la NOM, en cuyo caso deberá llevar actualizadas las bitácoras de mantenimiento y control, referidas en párrafos precedentes en las cuales deberán registrarse las acciones preventivas de mantenimiento.
En materia de residuos.	Construcción. Operación y Mantenimiento	**NOM-052-SEMARNAT-2005**, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 6.2 Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados:	Durante el desarrollo del proyecto y, particularmente durante la etapa de construcción se prevé generar diversos tipos de residuos, algunos de ellos son considerados como peligrosos de acuerdo con el listado 1 (Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica) que detalla la NOM-052 SEMARNAT-2005. Tal y como lo establece el instrumento en análisis, los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que el promovente, consciente de ello, y de la obligatoriedad en el cumplimiento de los lineamientos de esta norma

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
		Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.	oficial mexicana, en cuanto a su veraz identificación, procederá de acuerdo a los mismos, independientemente de las previsiones que se asumirán con la identificación preliminar que se hace en esta MIA-R y que se detalla en el rubro respectivo en capítulos posteriores.
	Preparación del Sitio. Construcción. Operación y Mantenimiento	**NOM-054-SEMARNAT-1993,** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM- 052-SEMARNAT-1993.	El campo de aplicación de la NOM es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos, en consecuencia el promovente manifiesta que conoce que uno de los mayores riesgos que se derivan del manejo de residuos peligrosos, es el que pudiera resultar de mezclar dos o más de ellos que por sus características físico-químicas pudieran ser incompatibles, por lo que, de ser el caso, habrá de ajustar su manejo, inicialmente al procedimiento establecido en esta norma oficial mexicana y determinar con la precisión marcada por el instrumento normativo, la incompatibilidad eventual entre dos o más residuos que pudieran ser considerados como peligrosos; para ello se procederá de la siguiente manera: Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 1 de esta norma oficial mexicana. Hecha la identificación anterior, con base en la tabla "B" de incompatibilidad que se presenta en el anexo 2 de la norma oficial mexicana que se analiza en este apartado, se intersecarán los grupos a los que pertenezcan los residuos. Si como resultado de las intersecciones efectuadas, se obtiene alguna de las reacciones previstas en el código de reactividad que se presenta

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
			en el anexo 3 de la norma oficial mexicana, se considerará que los residuos son incompatibles. Los resultados que se obtengan orientarán el procedimiento a seguir y serán reportados en el informe de cumplimiento correspondiente.
	Preparación del Sitio. Construcción. Operación y Mantenimiento	**NOM-161-SEMARNAT-2011,** Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	La Ley General para la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), define, en la fracción XXX de su artículo 5, que por residuo de manejo especial se entiende a aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. Este mismo instrumento, en su artículo 19, detalla la clasificación de este tipo de residuos y, para efectos del proyecto, conviene destacar que la fracción VII describen el tipo de recursos que se generara durante la etapa de construcción del proyecto (residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general). En este sentido, el promovente destinara estos residuos, que como ya se estableció son los materiales excedentes producto de excavaciones, los cuales serán transportados hasta sitios o bancos de tiro autorizados.
En materia de contaminación por ruido.	Preparación del Sitio. Construcción.	**NOM-080-SEMARNAT-1994**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	El campo de aplicación de la Norma Oficial Mexicana en análisis se enfoca al nivel de ruido que provocan vehículos automotores que circulan por las vías de comunicación y exceptúa a los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria de construcción, consecuentemente los lineamientos de este instrumento normativo serán aplicados primordialmente a los vehículos automotores que se empleen en alguna de las etapas de desarrollo del proyecto,

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
	Operación y Mantenimiento		entendiéndose como tales a los vehículos de transporte de carga o de pasajeros que se utilicen en la vía pública por su propia fuente motriz. Para asegurar el cumplimiento de los lineamientos antes citados, periódicamente (mensualmente) el promovente exigirá a los contratistas que trabajen en la construcción del proyecto, que lleven a cabo una revisión de los vehículos automotores que participen en el proyecto y determine que los niveles de emisiones sónicas se ajusten a los límites máximos establecidos en la NOM que se analiza; esa información deberá ser proporcionada al promovente, quien a su vez la incluirá en los informes periódicos que presente a la autoridad competente, conforme a lo establecido en los términos y las condicionantes del resolutivo de la MIA regional. Se realizarán acciones de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria, tales como revisiones periódicas obligatorias y el mantenimiento necesario de la maquinaria utilizada en el proyecto, asegurando que los niveles de ruido provenientes de los escapes de los vehículos empleados se mantengan dentro de los límites establecidos y los trabajos se realizarán durante un horario diurno.

Emisión/ Fuente	Etapa en que es generada	Norma y especificaciones aplicables.	Vinculación con el proyecto
En materia de Protección de especies.	Preparación del Sitio. Construcción. Operación y Mantenimiento Cierre y abandono	**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.	Uno de los trabajos sustantivos que se desarrollan en el rubro de inventario ambiental de recursos naturales (vegetación y fauna), consiste en la identificación del estatus de riesgo de las especies inventariadas (potenciales y reconocidas para el área de establecimiento del proyecto) y en tal sentido, en el capítulo III se destaca que, de acuerdo al inventario de la flora, No se encontraron especies listadas en alguna categoría de riesgo. En lo que se refiere a la componente de la fauna. Aunque el proyecto no interfiere con alguna de estas especies se tomaran las medidas necesarias para el manejo adecuado de las mismas.

III.6 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

III.6.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO,

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene como objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional, además de establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012).

Regionalización Ecológica.

La regionalización ecológica en el POEGT comprende unidades territoriales sintéticas que se integraron a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000; empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico. En cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando

en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

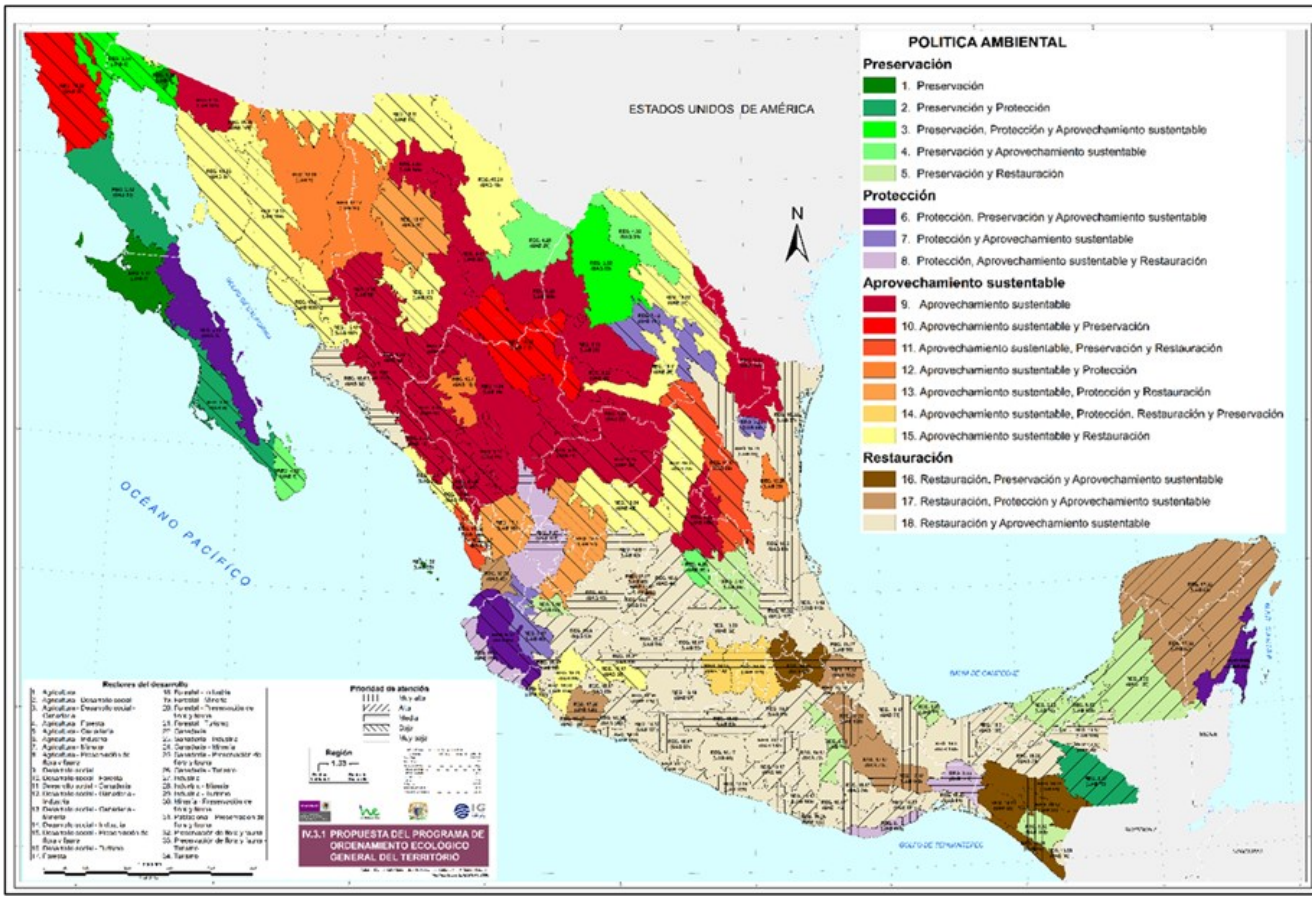


Figura 1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

De acuerdo con la regionalización del POEGT, el proyecto se encuentra en la Región Ecológica **18.8**, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) **44**, denominada "Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato" En la Tabla 10 y 11. se presentan las características de la UAB en comento (ver tabla 14).

Tabla 22. Características de la UAB 44 "Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato".

Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias sectoriales
Agricultura - Preservación de Flora y Fauna	Ganadería – Minería	Poblacional	--	Aprovechamiento Sustentable, protección, Restauración Y preservación	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 40, 41, 42, 43, 44.

Cabe señalar que los sectores coadyuvantes, asociados del desarrollo u otros sectores de interés de esta Unidad, se destinan para usos de suelo tales como Ganadería y Minería, los cuales son usos que se desarrollan principalmente en áreas rurales, sin embargo, el proyecto cruza regiones rurales y guarda incidencia con localidades semi-urbanizadas, el Estado actual (2008): es Inestable con Escenario al 2033: a escenario crítico y una Prioridad de Atención: Alta.

Esto implica que la política por la que se rige la Unidad Regional Biofísica la cual prevé que para el 2033 la tendencia de criticidad crecerá en las zonas preponderante por los sectores rectores de la ganadería y la minería en la región, en este sentido el proyecto Espuela Solar no contribuye a la presión que influirá a esta tendencia de deterioro.

En la tabla siguiente, se presentan las estrategias que le corresponden a la UAB **44** vinculándose con los objetivos y actividades del proyecto.

Tabla 23. Vinculación de las actividades del proyecto con las estrategias de la UAB 44.

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	**1.** Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto se apega a esta estrategia, derivado que, por el sometimiento de evaluación de Impacto Ambiental, se desprende de la identificación y evaluación de los impactos, de las que se confeccionan las estrategias para la prevención y mitigación a través de las medidas de protección.

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
	2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Para el Desarrollo del proyecto, no se prevé o en su caso implica aprovechamiento de recurso forestal, dado que no se afectará ningún tipo de vegetación natural considerada forestal, acorde a lo señalado en artículo 7, Fracción XL, del reglamento de LGDFS vigente.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la presente MIA se ha realizado un análisis del medio y su biodiversidad, con la finalidad de reconocer su estado actual (Capítulo IV de la MIA regional), e implementar las medidas adecuadas para su protección y conservación (Capítulo IV de la MIA regional).
B) Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, ni genes. Las actividades del Proyecto se realizarán vigilando durante todas sus etapas las medidas de protección en los factores naturales con los que este interactuará
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Por el objetivo del proyecto, no le aplica vinculación de esta estrategia dada la naturaleza de las instalaciones del proyecto Espuela Solar.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El objeto de esta Estrategia No es aplicable al Proyecto, dada la naturaleza de las instalaciones del proyecto Espuela Solar.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Para el Desarrollo del proyecto, no se prevé o en su caso implica aprovechamiento de recursos reconocidos como forestal, dado que no se afectará ningún tipo de vegetación natural considerada forestal, acorde a lo

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		señalado en artículo 7, Fracción XL, del reglamento de LGDFS vigente.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	La MIA regional incluye un análisis de los servicios ambientales que ofrece el sitio en donde se efectuarán las actividades del Proyecto, con ellos se pueda prevenir, minimizar o compensar los efectos del impacto que generaría. Con los resultados del análisis de dichos servicios, se podrá prevenir, minimizar o compensar los efectos del impacto que generaría la Planta Fotovoltaica Espuela Solar.
C) Protección de los recursos naturales.	12. Protección de los ecosistemas.	A través de estrategias diseñadas para implementar las medidas de manejo ambiental, se gestionará la protección de diferentes factores del medio natural interactuantes con las actividades del proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se hará uso de agroquímicos como parte de las actividades del Proyecto, por lo que esta estrategia no es aplicable a la Espuela Solar.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Como ya se indicó que para el desarrollo del proyecto no se afectará algún tipo de vegetación tipo forestal, ya que fue señalado el predio en su colindancia con ecosistema de Pastizal Natural, no reúne condiciones, ni formación de macizos de vegetación o elementos arbóreos que lo cataloguen como un terreno forestal, además de que las áreas en descanso con una ligera recuperación de arbustos se han considerado como áreas de exclusión que el proyecto respetará y no tendrán intervención de ningún tipo de obra o de actividades y dada la naturaleza del

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		proyecto No aplica el restaurar suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Para la caracterización del medio abiótico se tomaron en cuenta productos de cartas temáticas del Servicio Geológico Mexicano, así como bases de datos de fuentes oficiales como INEGI, para determinar el tipo de suelo, la ubicación de zonas de importancia ecológica y sociodemográfica para no contraponer a la estrategia ecológica.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Dada la naturaleza del proyecto No aplica el objetivo de esta estrategia ecológica.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Agua y saneamiento	**28.** Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto concibe medidas de prevención y protección para evitar cualquier impacto en cuerpos de agua tanto artificial e intermitentes, o de escurrimientos aledaños al sitio de proyecto, asegurando su conservación y calidad con la que cuentan.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Esta estrategia es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución. Sin embargo, se tiene en cuenta la impartición de pláticas de concientización y capacitaciones para el fomento cuidado y la protección de los recursos agua, suelo, aire, flora y fauna silvestre, así como el manejo adecuado de residuos.
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 es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, dada la naturaleza de las instalaciones Espuela Solar.

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Este subgrupo de estrategias al mejoramiento social corresponde su responsabilidad a la Administración Pública, y No es aplicable al Proyecto, dada la naturaleza de las instalaciones Espuela Solar.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	

Estrategias UAB 44		
Tipo de estrategia	Estrategia ecológica	Vinculación con el proyecto
Grupo I. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto no pretende afectar los derechos de propiedad rural, ya que el proyecto será delimitado para no afectar a terceros, sin embargo: la Promovente es arrendataria del terreno donde se llevará a cabo el Proyecto Espuela Solar, considerando la etapa de Preparación de sitio y construcción y de su Operación y mantenimiento.
B) Planeación del ordenamiento territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No es aplicable al proyecto debido a que no es compatible con la naturaleza del mismo.
	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 objeto de esta estrategia es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto se alineará con los distintos ordenamientos territoriales, nacional, estatal y municipal aplicable.

La UAB 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, No presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas. dentro de su jurisdicción, cabe resaltar que su política ambiental está enfocada a la restauración y al aprovechamiento sustentable, en este sentido, el Proyecto no realizará actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales de la zona (solo la radiación solar).

Los rectores de desarrollo para la UAB 44 son la Agricultura y la Preservación de Flora y Fauna, no obstante, el Proyecto se desarrollará en terrenos arrendados por la promovente; por lo que se prevé el diseño y la implementación de una serie de medidas de mitigación para compensar los impactos ambientales asociados al Proyecto (Información desarrollada en el Capítulo VI de la MIA regional) del proyecto.

Como se muestra en la sección anterior, se demuestra que el proyecto en desarrollo no se contrapondrá en ningún momento a los lineamientos y estrategias que el Programa de

Ordenamiento Ecológico General del Territorio establece, ya que, la vinculación por estrategia descrita será ejecutada con estricto apego, estableciendo entonces que, el proyecto se llevará a cabo con una base jurídica y ambientalmente responsable.

III.6.2 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO 2040 PEDUOET

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET), fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato No. 190 4ta parte, el 28 de noviembre de 2014 y en el No. 192 6ta parte del 2 de diciembre del mismo año la Carta Síntesis, alineado al Plan Estatal de Desarrollo 2035: Guanajuato Siglo XXI, (Plan 2035).

Después de casi cuatro años de instrumentación, derivado de la actualización y publicación del Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040 Construyendo el Futuro (PED 2040) el 6 de marzo del 2018 en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato No. 45 3ra parte; el Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato (IPLANEG), coordina la actualización del Programa Estatal, con la participación de las dependencias y entidades de la administración pública estatal.

En él estado de Guanajuato, se identifican diferentes unidades de paisaje, áreas del territorio que presentan un carácter paisajístico diferenciado. En la entidad se tienen un total de 58 unidades de paisaje, las cuales fungieron como la base a partir de la cual se diseñaron las Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT), el Proyecto Espuela Solar incide con la número 132.

El aprovechamiento de la **UGAT 132** es del tipo Aprovechamiento agropecuario de agricultura de temporal y ganadería extensiva con **política ecológica** de aprovechamiento sustentable y **política territorial** de Mejoramiento. **El lineamiento** que rige a esta UGAT establece Mejorar el aprovechamiento sustentable de las áreas tradicionales de agricultura de temporal y ganadería extensiva mediante el impulso económico que aumente su productividad y reduzca las pérdidas en los predios con vocación agropecuaria y pendiente menores al 3010%, aplicando paquetes tecnológicos que incluyan silvicultura o fruticultura adaptadas al tipo de suelo y a las condiciones climáticas de la UGAT.

Busca también la aplicación de paquetes tecnológicos que incluyan silvicultura o fruticultura adaptadas al tipo de suelo y a las condiciones climáticas de la UGAT. También, establece la conservación de las 55,769.5 ha de agricultura de riego promoviendo sistemas de riego tecnificado. El Proyecto no realizará actividades de aprovechamiento, pero cambiará el uso de suelo en el área delimitada para dar paso a un parque Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de

Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad para la generación de energía limpia. Por ello, el Proyecto se vincula con las actividades compatibles bajo Proyectos de energía solar que pueden desarrollarse dentro del área de la UGAT

De acuerdo con el Diagnóstico Integrado realizado en el documento del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato 2040, el cual clasifica el uso de suelo del territorio del estado de Guanajuato en los siguientes sectores: agrícola, asentamientos humanos, sector industrial, agroindustrial, minero, conservación, energético; el área de Proyecto se sitúa en una zona caracterizada como agrícola con un potencial mediano a alto para la instauración de proyectos de aprovechamiento de energía solar.

Tabla 24. Asignación de Lineamientos UGAT 132.

UGAT	Política Ecológica	Política Territorial	Actividad Compactible	Actividad Incompatible	CRE	Estrategias sectoriales
132	Aprovecha-miento sustentable	Mejoramiento	Acuacultura, Agricultura de temporal, Agricultura de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Forestal maderable, Turismo alternativo, Asentamientos humanos rurales, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Infraestructura de área, Proyectos de energía eólica, **Proyectos de energía solar**, Minería no metálica de alta disponibilidad, Sitio de disposición fina	Forestal no maderable, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica de baja disponibilidad, Minería metálica.	Acu02, Acu03, Acu04, Acu05, Acu06, Acu07, Acu09, Acu10, Acu11, Agt05, Agt06, Agt07, Agt08, **Agt09**, Agt10, Agt11, Agt12, Agt13, Agt14, Agt15, Agt16, Agt17, Agt18, Agt20, Agr02, Agr03, Agr04, Agr05, Agr06, Agr07, Agr08, Agr09, Agr10, Agr11, Agr12, Agh01, Agh03, Agh04, Agh05, Agi01, Agi02, Agi03, Agi04, Agi05, **Agi06**, Agi07, Agi09, Agi10, Gex08, Gex09, Gin01, Gin02, Gin03, Gin04, Gin05, Gin06, Gin08, Gin09, Fom14, Fom15, Tal01, Tal05, Tal06, Tal07, Tal08, Tal09,	EAm04, EAm05, EAm09, EAm10, EAm12, EAm13, EAm15, EAm19, EAm20, ESo03, EEc01, EEc07, EEc08, EEc09, EEc10, EEc11, EEc13

UGAT	Política Ecológica	Política Territorial	Actividad Compactible	Actividad Incompatible	CRE	Estrategias sectoriales
					Tal10, Tal11, Tal12, Tal13, Tal14, Tal18, Tal19, Tal21, Ahr01, Ahr02, Ahr03, Ahr04, Ahr05, Ahr06, Ahr07, Ahr08, Ahr09, Ahr10, Ahr11, Ahr12, Ahr13, Ahr14, Ahr15, Ahr16, Ifp01, Ifp02, Ifp04, Ifl04, Ifl05, Ifl06, Ifl08, Ifl10, Ifl12, Ifl13, Ifl14, Ifl16, Ifl17, Ifl18, Ifl20, Ifl21, Ifl22, Ifl23, Ifa01, Ifa02, Ifa03, Ifa05, Ifa07, Eol01, Eol02, Eol03, Eol04, Eol05, Eol07, Eol08, Sol01, Sol02, Sol04, Mna01, Mna02, Mna03, Mna04, Mna05, Mna06, Mna07	

Tabla 25. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológicos de la UGAT 132.

Criterios Regulación	Vinculación
Agt09 En áreas preferentemente forestales con pendientes mayores a 30% sujetas a aprovechamiento agropecuario, se deberá restablecer la cobertura vegetal natural con especies nativas	El Proyecto no desempeñará actividades referentes a aprovechamiento agropecuario, este tampoco se desarrollará en zonas con pendientes mayores de 30%, Así también como se detalla de manera más amplia en el Capítulo IV del presente documento, se implementarán medidas de conservación y de restauración.
Agt11 Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivada del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas, fertilizantes	Aunque el Proyecto no realizará actividades agrícolas o empleará agroquímicos, se implementarán medidas de protección y monitoreo para evitar la contaminación y el sobreuso de los recursos hídricos.

Criterios Regulación	Vinculación
hacia las aguas superficiales y evitar la lixiviación de nitrógeno, fósforo y nitratos utilizados en las prácticas agrícolas que contaminen las aguas subterráneas.	
Agi 06 Se prohíbe el depósito de residuos sólidos, así como las descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua y escurrimientos permanentes o temporales.	El Proyecto no se vincula con los criterios referentes a la agricultura, no obstante, se implementarán medidas de prevención, protección, mitigación y en su caso de resarcimiento.
Ifp01 Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos que modifiquen la estructura o alteren las funciones de los ecosistemas o recursos naturales	El Proyecto, sometido a la evaluación del impacto ambiental, propone las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente, que se encuentran descritas a detalle en el Capítulo VI de la MIA-Regional. La ejecución del Proyecto aplicando las medidas de protección no representaría una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad biológica
Ifp02 Para la instalación de cualquier proyecto de infraestructura, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un período no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto. Las especies utilizadas deberán de ser nativas.	Cómo se ha indicado anteriormente en el capítulo VI de la MIA regional, se establecen las estrategias de prevención, protección y de mitigación, por lo que la promovente implementará un programa de vigilancia ambiental con objeto de acatar los términos y condicionantes para su debida ejecución. Cabe destacar que, no se removerá biomasa forestal ni vegetación inducida.o de cualquier otro tipo.
Ifl01 Se permitirá la instalación de infraestructura de disposición lineal para la dotación de servicios básicos a las comunidades como agua potable, alcantarillado o drenaje (el cual deberá incluir el tratamiento de agua residual) y energía eléctrica, con la reducción y mitigación de los impactos significativos.	El proyecto Espuela Solar además de contribuir a la generación de energía limpia, estaría aportando al servicio básico de energía eléctrica; además de realizar dicha actividad sin emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.
Ifl03 La construcción de infraestructura deberá compensar la reducción de la cobertura vegetal y la degradación del suelo, la interrupción de corredores biológicos y flujos hidrológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje de acuerdo con lo establecido en la autorización correspondiente.	El manejo de residuos prohíbe la disposición de residuos peligrosos y de manejo especial sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial.
Ifl06 Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, de recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.	El proyecto se desarrollará fuera de las zonas prioritarias para la conservación de ecosistemas, biodiversidad y servicios ambientales, así como de áreas con valor histórico, arqueológico, y cultural. En atención a este criterio, se realiza este documento para garantizar que la infraestructura no afecte estos espacios.
Eol01 Se deberán llevar a cabo medidas necesarias para evitar impactos negativos hacia la	Para el emplazamiento del proyecto se establecerán las medidas preventivas y de protección con técnicas de

Criterios Regulación	Vinculación
avifauna u otras especies aéreas, con énfasis en especies prioritarias y migratorias.	ahuyentamiento de la posible fauna que se identifica para la avifauna principalmente, por lo que se implementarán medidas disuasoras y de ahuyentamiento para evitar posibles coaliciones.
EoI02 La manifestación de impacto ambiental deberá considerar además de todos los elementos previstos en la legislación, el deterioro del paisaje	Aunque el criterio se refiere a los parques eólicos, el Proyecto por su naturaleza de un parque fotovoltaico, también considera el impacto al paisaje, donde en caso de impactos inevitables se implementarán acciones preventivas y de protección.
SoI01 En zonas de recarga de alto potencial, la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares deberá demostrar a través de estudios cuantitativos detallados que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual	De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI serie VI, clave E14-2 así como se ha identificado en los muestreos de campo, el sitio está en su mayoría degradado a causa de actividades antropogénicas como la agricultura temporal. si bien la ubicación del Proyecto podría ser una zona de alto potencial, las condiciones de lluvia son tan escasas que la generación de recargas hídricas es muy compleja, se demuestra con el Anexo del estudio de hidráulica-hidrológico confeccionado para el proyecto Espuela Solar.
SoI02 Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos.	Se implementará un programa de manejo integral de residuos que contemple la identificación, retiro inmediato y almacenamiento temporal seguro de los paneles solares dañados. Estos serán manejados conforme a la normativa ambiental vigente, asegurando su disposición final en apego a la normativa aplicable.
SoI04 Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares, al final del período de funcionamiento incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original.	El Proyecto, en su momento contará con un plan de cierre, abandono y desmantelamiento que garantice la remoción segura y eficiente de todos los componentes de infraestructura al final de su vida útil, priorizando la reutilización y el reciclaje de materiales.

La cartera estratégica del PEDUOET se presenta por subsistema con la finalidad de sistematizar acciones encaminadas a resolver las problemáticas y mitigar las deficiencias identificadas en el territorio estatal en materia ambiental, social, económica y del medio físico transformado.

Tabla 26. Vinculación con las estrategias del PEDUOET 2040.

Estrategia	Vinculación
EAm04 Mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.	El Proyecto contempla la ejecución de acciones y medidas de prevención, de mitigación y de compensación, como programas de rescate, reubicación, conservación y manejo adecuado de

Estrategia	Vinculación
	aspectos bióticos y abióticos inherentes a las actividades del proyecto.
EAm05 Conservación y restauración de suelos**.**	También se aplicarán medidas de conservación de suelos como obras y acciones de biorremediación en zonas con intervención previa o compactación, mejorando la calidad del suelo y garantizando su uso sostenible
EAm09 Aprovechamiento forestal sustentable **EAm10** Impulso al desarrollo de plantaciones comerciales	El Proyecto no realizará aprovechamiento forestal de ningún tipo, por lo que estas estrategias no son aplicables.
EAm012 Investigación ecológica y educación ambiental.	El presente estudio sobre el impacto ambiental del Proyecto, incluye en la implementación de las estrategias de prevención y protección, impartir capacitación a trabajadores que participen en el desarrollo del proyecto capacitación sobre conservación y sostenibilidad.
EAm013 Conservación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. **EAm015** Gestión integral del agua.	Se implementarán medidas preventivas y de protección para evitar la contaminación y el sobreuso de los recursos hídricos mediante la construcción de obras de drenaje, con las cuales se respetarán los escurrimientos superficiales existentes en la zona.
EAm19 Mitigación y adaptación al cambio climático**.**	Se adoptarán estrategias de reducción de emisiones en cada una de las etapas del Proyecto, principalmente en las de preparación del sitio y construcción. El Proyecto se vincula con esta estrategia, puesto que incrementará la capacidad de generación de energía eléctrica partiendo de fuentes limpias, coadyuvando a la disminución de GEI.
EAm20 Gestión integral de riesgos naturales.	El Proyecto contemplará la aplicación de un programa interno de protección civil en el que se consideren dichos riesgos.
ESo01 Desarrollo rural. **Eso03** Desarrollo de centros de población marginados. **EEc07** Desarrollo sustentable de la ganadería extensiva. **EEc08** Desarrollo sustentable de la ganadería intensiva. **EEc09** Sistemas agroforestales y silvopastoriles. **EEc10** Fomento de la acuacultura. **EEc011** Fomento del turismo alternativo. **EEc013** Vinculación de la red turística estatal.	Al respeto del objeto de estas estrategias, estas No son vinculantes con el Proyecto Espuela Solar

Descrito lo anterior la UGAT 132 con sus criterios y estrategias aplicables, es posible concluir que el Proyecto no contraviene con alguno de ellos, por el contrario, se encuentra dentro de las actividades compatibles y cumple objetivamente con cada uno de los criterios aplicables. En virtud de lo previamente expuesto, se puede afirmar que el Proyecto es compatible con el

Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato.

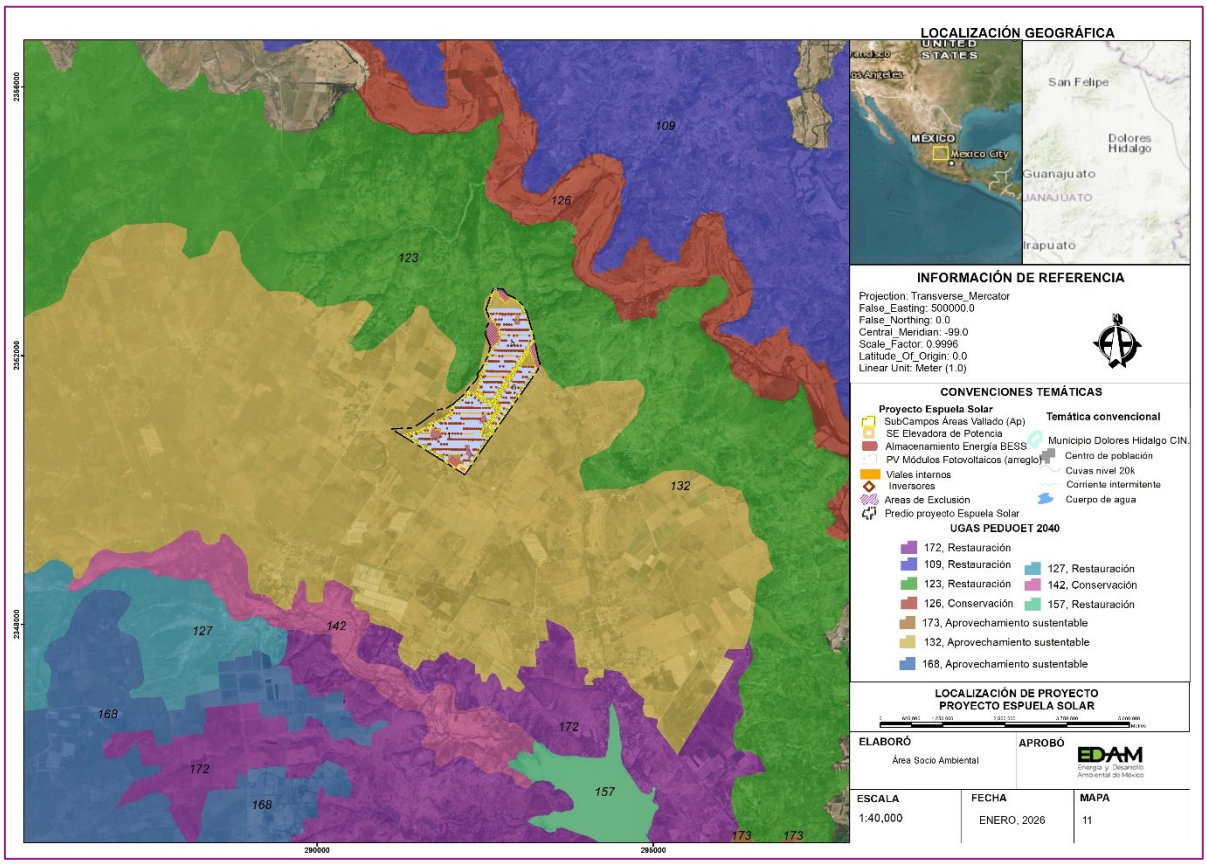


Figura 2. Localización del proyecto respecto a las UGA´s del PEDUOET 2040.

III.6.3 PROGRAMA REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN II (SUBREGIÓN 4)

El Programa Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), combina el análisis territorial con la planificación y ordenación del espacio, promoviendo un enfoque integral de desarrollo en sus dimensiones social, económica, cultural y ambiental. Se trata de un proceso participativo que define directrices de acción, así como regulaciones y normas que favorezcan una transformación territorial alineada con los objetivos del ordenamiento territorial fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 02 de mayo de 2017 y su última reforma se publicó el 14 de enero de 2025.

El Proyecto Espuela Solar, se localiza en el municipio de Dolores Hidalgo CIN. Según el artículo 14 del Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato se localiza en la Región II Norte, Subregión 4 bicentenario. El PROTRII incluye lineamientos y estrategias que, al considerar globalmente la multidimensionalidad de los factores como son el territorio, el medio ambiente, la sociedad, la economía y la política, tiene como objetivo alinear y compatibilizar las aspiraciones locales y regionales con las orientaciones nacionales (SEDATU 2014).

La Región II. Norte, se caracteriza por su importancia histórica, cultural, turística y artesanal a nivel nacional y estatal. Representa el 30% de la extensión territorial estatal, así como el 11.7% del total de la población estatal al 2020. Asimismo, se han conformado subregiones como unidades de gestión intergubernamental y promoción y gestión de proyectos regionales.

La visión de planteada para la subregión 4 "Bicentenario" propone: "Una subregión comprometida en la administración de las zonas de protección y conservación de servicios ambientales, así como de las zonas de conservación y restauración del patrimonio histórico y cultural, consiente de las restricciones territoriales y del manejo sustentable del agua. Alcanzando un modelo que permita atender las necesidades sociales conforme a la dinámica demográfica y que articule las necesidades y funciones del sistema de asentamientos humanos, estableciendo las condiciones óptimas para el desarrollo responsable de las actividades económicas, así como el aprovechamiento del valor turístico de la subregión."

En el diseño de las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial, se ubica en la UGAT del municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., cuya superficie asciende a 1338 ha. La política de ordenamiento ecológico corresponde a Restauración ecológica dentro del Grupo con Clave 3210, en un ecosistema o actividad dominante definida como "Zonas agropecuarias y sin vegetación con vocación forestal con fragmentos de ecosistemas perturbados", la superficie de ecosistema perturbado es mayor al 35% y el lineamiento definido consiste en "Recuperar los terrenos con vocación forestal ocupados por actividades agropecuarias o sin vegetación / Recuperar los ecosistemas perturbados/ Aprovechar de manera sustentable los terrenos con vocación agropecuaria".

En la UGAT no se encuentran asociaciones vegetales naturales con un estado de conservación aceptable, este verificativo se constata después de haber realizado las campañas de muestreo de las componentes bióticas y abióticas de la Unidad de Análisis del Sistema Ambiental regional y su Área de influencia del Proyecto Espuela Solar, pues las

actividades económicas de la zona más recurrentes son agricultura, ganadería y explotación de minerales no metálicos en la parte sur.

Vinculación con proyecto, El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial para Dolores Hidalgo C.I.N. es un instrumento de planeación estratégica, vinculante jurídicamente para las personas físicas y morales que pretendan desarrollar obras o actividades de cualquier índole. El proyecto, al no contraponerse al PMDUOET, si puede ser un detonador de la ejecución de las acciones definidas para la UGAT de Dolores Hidalgo C.I.N., pues como se observará en el Capítulo VI de la MIA-R, existen medidas para fomentar y proteger los recursos naturales del área de influencia del proyecto, adicionalmente se prevé el cumplimiento irrestricto de la normatividad que le aplica incluida en el ámbito estatal y municipal, además de prevé un cierre, abandono y desmantelamiento de la infraestructura de Proyecto Espuela Solar.

III.6.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL VISIÓN 2045

Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) de Dolores Hidalgo C.I.N., será el instrumento de planeación, con visión prospectiva de largo plazo, en el que se representa la dimensión territorial del desarrollo del municipio, establecerá la zonificación del territorio, asignando los usos y destinos para áreas y corredores urbanos, la intensidad y lineamientos específicos de uso de suelo para cada zona o corredor.

El modelo de desarrollo territorial plasma la visión de desarrollo que se pretende alcanzar en el municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., la cual fue conformada a partir de las cuatro dimensiones estratégicas, partiendo de las características esenciales que definen la territorialidad de la zona de estudio, así como la identificación de las potencialidades tanto internas como externas que impulsan el desarrollo social, cultural, económico y medioambiental en beneficio de la sociedad. Se establecieron cuatro ejes dentro de la parte central del municipio, que van de norte a sur y comunican los dos principales nodos que, por ubicación estratégica, permiten la concentración de diversas actividades que impulsarán el desarrollo en su totalidad. La carretera federal 57, así como la línea férrea (ambas en la parte este del municipio) serán pieza clave para el desarrollo comercial de gran impacto a nivel internacional.

El H. Ayuntamiento Dolores Hidalgo, cuna de la Independencia Nacional, a través de su Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial Sustentable emito las bases para

consulta pública el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Visión 2045, periodo que abarca del 08 de abril al 09 de junio de 2021.

La imagen objetivo del eje Sustentabilidad Ambiental se aterriza en siete metas particulares al 2045, mismas que se vinculan con las metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo sostenible, para cada tema vinculado a las metas propuestas se identifica el estado actual, así como las metas vinculadas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y se propone el escenario objetivo al 2045.

Tabla 27. Caracterización de meta objetivo del Eje de Sustentabilidad Ambiental establece:

Meta	Diagnóstico	**Agenda 2030**	**Imagen objetivo/ Indicador**	**Vinculación con proyecto**
El cambio climático es una realidad palpable y la mejor forma de contribuir a mitigar sus efectos es mediante la reducción de las emisiones a la atmósfera, particularmente las correspondientes a los GEI. El Acuerdo de París es la principal respuesta internacional conjunta, para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono.	11,256 ton CO2/año 1,074 ton NH_3/año 3,566 ton NOx/año.	ODS 13 Acción por el clima Meta 13.2	- 50% de emisiones de GEI / Emisiones de GEI (ton/año)	La Instalación del proyecto Espuela Solar, tiene un estimado de reducción en la emisión de GEI lo que el proyecto coadyuva en alcanzar el indicador de reducción la emisión de GEI en el municipio de Dolores Hidalgo C.I.N.
Lograr un incremento de la capacidad instalada de las plantas de tratamiento de aguas residuales que para el 2015 era de 4 planta proponiendo una cobertura para 2045 en las 5 localidades de articulación y aumentando la capacidad de la planta de la ciudad central a 100 l/s	4. Plantas Tratadoras de Agua Residual (PTAR)	-50% aguas residuales sin tratar ODS 6 Agua limpia y saneamiento Meta 6.3	5 PTAR (100 l/s) / Número de PTAR Capacidad (l/s) de PTAR cabecera municipal	Esta meta es de carácter para la administración pública, aunque no le aplica al proyecto, se resalta que entre las medidas preventivas se contará con cuidado y protección del uso y manejo de agua

Meta	Diagnóstico	Agenda 2030	Imagen objetivo/ Indicador	Vinculación con proyecto
				a las actividades inherentes de desarrollo de la Instalación del proyecto Espuela Solar
Conservar la cobertura ecosistémica que actualmente asciende a 49,847.62 ha, promoviendo la restauración de aquellas zonas degradadas de vocación forestal, manteniendo congruencia con la meta 15.2 (ODS-ONU), que determina que para el presente año se deberá promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial, proponiendo un escenario al 2045 donde se ha preservado el 100% de la superficie.	49,847.62 ha de cobertura ecosistémica	ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres Meta 15.2	100% de superficie ecosistémica preservada/ Superficie ecosistémica	Aunque esta meta no le es aplicable al proyecto, se destaca que, para el desarrollo de este, No se eliminará ninguna cobertura de vegetación natural, ni que se consideré como vegetación forestal, por lo que el desarrollo del proyecto no afectará en este aspecto.
Crear el programa de retribución de servicios ecosistémicos, vinculado a un fondo ambiental, para que en un escenario al 2045, todos los núcleos agrarios poseedores de macizos forestales y territorios que brindan servicios ecosistémicos obtengan una retribución adecuada y equivalente a otros usos potenciales de esos territorios, contribuyendo a la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad		-50% aguas residuales sin tratar ODS 6 Agua limpia y saneamiento Meta 6.3	Programa de retribución de servicios ecosistémicos/ Superficie bajo esquema de programa de retribución.	

Meta	Diagnóstico	Agenda 2030	Imagen objetivo/ Indicador	Vinculación con proyecto
Impulsar proyectos productivos vinculados a la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad municipal, contando con al menos 1 proyecto sostenible exitoso en cada una de las regiones de articulación municipal.			Proyectos productivos sostenibles por región de articulación municipal/ Número de proyectos productivos sostenibles	El impulso de este proyecto, coadyuvará a lograr el objetivo al establecer la Instalación del proyecto Espuela solar como un proyecto "productivo sostenible" en el municipio, el cual es vinculatorio a la evaluación de la MISSE ante la SENER.
Integrar como materia obligatoria en los niveles primaria y secundaria la educación para el desarrollo sostenible a 2045, contribuyendo a la meta 4.7 (ODS – ONU), que define que para 2030, se debe asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.		ODS 4 Educación de calidad Meta 4.7	Educación para el desarrollo sostenible obligatoria en niveles primaria y secundaria/ Materia de educación para el desarrollo sostenible.	Aunque esta meta no le aplica al proyecto, se contempla entre sus estrategias de aplicación las medidas de protección; la implementación de programa de educación y difusión de las cualidades que originaría el proyecto, así como de las cualidades del proyecto, en un esquema de desarrollo sostenible para la zona.
Eficientizar el manejo integral de los residuos sólidos adoptando medidas que favorezcan una disposición final	Sitio de disposición final fuera de norma y recolección de residuos sin separación.	Reducirá el impacto ambiental negativo per cápita de las	Relleno sanitario municipal Planta de valorización de residuos Servicio de recolección de residuos/	El proyecto contempla para su desarrollo en las diversas etapas, la adopción de un

Meta	Diagnóstico	Agenda 2030	Imagen objetivo/ Indicador	Vinculación con proyecto
adecuada, únicamente de los residuos no reutilizables, en este contexto, para se plantea un escenario para 2045		ciudades, incluso prestando especial atención a la gestión de los desechos municipales. ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles Meta 11.6	2 Obras y 1 programa de manejo integral de residuos sólidos.	Plan de Manejo Integral de residuos, acorde a su naturaleza para su debida disposición, eliminación y tratamiento fina, en apego a la regulación normativa vigente.

Las políticas, constituyen el margo global de la gestión territorial de cada UGAT estas emanan de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGGEPA) y su reglamento en materia de ordenamiento ecológico; incorporan los objetivos globales en materia de planeación ambiental al PMDUOET. Estas políticas constituyen el marco general para la ocupación del territorio municipal.

Se establece la vinculación directa con el PEDUOET, 2040, para el Estado de Guanajuato, donde se alinean las políticas de desarrollo, en la búsqueda de la congruencia con las actividades compatibles y las que resultan de la planeación de estado y municipio, tal como es el caso de la Instalación del proyecto Espuela Solar que, conforme al análisis establecido en el plan municipal, establece la denominada política potencial del territorio

Política Ambiental	Política Potencial	Política PEDUOET 2040	PMDUOET Dolores Hidalgo C.I.N.	
		Política integral	Política Ecológica	Política Territorial
Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento sustentable y mejoramiento de actividades agropecuarias.	Adición	Mejoramiento

Tabla 28. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológicos de la UGAT 16 PMDUOET.

Criterios Regulación	Vinculación
Acuacultura **Acu02** Se garantizará que no exista invasión de especies exóticas hacia los ecosistemas acuáticos. No se permitirá su producción en cuerpos de aguas naturales ya las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro.	Dado que la naturaleza del proyecto está orientado a la producción de energía eléctrica aprovechando la radiación solar, este grupo de CRE para Acuacultura, No le aplican al desarrollo de la Planta Fotovoltaica Espuela Solar, no obstante, se

Criterios Regulación	Vinculación
Acu03 Las actividades acuícolas deberán mantener una distancia de 200 metros con respecto a cualquier escurrimiento o canal que derive a escurrimientos naturales. **Acu05** Las unidades de producción acuícola deberán contar con un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales. **Acu06** Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales derivadas de las unidades de producción acuícola en cuerpos de agua, a fin de evitar la contaminación y eutrofización. **Acu07** En la acuacultura con fines de producción alimenticia se prohíbe el uso de especies transgénicas**.** **Acu08** No se permite el desvío y/o modificación de cauces de ríos para actividades acuícolas. Acu09 En los encierros que aprovechen cuerpos de agua lénticos temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecado **Acu10** En el proceso de abandono de cualquier proyecto acuícola, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas, si aplica. **Acu11** El desarrollo de actividades de acuacultura estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.	implementarán medidas de prevención, protección, mitigación para el factor del agua en la zona. Así mismo ninguna de las actividades contrapone a las restricciones establecidas.
Agricultura **Agr04** En las áreas de aprovechamiento contiguas a ecosistemas naturales en UGAT de protección y conservación se establecerá una franja de amortiguamiento de 50 metros. **Agr05** El área de cultivo deberá estar separada de ríos y cuerpos de agua por una zona de amortiguamiento de 20 metros. Estas zonas de amortiguamiento tendrán por lo menos vegetación nativa y de preferencia especies arbóreas. **Agr06** En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se establecerá un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje para el ciclo siguiente. Estas especies podrán ser leguminosas como garbanzo, chícharo, trébol dulce o frijol terciopelo; cereales como trigo, centeno, avena, o bien podrá aplicarse alguna mezcla como avena más trébol. **Agr07** Se prohíbe la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha, priorizando su incorporación al suelo y su empacado para reutilización. **Agr08** En pendientes suaves (menores al 10 %) se recomienda la utilización de canales de desvío y surcados en contorno para reducir la escorrentía superficial, y de la misma manera evitar la erosión del suelo a mediano plazo. **Agr09** En pendientes moderadas (10 - 30 %) se recomienda introducir cultivos perennes o sistemas agroforestales que deberán	Para el Proyecto No se realizarán actividades agrícolas ni empleará agroquímicos o cualquier otro uso, empleo de insumos que afecten y/o contaminen el recurso hídrico (en bordos, o cuerpos de agua aledaños a área de proyecto) por lo que, en el proyecto se adoptarán medidas de protección y monitoreo para evitar la

Criterios Regulación	Vinculación
desarrollarse mediante terrazas y franjas, siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión. **Agr11** El uso de plaguicidas, nutrientes vegetales y todos los aspectos fitosanitarios deberán estar regulados por la autoridad competente. **Agr12** Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivada del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de estos, evitando la escorrentía de plaguicidas, fertilizantes hacia las aguas superficiales y evitar la lixiviación de nitrógeno, fósforo y nitratos utilizados en las prácticas agrícolas que contaminen las aguas subterráneas. **Agr13** A fin de reducir el lavado de nitratos se mantendrá la máxima cobertura vegetal, se reducirá el laboreo en otoño, se evitará la quema de rastrojos, se enterrarán pajas y se limitarán las poblaciones de ganado en praderas fertilizadas. **Agr14** Cuando se incorporen residuos orgánicos al terreno de cultivo se les aplicarán tratamientos fitosanitarios para que estos no representen un riesgo de contaminación al producto. Estos tratamientos podrán ser químicos o naturales como la solarización o desinfección por vapor de agua. **Agr15** Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deben realizarse en sentido perpendicular a la pendiente. **Agr16** Se fomentará la técnica agrícola denominada labranza de conservación como medida para controlar la erosión de los suelos y evitar la quema de esquilmos. Se trata de un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. **Agr17** La agricultura deberá realizarse evitando la degradación de los suelos por erosión o por modificación de sus características fisicoquímicas y sin afectar la biodiversidad de los ecosistemas de la UGAT. **Agr18** No se deberá permitir el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, y pecuarios. **Agr22** En las zonas de recarga de medio y alto potencial los distritos de riego deberán dar tratamiento primario de agua (como reactores anaerobios de flujo ascendente o fosas sépticas) en donde se ocupe bajo la supervisión de su correcto funcionamiento por parte del municipio. **Agr23** Todos los residuos plásticos generados derivados de la actividad agrícola, tales como cintillas, cañerías, cubiertas de invernadero, semilleros, entre otros, deberán ser recolectados y manejados de acuerdo con las etapas de manejo integral de residuos de manejo especial, priorizando su valorización sobre la disposición final.	contaminación y también el sobreuso o explotación de los recursos hídricos. El Proyecto No realizará actividades agrícolas ni empleará agroquímicos o cualquier otro uso, empleo o implementación lo que el proyecto es la adopción de medidas de protección y monitoreo para evitar la contaminación y el sobreuso de los recursos hídricos. Para el desarrollo del proyecto, la Promovente definió áreas de exclusión, caracterizadas para evitar los cuerpos de agua artificiales y los remanentes de elementos arbustivos, por lo que no se realizarán obras ni cualquier actividad del Proyecto, dejando libres dichas "áreas de exclusión".
Agroindustria **Agi01** La infraestructura requerida para el desarrollo de la actividad agroindustrial no deberá construirse en aquellas áreas que	

Criterios Regulación	Vinculación
comprendan o se encuentren en las cercanías de ecosistemas frágiles o de relevancia ecológica. **Agi02** Los proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo. **Agi03** Los proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán de generar al menos el 25 % de su energía mediante fuentes renovables. **Agi04** Las actividades agroindustriales deberán prevenir y reducir la generación de residuos, dando un manejo integral adecuado y privilegiando la valorización sobre su disposición final. **Agi05** Las actividades agroindustriales deberán contar con un proyecto integral hídrico que contemple el reúso de al menos el 50 % y el tratamiento del total de sus aguas residuales. **Agi06** Se prohíbe el depósito de residuos sólidos, así como las descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua y escurrimientos permanentes o temporales. **Agi07** Las actividades agroindustriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia que subministren al menos el 15 % del agua requerida. **Agi08** Se permitirá únicamente la instalación de agroindustrias que formen parte de la cadena productiva agroalimentaria regional. **Agi09** En las zonas de mediano y alto potencial de recarga de acuífero, las autorizaciones para la instalación de industrias agroalimentarias estarán sujetas a la presentación de programas de manejo de residuos sólidos y líquidos actualizados con las acciones pertinentes para la prevención de la contaminación de los acuíferos y ríos, así como de un programa de manejo adecuado de sus materias primas como conservadores y embalajes que sean amigables con el medio ambiente. **Agi10** El desarrollo de proyectos agroindustriales estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.	Aunque el Proyecto no realizará actividades de Agroindustria o empleará agroquímicos, se implementarán medidas de protección y monitoreo para evitar la contaminación y el sobreuso de los recursos hídricos. El Proyecto no se vincula con los criterios referentes a la Agroindustria, no obstante, se implementarán medidas de prevención, protección, mitigación y en su caso de resarcimiento.
Ganadería extensiva **Gex08** Las áreas con vegetación arbustiva y pastizales con pendientes entre 20 % y 30 % sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias. **Gex09** Se promoverá la conservación o establecimiento de islas de vegetación natural en corrales de agostadero o praderas artificiales que constituyan piedras de paso en el ámbito de los corredores biológicos para la fauna silvestre.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, por lo que los criterios que se analizan para determinar la vinculación, No le resulta aplicable dado que esas actividades no serán consideradas como parte del cuadro de obras y actividades, toda vez que corresponden estrictamente a actividad ganadera extensiva.
Ganadería Intensiva **Gin01** Todos los establos, ranchos y granjas deberán dar un tratamiento primario a sus aguas residuales previo a su descarga, además de dar un manejo adecuado a sus residuos sólidos. **Gin02** Se deberá desarrollar en cada unidad de producción un sistema de manejo del estiércol, que considere su tratamiento, técnicas adecuadas para su almacenamiento, recubrimiento y procesos de compostaje.	El Proyecto No realizará actividades de ganadería, aunque no le apliquen en apego la atención de estos CRE de este rubro, no obstante lo que el

Criterios Regulación	Vinculación
Gin03 La ganadería intensiva se podrá desarrollar únicamente en predios con pendientes menores al 10 %. **Gin04** Los residuos biológico-infecciosos resultado de la matanza y procesamiento de productos o subproductos del ganado, deberán ser sometidos a sistemas de tratamiento y depositados en sitios de disposición final adecuados. **Gin05** Los baños garra-paticidas solamente podrán ser ubicados en zonas planas sobre superficies impermeables y alejadas de corrientes superficiales al menos 1.5 km. **Gin06** Se deberán utilizar piensos y forrajes mejorados que reduzcan la producción de metano en los procesos de fermentación entérica del ganado, adicionados con nitratos, ionóforos y compuestos bioactivos de plantas. **Gin07** La ganadería intensiva se encontrará limitada a las unidades de producción existentes, las cuales deberán ser reubicadas de las zonas de reserva o crecimiento urbano, previo a la instalación de vivienda, equipamiento y servicios urbanos.	Proyecto Espuela Solar, establecerá una serie de medidas de protección como se ha indicado anteriormente e su identificación de impactos sobre recursos naturales de agua, suelo, manejo de residuos entre otros, que sean inherentes a las actividades para el desarrollo del proyecto, este adoptará un plan de vigilancia ambiental con objeto de acatar los términos y condicionantes para su debida implementación y seguimiento al cumplimiento de las condicionantes dictaminadas.
Turismo alterno **Tal03** Las obras y actividades relacionadas con la actividad turística se realizarán sin alterar los valores culturales y patrimoniales de las comunidades del lugar. Los promoventes de proyectos turísticos que se encuentren en áreas culturalmente sensibles deberán establecer una guía y lineamientos de comportamiento para los visitantes. **Tal05** Todos los desarrollos de turismo alternativo deberán contemplar un programa integral de sistema de tratamiento de sus aguas residuales. **Tal06** El desarrollo de proyectos turísticos incluirá procesos de participación ciudadana con las comunidades rurales involucradas. **Tal08** Para la gestión y operación de los proyectos de desarrollo turístico promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se dará prioridad a los habitantes de las comunidades rurales involucradas. **Tal11** Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar deliberadamente las tradiciones y costumbres de la población local. **Tal13** Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGAT deberán contar con un sistema de gestión ambiental, con el objetivo de realizar un manejo integral del agua, energía, áreas verde y eficiencia de recursos y el manejo de residuos sólidos. Particularmente para estos últimos se deberá considerar su separación en orgánica e inorgánica, así como su valorización o su biodegradación y quedará absolutamente prohibido establecer áreas del terreno como basurero.	Los Criterios para el rubro de Turismo Alterno, se encuentran orientados a la promoción de proyectos turísticos, y no guardan alguna relación por el desarrollo del proyecto, ya no se cotejan llevar a cabo actividades de Turismo alterno, dado que la naturaleza del proyecto es la producción de energía a partir de la radiación solar de la zona, este no se vincula con los CRE de este rubro de la actualización del PEDUOET Guanajuato 2040, no le resultan aplicables.
Asentamientos humanos rurales Ahr01 El crecimiento de las comunidades rurales deberá desarrollarse en los territorios definidos para su crecimiento. En caso de que no exista una delimitación de la zona habitable, solo podrán ocuparse predios al interior de la comunidad o contiguos a esta, a una distancia no mayor a 500 m. El crecimiento no deberá	Los Criterios de este aspecto, se enfocan al quehacer de la administración pública y de las autoridades que regulan el crecimiento de la población y no guarda ninguna relación con la naturaleza del Proyecto

Criterios Regulación	Vinculación
desarrollarse a costa de ecosistemas forestales, y en casos excepcionales se deberá compensar la biomasa removida Ahr02 El incremento de la superficie de localidades rurales no deberá superar 1.5 veces al incremento natural de su población. Ahr03 Se aplicarán medidas de mitigación de impactos ambientales por el crecimiento de las comunidades rurales con énfasis a las descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y manejo integral de residuos, evitando disturbios que modifiquen los hábitos de la fauna en los ecosistemas aledaños. Ahr04 El crecimiento de las comunidades rurales se debe desarrollar evitando generar impactos sobre recursos patrimoniales, históricos, arqueológicos, paleontológicos y culturales. Ahr05 No se permitirá el desarrollo de asentamientos humanos en zonas sujetas a riesgos geológicos e hidrometeorológicos. En las zonas propensas se deberá contar con todas las medidas de prevención y mitigación correspondientes. Ahr06 No se realizará la disposición de residuos sólidos en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto ni la quema de estos, destinándolos a un sitio de disposición final adecuado o un centro de acopio de residuos para prevenir impactos al ambiente. Ahr07 Los residuos sólidos generados por establecimientos comerciales y de servicio en las comunidades rurales deberán ser recolectados al 100 % y manejados de manera integral conforme a la legislación aplicable, priorizando la valorización por sobre la disposición final. Ahr08 Se deberán separar los residuos sólidos para su valorización y manejo integral. Ahr09 En las zonas carentes de infraestructura de subministro de agua entubada o con déficit en el servicio se deberán de implementar ecotecnias para la captación, almacenamiento y filtrado del agua de lluvia que permitan ampliar la cobertura del servicio. Ahr10 En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio se deberán implementar ecotecnias para el tratamiento de las aguas residuales como fosas sépticas comunitarias o humedales artificiales. Ahr11 En las zonas carentes de infraestructura eléctrica o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias de generación de energía con fuentes renovables domésticas o comunitarias. Ahr12 El manejo del alumbrado público incluirá medidas para el ahorro de energía y el uso de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que mejoren su funcionamiento.	Para el desarrollo del Proyecto Espuela Solar, no se prevé contar con asentamientos de carácter temporal, ni mucho menos con permanencia, el proyecto se concibe para que durante su desarrollo en las fases de preparación de sitio y construcción, se contrate mano de obra general, de poblaciones aledañas por lo que, el Proyecto no propiciará la creación de nuevos asentamientos humanos.
Infraestructura **Inf02** Se permitirá la instalación de infraestructura de disposición lineal para la dotación de servicios básicos a las comunidades como agua potable, alcantarillado o drenaje (el cual deberá incluir el	En este agrupamiento de los Criterios para la Infraestructura, se destaca que para desarrollo del Proyecto Espuela

Criterios Regulación	Vinculación
tratamiento de agua residual) y energía eléctrica, con la reducción y mitigación de los impactos significativos. **Inf03** Se deberán evitar impactos sobre el flujo de fauna cuando la infraestructura lineal interrumpa los corredores biológicos, construyendo pasos de fauna sobre elevando el trazo vial en una longitud mínima de 100 m por paso o para el caso de sistemas montañosos mediante la incorporación de túneles al diseño del proyecto. La longitud total de los pasos de fauna deberá ser conforme a la longitud de la sección del trazo del proyecto que se encuentre en zonas adyacentes a macizos forestales en una relación no menor al 7.5 %. La empresa responsable de la construcción deberá presentar un estudio avalado por la autoridad competente. **Inf04** Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, de recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural. **Inf05** La construcción de infraestructura se realizará, de ser posible, sobre el derecho de vía de caminos ya construidos, con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas presentes en el área y el cambio de uso de zona agrícola y forestal. **Inf10** Las carreteras existentes y las nuevas obras deberán contar con los pasos de fauna subterráneos suficientes para garantizar la continuidad entre las diferentes poblaciones animales, contemplando un diseño adecuado para garantizar su éxito. **Inf11** Los proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar la incorporación de vegetación arbórea en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser nativas y acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento. **Inf13** La construcción de caminos deberá prever al menos el 50 % de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, los cuales deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural. **Inf14** En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos o para su implementación se requieran volúmenes importantes de agua, la empresa responsable de la construcción deberá presentar un proyecto hidráulico avalado por la autoridad competente, que garantice la continuidad del caudal ecológico del flujo interrumpido y la factibilidad del suministro de agua, sin generar afectaciones a los acuíferos del área. **Inf15** Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos**.**	Solar, corresponde a infraestructura para generación de energía, más no a promover la ampliación o creación de nuevos asentamientos humanos, por lo cual y con la finalidad de evitar afectación a los recursos naturales interactuantes; agua, suelo, aire y manejo de residuos, se han identificado los potenciales impactos sobre estos factores del medio natural y los inherentes a causa del desarrollo del proyecto, se han confeccionado las estrategias de prevención, mitigación y protección para cada uno de los impactos ambientales identificados por cada etapa de desarrollo, evitando con ello su degradación en cuanto a calidad, y disminución de su cantidad. Con relación al impacto social y de riesgo, el proyecto se encuentra en desarrollo del Manifiesto del Impacto Social, conforme al Acuerdo por el que se emiten las Disposiciones Administrativas de Carácter General sobre la evaluación del Impacto Social en el Sector Energético emitidas el 16 de febrero de 2026 en el diario oficial de la federación y del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y otros estándares internacionales como los Principios de Ecuador: Referencia del sector financiero para determinar, evaluar y gestionar el riesgo medioambiental y social de los proyectos.

Criterios Regulación	Vinculación
Inf16 Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda.	
Proyectos de energía eólica **Eol01** Se deberán llevar a cabo medidas necesarias para evitar impactos negativos hacia la avifauna u otras especies aéreas, con énfasis en especies prioritarias y migratorias. **Eol02** La manifestación de impacto ambiental deberá considerar además de todos los elementos previstos en la legislación, el deterioro del paisaje. **Eol03** Los proyectos de generación eólica tendrán un monitoreo continuo de las especies aéreas (aves, murciélagos e insectos) que se distribuyen en el área del proyecto, que contemple un registro de los individuos afectados por colisiones, donde se especifique el horario, velocidad del aerogenerador, ubicación, y otros factores que se consideren relevantes para la adopción de medidas de mitigación que reduzcan los impactos sobre la biodiversidad local. El programa de monitoreo deberá ser avalado por la autoridad competente. **Eol04** La velocidad de arranque de los generadores deberá ser de 6 m/s como mínimo con la finalidad de reducir la posibilidad de impactos con especies aéreas. **Eol05** En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas eólicos deberá demostrar a través de estudios cuantitativos de detalle, que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15 % el volumen de infiltración promedio anual. **Eol06** Para la instalación de cualquier proyecto de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá incluir que el promovente recupere en los predios de compensación en un período no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto, considerando todas las obras relacionadas con el mismo. Las especies utilizadas deberán ser nativas. **Eol07** Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes eólicas, al final del período de explotación incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original. **Eol08** Los aerogeneradores que a partir del monitoreo continuo de las especies aéreas se identifiquen como focos rojos de alto índice de colisiones, deberán suspender la generación de energía eléctrica hasta adoptar medidas de mitigación y prevención que reduzcan el índice de colisiones avaladas por la autoridad competente.	Los criterios de regulación ecológica para este rubro de Proyectos de energía eólica, representan un claro impulso del Proyecto, para su construcción y operación del proyecto Espuela Solar, en el cual se implementará una serie de medidas y acciones específicas encaminadas a la prevención y mitigación de todos los posibles impactos que se pudieran generar en los componentes de aire, hidrología, fauna, **paisaje** y suelo, con las que se garantiza la continuidad y calidad de los servicios ambientales que proporcionará a la región. Es decir que el aspecto de Paisaje está considerado desde la concepción del proyecto debido a su emplazamiento en la zona de su desarrollo. Aunque el criterio se refiere a los parques eólicos, el Proyecto por su naturaleza de planta fotovoltaica también considera el impacto al paisaje, donde en caso de impactos inevitables se implementarán acciones preventivas y de protección con el diseño de programa específico como el Cierre Abandono y Desmantelamiento.
Proyectos de energía Solar **Sol01** En zonas de recarga de alto potencial, la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares **deberá demostrar a través de estudios cuantitativos**	Si bien la ubicación del Proyecto No se reconoce como una zona de alto potencial de régimen pluvial, las

Criterios Regulación	Vinculación
detallados que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual	condiciones de lluvia son tan escasas que la generación de recargas hídricas es baja, no obstante en el presente estudio de MIA regional se describe un análisis de infiltración conforme a la capacidad existente del predio del proyecto Espuela Solar, contraponiendo los escenarios de aplicar prácticas de conservación así como de adoptar sistema de captación pluvial y con ello demostrar que el establecimiento del proyecto no se reduzca la tasa de infiltración de 15%.
Sol02 Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos.	Se implementará un programa de manejo integral de residuos que contemple la identificación, retiro inmediato y almacenamiento temporal seguro de los paneles solares en el caso de que resulten dañados. Estos serán manejados y asegurado su disposición final conforme a la normativa aplicable.
Sol03 Para la instalación de cualquier proyecto de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un período no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto, considerando todas las obras relacionadas con el mismo. Las especies utilizadas deberán ser nativas.	Como ya se indicó anteriormente, para el emplazamiento del proyecto Espuela Solar no se verá afectada ningún tipo de vegetación natural o que se considere como forestal (no coincide con la definición de lo que es un **terreno forestal** o preferentemente forestal y que se detalla en la fracción LXXI del artículo 7 de la LGDFS), por lo que la aplicabilidad de este Criterio de Regulación Ecológica no le aplica al proyecto.
Sol04 Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares, al final del período de funcionamiento incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original.	El Proyecto, en su momento contará con un plan de cierre, abandono y desmantelamiento que garantice la remoción segura y eficiente de todos los componentes de infraestructura al final de su vida útil, priorizando la reutilización y el reciclaje de materiales.
Minería no metálica de alta disponibilidad **Mna01** Los predios sujetos a extracción deberán contar con un programa avalado por la autoridad competente de supervisión, vigilancia y seguimiento de las medidas de mitigación ambiental, compensación, restauración, así como de reducción del impacto paisajístico generado por la actividad extractiva definidas en el resolutivo de las manifestaciones de impacto ambiental.	El Proyecto Espuela Solar corresponde al sector eléctrico, por lo que este conjunto de criterios de este rubro que se analiza para determinar la vinculación del proyecto, no resulta aplicable dado que esas actividades no serán consideradas como parte del cuadro de obras y actividades toda vez

Criterios Regulación	Vinculación
Mna02 No se permitirá la apertura de nuevos bancos de materiales pétreos de alta disponibilidad en la UGAT, debiendo agotar las reservas de los bancos existentes acorde con lo establecido en la NTA-002-IEE-2007. Para el caso del emplazamiento de infraestructura, solo se permitirá la apertura de bancos de préstamo que sean utilizados para el propio proyecto que se esté realizando y el sitio deberá ser regenerado en su totalidad al terminar la obra. **Mna03** En el área de explotación no se permitirá el almacenamiento permanente de chatarra o residuos originados por la maquinaria o la construcción de la infraestructura de la mina. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental. **Mna04** Los bancos de material pétreos abandonados deberán realizar actividades de regeneración conforme a la NTA-IEE-002-2007, evitando dejar el suelo desnudo para minimizar la emisión de partículas PM 10. **Mna05** En actividades reguladas por la Federación, se respetará una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo hacia el interior del predio en todo el perímetro. Esta franja deberá forestarse con especies nativas de la región, estableciendo un programa de trabajo a fin de garantizar la supervivencia de los individuos plantados y remplazando aquellos que perezcan. Será competencia estatal observar la NTA-IEE 002/2007 de bancos de material. **Mna06** Para la ampliación de la superficie de extracción en un proyecto activo se condicionará al cumplimiento anual de acciones de mitigación y restauración de por lo menos el 50 % de la superficie autorizada. **Mna07** En las zonas de conservación hidrológica se deberá analizar la red de drenaje para establecer si los ríos y arroyos drenan sus aguas hacia zonas de recarga de potencial alto y medio; en caso positivo se deberá instrumentar legalmente que la empresa responsable de las actividades tenga puntos de monitoreo de calidad del agua en los sitios de contacto con las zonas de recarga de potencial alto y medio, así como realizar estudios hidrogeológicos de detalle que establezcan la capacidad de autodepuración del medio (que conforma a las zonas de recarga de potencial alto y medio) y de la cantidad y calidad del agua que llegará al acuífero en forma de recarga.	que corresponden estrictamente a proyectos de naturaleza minera.
Minería no metálica de baja disponibilidad **Mnb01** Los predios sujetos a extracción deberán contar con un programa avalado por la autoridad competente de supervisión, vigilancia y seguimiento de las medidas de mitigación ambiental, compensación, restauración, así como de reducción del impacto paisajístico generado por la actividad extractiva definidas en el resolutivo de las manifestaciones de impacto ambiental. **Mnb02** Se prohibirá la utilización de sitios explotados inactivos como área de disposición final materiales (cascajo, residuos urbanos u otros). En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.	El Proyecto Espuela Solar corresponde al sector eléctrico, por lo que este conjunto de criterios de este rubro que se analiza para determinar la vinculación del proyecto, no resulta aplicable dado que esas actividades no serán consideradas como parte del cuadro de obras y actividades toda vez

Criterios Regulación	Vinculación
Mnb03 En el área de explotación no se permitirá el almacenamiento permanente de chatarra o residuos originados por la maquinaria o la construcción de la infraestructura de la mina. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental. **Mnb04** Para las actividades mineras reguladas por la Federación, se respetará una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo hacia el interior del predio en todo el perímetro. Esta franja deberá forestarse con especies nativas de la región, estableciendo un programa de trabajo a fin de garantizar la supervivencia de los individuos plantados y remplazando aquellos que perezcan. Para actividades de competencia estatal se observará la NTA-IEE-002/2007 de bancos de material. **Mnb05** Para la ampliación de la superficie de extracción en un proyecto activo se condicionará al cumplimiento anual de acciones de mitigación y restauración de por lo menos el 50% de la superficie autorizada. **Mnb06** En las zonas de conservación hidrológica se deberá analizar la red de drenaje para establecer si los ríos y arroyos drenan sus aguas hacia zonas de recarga de potencial alto y medio; en caso positivo se deberá instrumentar legalmente que la empresa responsable de las actividades mineras tenga puntos de monitoreo de calidad del agua en los sitios de contacto con las zonas de recarga de potencial alto y medio, así como realizar estudios hidrogeológicos de detalle que establezcan la capacidad de autodepuración del medio (que conforma a las zonas de recarga de potencial alto y medio) y de la cantidad y calidad del agua que llegará al acuífero en forma de recarga. **Mnb07** Solo se permitirá la apertura de sitios de extracción de materiales pétreos de baja disponibilidad, los cuales deberán desarrollarse sin afectar los atributos naturales, paisajísticos y culturales de la zona.	que corresponden estrictamente a proyectos de naturaleza minera. El Proyecto Espuela Solar corresponde al sector eléctrico, por lo que este conjunto de criterios de este rubro que se analiza para determinar la vinculación del proyecto, no resulta aplicable dado que esas actividades no serán consideradas como parte del cuadro de obras y actividades toda vez que corresponden estrictamente a proyectos de naturaleza minera

III.7 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS VIGENTES (FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES)

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) son sitios que representan diversos ecosistemas que requieren ser preservados o restaurados, ya que mantienen las condiciones ambientales originales (sitios que no han sido alterados significativamente por la actividad del ser humano) y que producen beneficios ambientales cada vez más reconocidos y valorados. Las ANP están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que son Federales, Estatales, Comunitarias y Privadas.



Las ANP se dividen en seis categorías en relación con los objetivos de manejo y por la zonificación a la que están sujetas: Reservas de la Biósfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios. Cada categoría puede contener subzonas destinadas a diferentes usos, los cuales son indicados en los planes de manejo. Los predios dentro de estas zonas o subzonas están sujetos a los usos destinados de las mismas sin embargo los gobiernos federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán autorizar, concesiona o permitir que se lleven a cabo ciertas obras o actividades en dichos predios.

Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico y, están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según lo establecido en la Ley. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra actualmente 232 ANP de carácter federal; en las categorías de Área de Protección de Flora y Fauna (57), Área de Protección de Recursos Naturales (15) Monumento Natural (5) Parque Nacional (79) Reserva de la Biosfera (48) Santuario (28) y estas representan más de 98,000,719 hectáreas, y están divididas en nueve regiones del país[8].

III.7.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER FEDERAL.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se definen de acuerdo con el artículo 3°, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de la siguiente manera:

II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en dónde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente.

Con base en la ubicación geográfica del trazo del proyecto, no se presenta incidencia con Áreas Naturales Protegidas de carácter federal. La ANP de carácter federal más cercana se

[8] https://sig.conanp.gob.mx/General

encuentran a 47.5439 km denominada "Gogorrón" que cuenta con la categoría de manejo: Parque Natural.

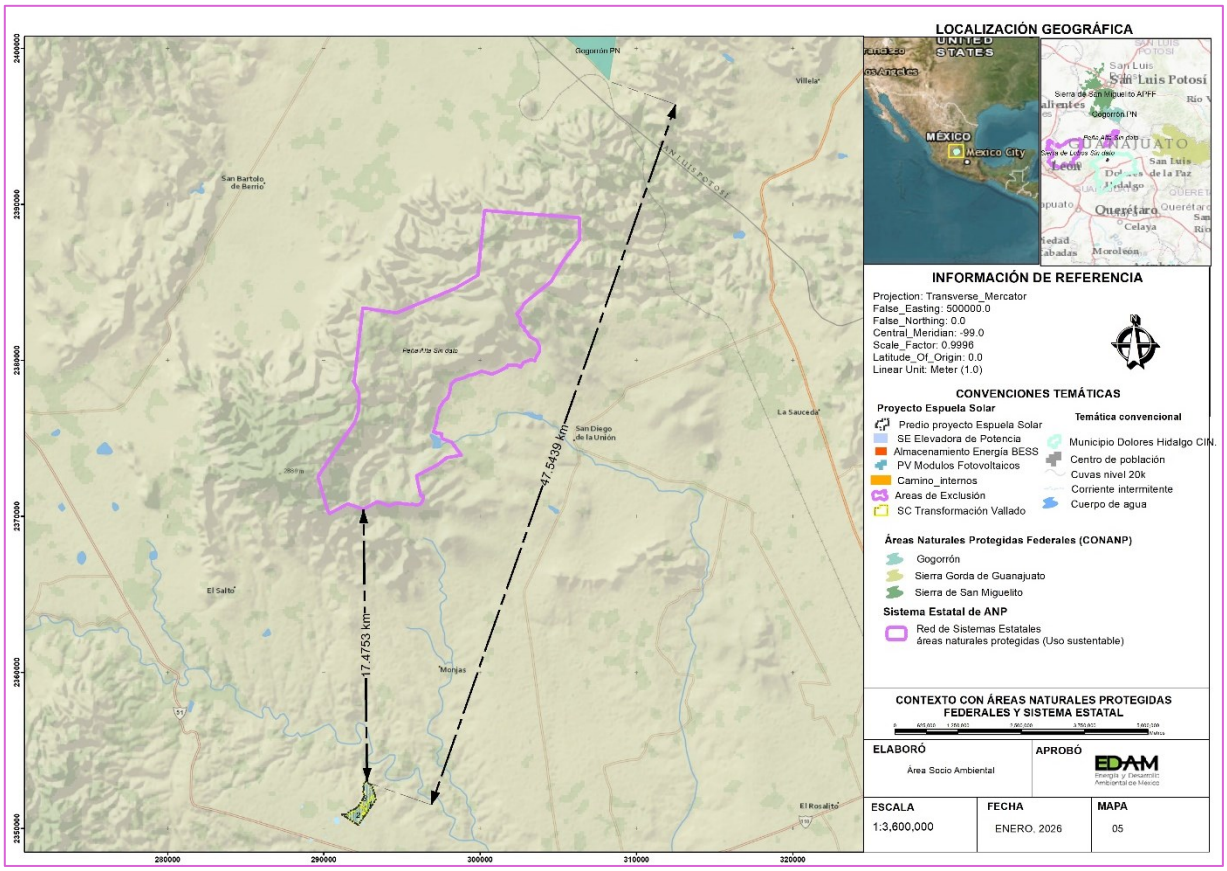


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a ANP Federal.

III.7.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER ESTATAL

El Proyecto Espuela Solar no incide con alguna Área Natural Protegida Estatal (ANPEST), el área del Proyecto respecto al ANPEST denominada como Área de Uso Sustentable "Peña Alta", se ubicada en una distancia de 17.4753 km al norte del predio del Proyecto. Debido a la lejanía de esta ANPEST respecto al Proyecto, no se entrará en mayor descripción de dicha área.

III.7.3 ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son sitios que ayudan a preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico en nuestro país, además de favorecer la participación de la sociedad.

Estas Áreas Naturales Protegidas (ANP) son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, privada, pueblos y comunidades indígenas o una organización social.

Con base en la ubicación geográfica del trazo del proyecto, no se presenta incidencia con alguna de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. El proyecto no recae en ninguna de estas.

III.7.4 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, 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. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

CONABIO elaboró mapas del territorio nacional (escala 1:1000000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. El Proyecto Espuela Solar, incide en

la Región Hidrológica 57 denominada Cabecera del Río de la Laja, cuya Clasificación esta como una Región de alta biodiversidad la cual se muestra su incidencia en la figura 4, así como de las características.

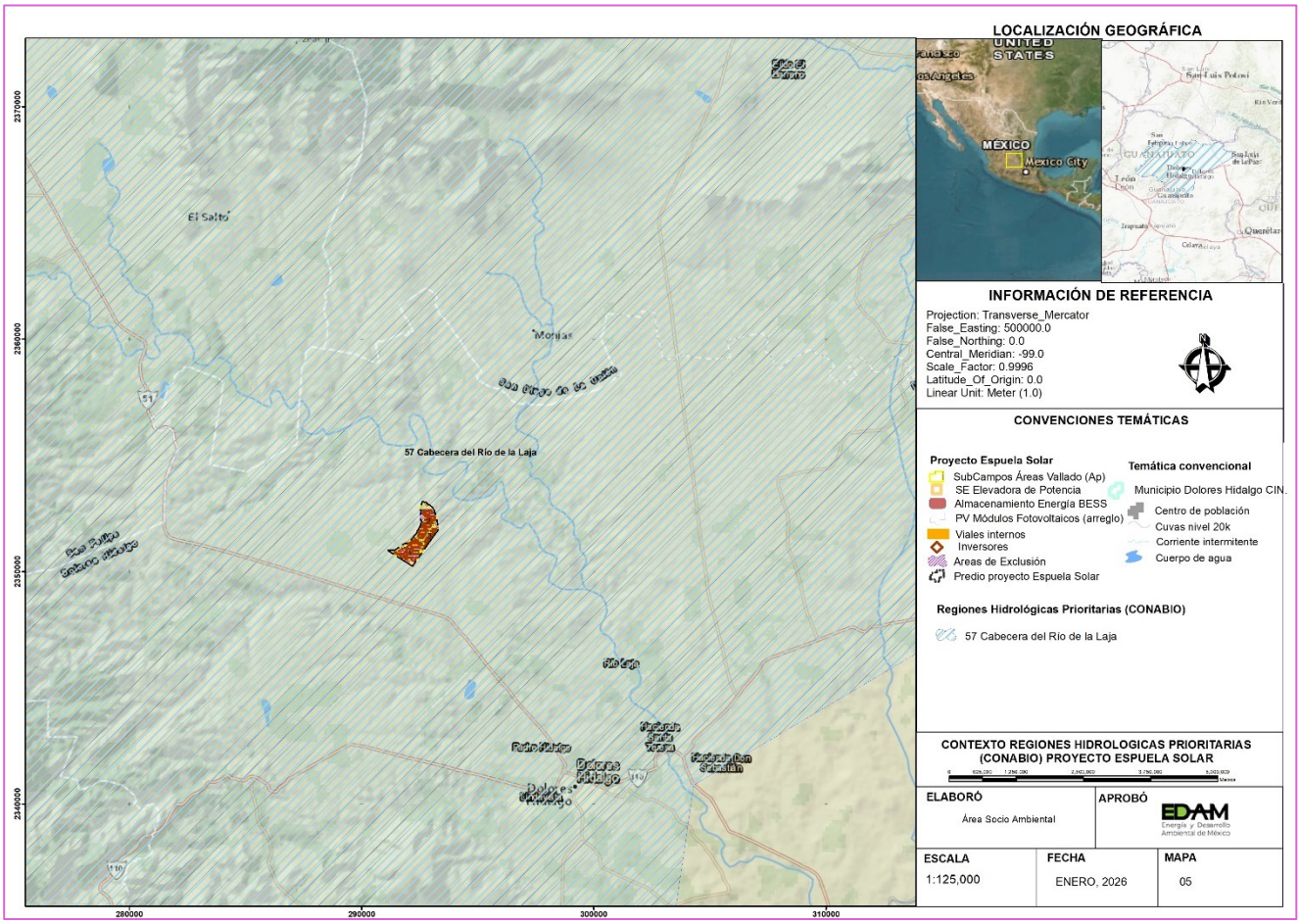


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a RHP "Cabecera del Río de la Laja"

Tabla 29. Descripción de la RHP 57- Cabecera del Río de la Laja

RHP – 57 Cabecera del Rio de la Laja		
Estado(s): Guanajuato		Extensión: 3 476 km^2
Recursos hídricos principales:	**Lénticos**: Presas Purísima, Begoña, El Gallinero y La Biznaga, humedales.	**Lóticos**: ríos de la Laja, El Plan y San Juan, arroyos temporales y permanentes.
Limnología básica:	No Disponible.	

RHP – 57 Cabecera del Rio de la Laja	
Geología/Edafología:	Zona de sierras y cañadas con mesetas paralelas. Rodeada por las sierras de Guanajuato, del Cubo, de la Media Luna y Gorda. Entre las sierras Gorda y de Guanajuato se extienden las amplias llanuras de Dolores Hidalgo y Allende. Predominan suelos obscuros, ricos en nutrientes y suaves Feozem así como Vertisol y Litosol.
Principales poblados:	San Miguel de Allende y Dolores Hidalgo C.I.N.
Actividad económica principal:	Producción de carbón de encino, agricultura de riego y de temporal, turismo, minería (de beneficio) y cerámica
Biodiversidad:	tipos de vegetación: bosques de encino, encino-pino, pino, matorral espinoso, nopalera, chaparral, pastizal natural e inducido. Ictiofauna característica de *Algansea tincella, Chirostoma aculeatum, C. arge, C. labarcae, Moxostoma austrinum, Xenotoca variata, Xiphophorus helleri, Yuriria alta*. Comunidades de insectos acuáticos, peces, aves acuáticas e hidrófitas en presas. Endemismo de algunas especies de encinos *Quercus spp*; de peces *Allotoca dugesi, Chirostoma jordani, Goodea atripinnis, Notropis calientis, Poecilopsis infans*; de anfibios y reptiles *Bufo occidentalis, Kinosternon integrum y Tamnophis hammondi*. La gobernadora *Larrea tridentata* indicadora de aridez.
Aspectos Económicos:	Actividades forestales, ganaderas, agrícolas, mineras, pesqueras y turísticas
Problemática:	Modificación del entorno: desforestación; cambio de uso de suelo a agricultura y ganadería; construcción de bordos que causan azolvamiento aunado a la pérdida de suelos; extracción de tierra de hoja de encino.
Conservación:	Se recomienda proteger los espacios de agua frecuentados por aves migratorias; cambiar las prácticas de manejo forestal y de suelo para disminuir azolvamientos de cauces de agua; estudiar sistemáticamente la fauna poco conocida del Río de la Laja. Falta conocimiento de la fauna y flora acuáticos, de la susceptibilidad de las especies a la contaminación por actividades mineras y del papel que juega la materia orgánica alóctona.

III.7.5 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. El objetivo general es 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 especifica 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

Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el proyecto NO se ubica dentro de alguna RTP, la región más cercana se encuentra a 12.4289 km y se trata de la RTP 99 "Sierras Santa Bárbara – Santa Rosa".

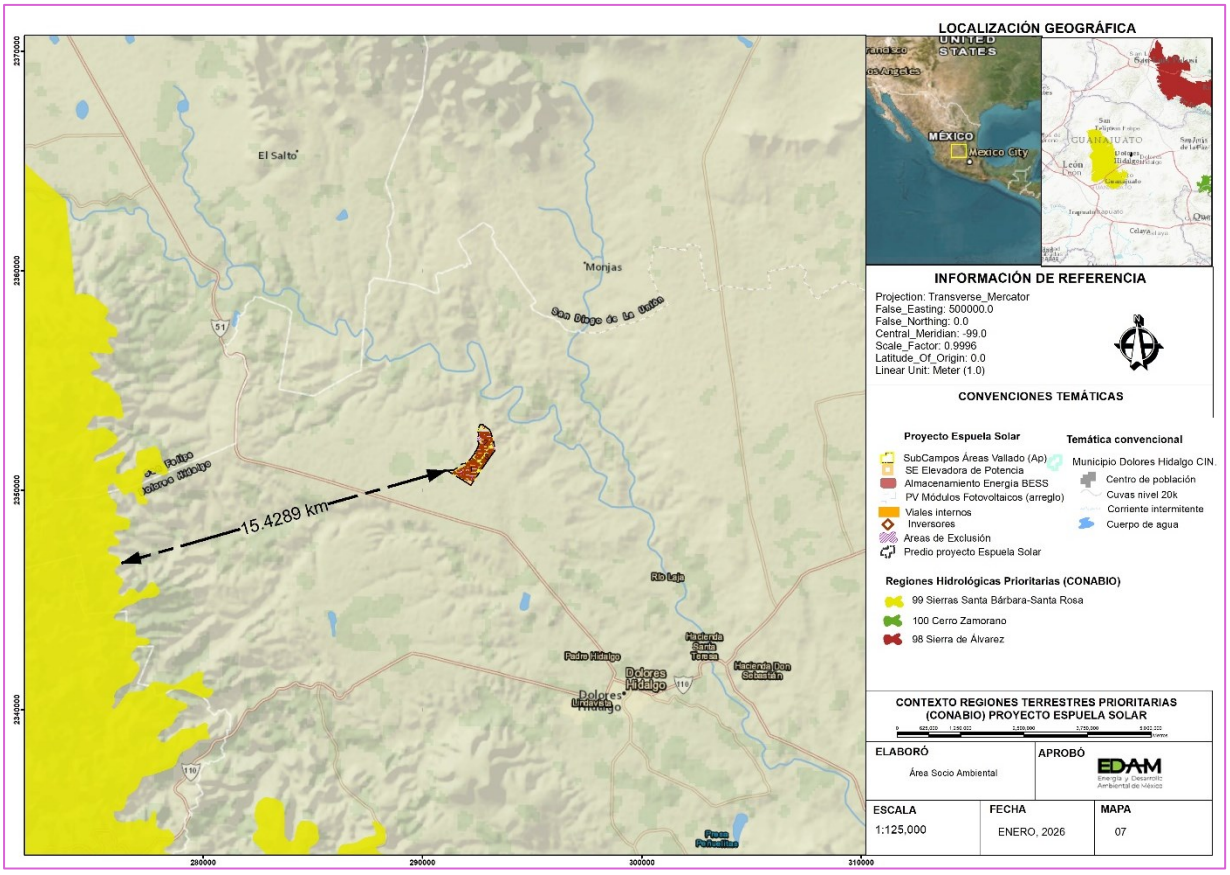


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RTP´s.

III.7.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene registradas 230 AICAS, las que se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves.

De esta manera y de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, en escala 1:250000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y la CONABIO, se tiene que el Proyecto no incide en alguna de estas áreas la más cercana se encuentra a una distancia de 13.2953 km al occidente de la AICA "27 Sierra de Santa Rosa"

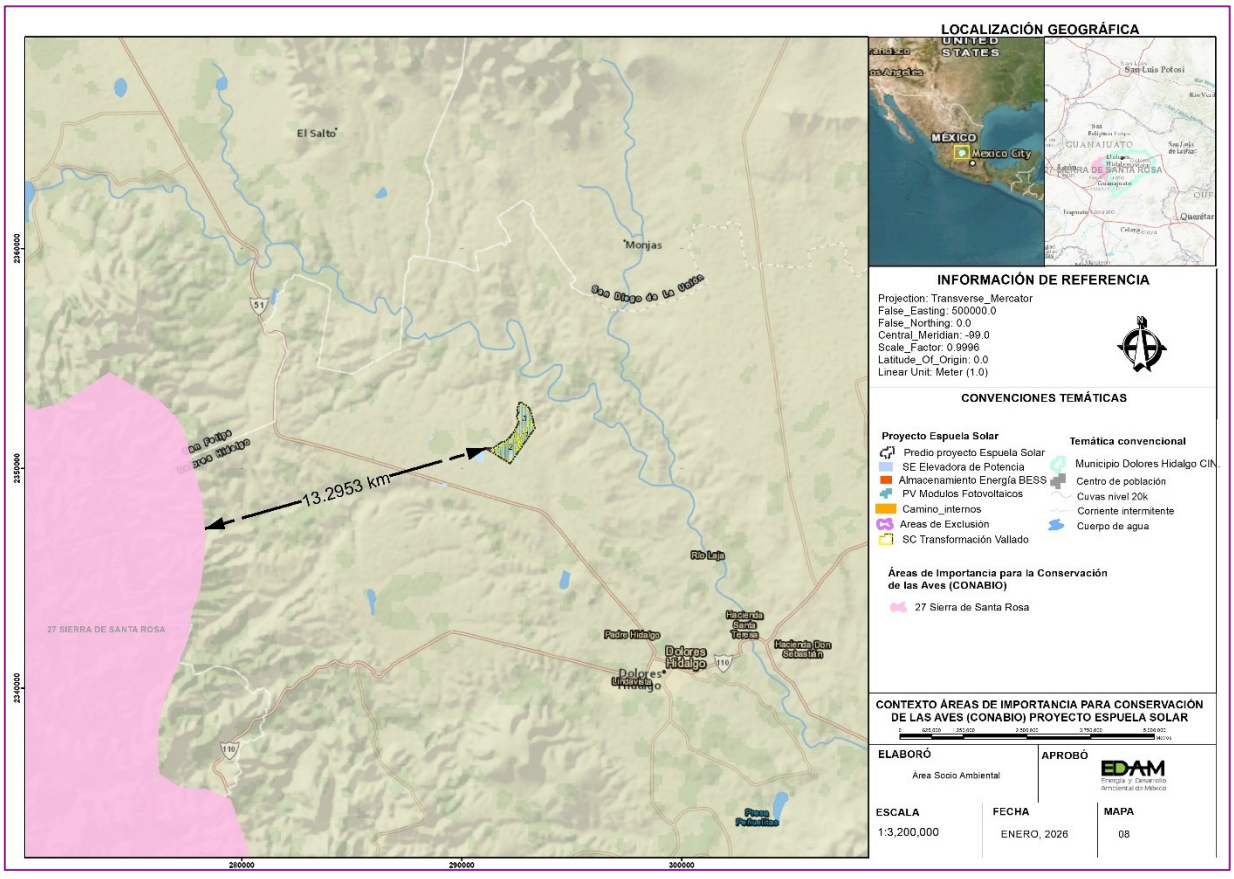


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto al AICA "27 Sierra de Santa Rosa"

III.7.7 SITIOS TERRESTRES PRIORITARIOS

Los sitios seleccionados el 100% de las veces (denominados irremplazables), se consideran de mayor prioridad a escala nacional, denominados de prioridad extrema o alta. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad (frecuencia de selección 90-99% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas), 1145 unidades de alta prioridad (frecuencia de selección 100% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas) y 176 de extrema prioridad (frecuencia de selección 100%; coincidentes en dos ejercicio de priorización, el primero de acuerdo a las metas establecidas y el segundo ejercicio con metas reducidas para los tipos de vegetación primaria y secundaria). En conjunto, estos sitios cubren 325,817 km^2, 16.6 % de la superficie nacional, y de éstos, sólo 7.6% se encontraban en 2007 bajo protección parcial o total por áreas protegidas (Conabio *et al.* 2007).

En el caso del emplazamiento del Proyecto no interseca con ningún STP, el más cercano está a una distancia de 5.8533 km y tiene clave 5374, tal y como se observa en la siguiente figura:

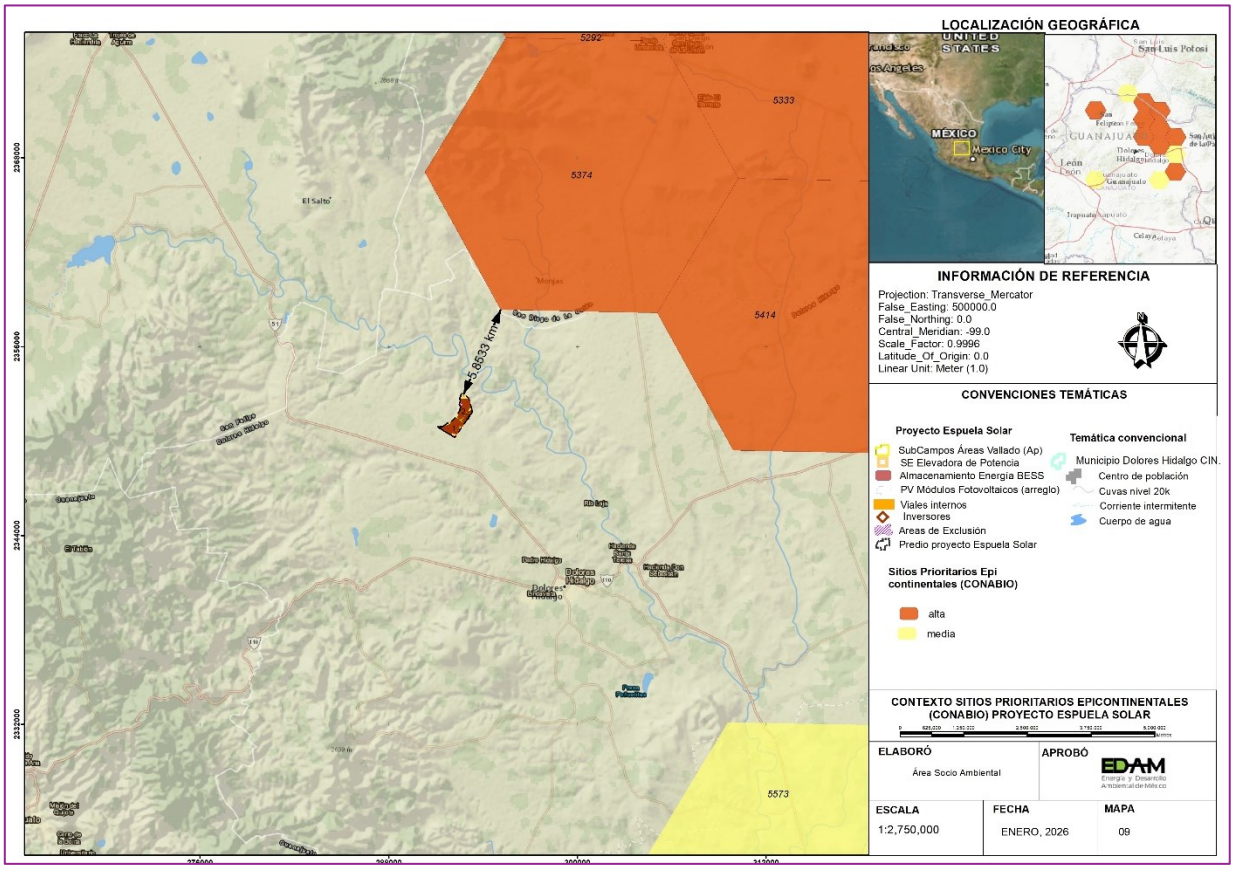


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a Sitios Prioritarios Epicontinentales

III.7.8 SITIOS RAMSAR.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo CON 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 del que México es Parte desde el 20 de diciembre de 1984.

A través de la consulta del mapa de Sitios RAMSAR de México 2014, escala: 1:7000000, editado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en el que se presentan los 140 sitios RAMSAR en la República Mexicana, publicados por la Convención RAMSAR en

Morelia, Michoacán de Ocampo, se determinó que el área de proyecto no recae en alguno de ellos, la más cercana es "Presa de Silva y zonas aledañas" a 90.2265 km de distancia del área de proyecto.

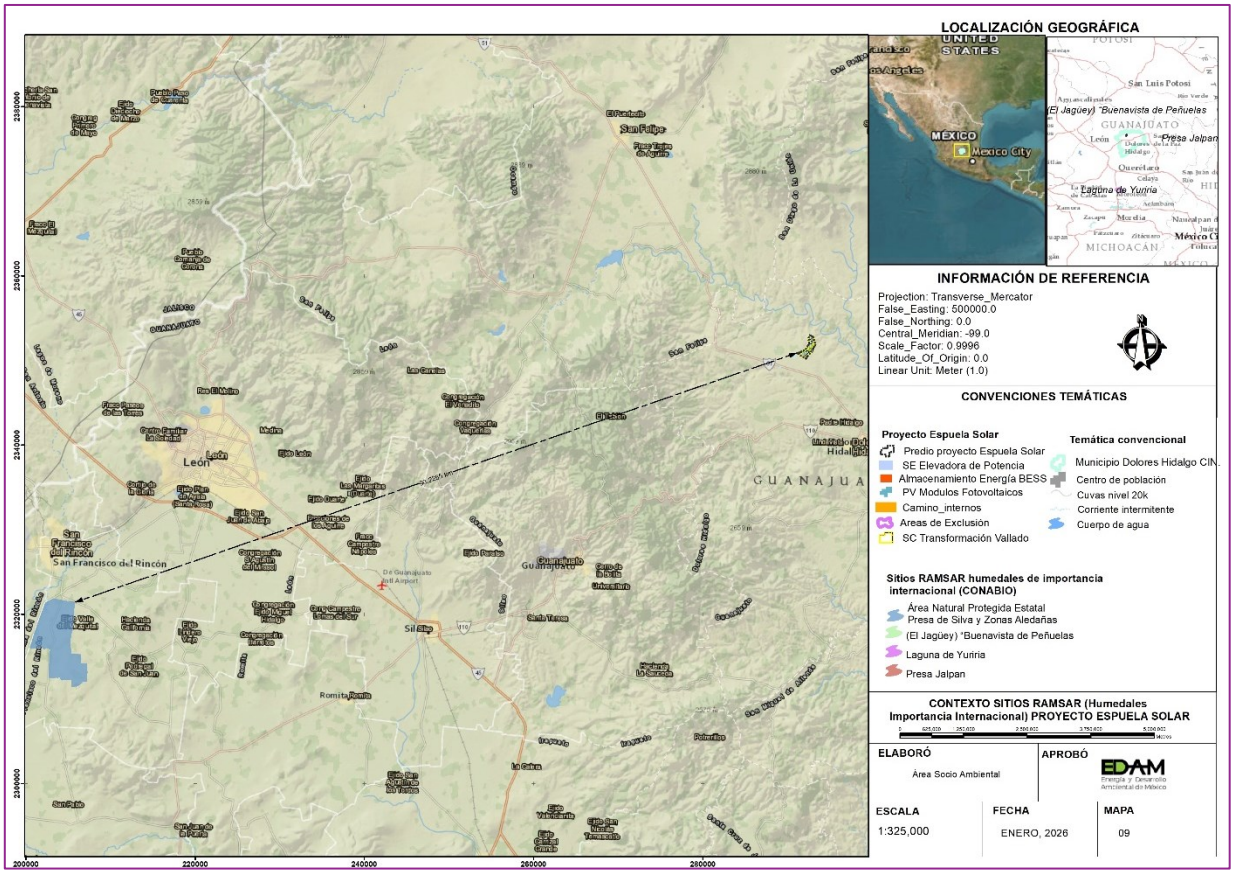


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los sitios RAMSAR

III.8 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES O, EN SU CASO, DEL CENTRO DE POBLACIÓN

El Proyecto Espuela Solar, con pretendida ubicación en el Estado de Guanajuato, en el Municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, cuyo emplazamiento de la

Planta se realizará en un terreno del cual se ocuparán 171.4610 ha para instalaciones de la Planta Solar fotovoltaica en Terrenos con uso de suelo de Agricultura de Temporal y una porción de Vegetación secundaria de Pastizal Natural.

III.8.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 - 2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND)[9], fue publicado el 15 de abril de 2025 en el DOF. 35 en el rubro Ejes Generales, prevé que el Gobierno estará comprometido a impulsar el desarrollo sustentable, factor indispensable para el bienestar, es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad.

Este PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Desarrollo con bienestar y humanismo.
- Economía moral y trabajo.
- **Desarrollo sustentable.**
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- Derechos de las comunidades indígenas y afro-mexicanas.

El desarrollo sustentable *es un principio fundamental para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La soberanía energética es un objetivo estratégico del país y la transición energética una prioridad. El Plan Nacional de Energía incluye nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de transición energética hacia fuentes renovables de energía que contribuyan a disminuir los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático. De manera específica, se contemplan 51 proyectos que apuntan a generar 22 mil 674 Megawatts adicionales*. El Plan Nacional de Energía incluye nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de

[9] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981072/PND_2025-2030_v250226_14.pdf

transición energética hacia fuentes renovables de energía que contribuyan a disminuir los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático.

El presente Proyecto se vincula con **el eje general 4 Desarrollo sustentable** en el cual se indica

"En la matriz energética del país se impulsarán fuentes de energía renovables y se acelerará la transición energética con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes, cumplir con las metas nacionales de energías limpias y honrar los compromisos internacionales en la lucha contra el cambio climático.

Además de garantizar un suministro energético seguro, eficiente y asequible para toda la población, la justicia energética debe convertirse en un pilar del desarrollo nacional. Esto implica ampliar la cobertura y el acceso a la energía, especialmente en comunidades marginadas, asegurando que todas las regiones del país cuenten con fuentes de energía limpias y sostenibles.

… La transición hacia energías renovables reducirá la dependencia de combustibles fósiles y permitirá cumplir con compromisos internacionales en materia climática. Actualmente, el 89% de la energía del país proviene de combustibles fósiles y el 62% de la electricidad se genera con gas natural, en su mayoría importado de los Estados Unidos de América, sin un sistema de almacenamiento que neutralice riesgos de escasez.

Además, solo el 11% de la energía proviene de fuentes renovables. Ante ello, es necesario fortalecer y expandir la red eléctrica para atender la creciente demanda, reducir la congestión y conectar nuevas fuentes de generación renovable. La CFE deberá garantizar un suministro confiable mediante proyectos renovables, esquemas de inversión claros y procesos simplificados para el autoabastecimiento energético en hogares e industrias. La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética.

Asimismo, la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico debe enfocarse en fortalecer la planeación del sector, garantizar el acceso a electricidad en comunidades sin servicio, modernizar el transporte público con criterios de sustentabilidad y establecer reglas claras para atraer inversión privada."

Derivado de lo antes descrito y toda vez que el Proyecto constituye de alguna manera una obra de infraestructura puede vincularse con las actividades y objetivos previstos en este eje al comprometerse a aplicar los lineamientos establecidos en el Marco legal aplicables a cada etapa del proyecto, impulsando el desarrollo económico, al mismo tiempo que garantizan la protección y cuidado de los recursos naturales inherentes para el goce de las generaciones futuras, con base en un deber ético intergeneracional.

III.8.2 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2015 -2035 DOLORES HIDALGO C.I.N.

El objetivo principal de este documento, es que el Municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional cuente con un instrumento de planeación que le permita promover un desarrollo integral con un horizonte de planeación al año 2035, guardando la congruencia con los objetivos y las estrategias señaladas en el Plan Nacional de desarrollo 2035, y cumpliendo con los plazos señalados por la ley. El plan establece objetivos estratégicos para el desarrollo del Municipio:

1. Humano y social
2. Administración Pública y Estado de derecho
3. Economía
4. Medio Ambiente y territorio
5. Modelo de desarrollo territorial.

Vinculación. El proyecto Espuela Solar de manera indirecta establecerá aspectos que contribuyan a los objetivos estratégicos de gran visión para el municipio, como es el Económico; detonando fuentes de empleo directos e indirectos, y de mano de obra calificada, incluyendo también acciones para el Medio Ambiente y territorio, dado que al implementar el desarrollo de la Planta Fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad, se alinearan las acciones necesarias a realizar en materia de protección y conservación de los recursos en factores del medio natural, con un enfoque holístico y de sustentabilidad.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

TABLA DE CONTENIDO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 5

IV.1 ..... DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 5

IV.1.1 ..... Delimitación del área de Influencia (AIp) 9

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGION. .. 12

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 12

a) Clima y fenómenos meteorológicos 12

b) Geología y Geomorfología 22

c) Suelo 26

d) Hidrología superficial 44

e) Hidrología subterránea 50

f)Aire 59

IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS 63

a) Flora silvestre 63

b) Fauna silvestre 110

IV.2.3 PAISAJE 138

a) Condiciones y mecanismos sensitivos y los preceptivos inherentes al punto observador 138

b) Condicionantes culturales 138

c) Relaciones del observador con el paisaje contemplado 138

IV.2.4 aspectos sociales 148

a) Demografía 148

b) Factores Socioculturales 152

c) Cultura Popular 153

IV.3 CAMBIO CLIMATICO 154

VI.4 CAPACIDAD DE CARGA DEL SISTEMA REGIONAL 156

VI.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 156

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL **6**
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUPERFICIES DEL ÁREA DE PROYECTO Y SUS COMPONENTES. **11**
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE UNIDADES DE CLIMA DEL SAR **12**
TABLA 4. ECUACIONES PARA ESTIMAR LA EROSIVIDAD DE LA LLUVIA "R" EN LA REPÚBLICA MEXICANA **37**
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS DEL SUELO **39**
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DEL FACTOR K (EROSIONABILIDAD) DEL ÁREA DE PROYECTO **39**
TABLA 7. DESCRIPCIÓN DE HIDROGRAFÍA DEL SAR **45**
TABLA 8. TIPO DE ESCURRIMIENTOS DEL SAR **46**
TABLA 9. PARÁMETROS HIDRO MORFOLÓGICOS DE LA SUBCUENCA RÍO CORONA -RÍO VERDE **47**
TABLA 10. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL **49**
TABLA 11. RESULTADOS GENERALES DEL INVENTARIO DE GEI ESTADO DE GUANAJUATO 2021 ..... **61**
TABLA 12. VALOR DE Z PARA LOS DISTINTOS NIVELES DE CONFIANZA **66**
TABLA 13. USOS DE SUELO IDENTIFICADOS EN EL SAR **69**
TABLA 14. COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO FLORA EN EL PROYECTO ESPUELA SOLAR **70**
TABLA 15. COORDENADAS DE LOS MUESTREOS (SAR Y AIP) **73**
TABLA 16. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO HERBÁCEO **87**
TABLA 17. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO ARBUSTIVO. **90**
TABLA 18. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO ARBÓREO. **93**
TABLA 19. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL GRUPO DE SUCULENTAS **95**
TABLA 20. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO HERBÁCEO (SAR) **97**
TABLA 21. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO ARBUSTIVO (SAR). **100**
TABLA 22. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL ESTRATO ARBÓREO (SAR). **102**
TABLA 23. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DEL GRUPO DE SUCULENTAS (SAR). **104**
TABLA 24. DETERMINACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS (HERBÁCEO) **106**
TABLA 25. DETERMINACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS (ARBUSTIVO) **106**
TABLA 26. DETERMINACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS (ARBÓREO) **107**
TABLA 27. DETERMINACIÓN, DE ÍNDICES ECOLÓGICOS (SUCULENTAS) **107**
TABLA 28. COMPOSICIÓN POTENCIAL DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS TERRESTRES PARA EL PROYECTO. **116**
TABLA 29. COMPOSICIÓN DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS TERRESTRES REGISTRADAS PARA EL PROYECTO. **117**
TABLA 30: COORDENADAS DE TRANSECTOS REALIZADOS EN AP. **117**
TABLA 31. COORDENADAS DE FOTOTRAMPA **118**
TABLA 32. COORDENADAS DE TRANSECTOS REALIZADOS PARA EL SAR. **118**
TABLA 33. COMPOSICIÓN OBTENIDA DEL MUESTREO DE HERPETOFAUNA EN LAS UNIDADES AMBIENTALES. **119**



TABLA 34. LISTADO DE ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS EN EL MUESTREO. 120
TABLA 35. CATEGORÍAS DE RIESGO/PROTECCIÓN DEL MUESTREO DE HERPETOFAUNA. 121
TABLA 36. COMPOSICIÓN OBTENIDA DEL MUESTREO DE MASTOFAUNA EN LAS UNIDADES AMBIENTALES. 121
TABLA 37. LISTADO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADOS. 122
TABLA 38. COMPOSICIÓN OBTENIDA DEL MUESTREO DE ORNITOFAUNA EN LAS UNIDADES AMBIENTALES. 123
TABLA 39. LISTADO DE ESPECIES DE AVES. 125
TABLA 40. CATEGORÍAS DE RIESGO/PROTECCIÓN DE LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS. 129
TABLA 41. VALORES DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS 129
TABLA 42. LISTADO DE RECURSOS VISUALES Y TERRENOS VISUALMENTE FRÁGILES EN EL SITIO DE PROYECTO (AP). 139
TABLA 43. ESCALA DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL 139
TABLA 44. MATRIZ DE COMBINACIÓN. SENSIBILIDAD 141
TABLA 45. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PAISAJE EN CUENCA VISUAL 143
TABLA 46. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD DE PAISAJE EN CUENCAS VISUALES (CV). 144
TABLA 47. CLASE DE SENSIBILIDAD PARA LA CUENCA VISUAL (SISTEMA AMBIENTAL DEFINIDO) 144
TABLA 48. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR SALUD 151
TABLA 49. POBLACIÓN OCUPADA SEGÚN ESCOLARIDAD. 152
TABLA 50. SUPERFICIE SEMBRADA POR MUNICIPIO SOLO DE CULTIVOS SELECCIONADOS 152
TABLA 51. ESTIMADO DE LAS TONELADAS EQUIVALENTES EMITIDAS. 155
TABLA 52. RESULTADOS OBTENIDOS DE LE ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CYGEI 155
TABLA 53. RESULTADO DE LA CANTIDAD TOTAL DE TODO EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO. 156

INDICE DE FIGURAS

Figura.1. Delimitación de La Unidad del Sistema Ambiental en su Ámbito Regional). 9
Figura 2. Poligonal del Área de Influencia para el Proyecto Espuela Solar 11
Figura 3. Unidades Tipo y Factores del Clima. 13
Figura 4. Diagrama Ombrotérmico de Tres Estaciones Activas del Smn 3n la Zona del Proyecto 14
Figura 5. Rosa de Vientos Dominantes Estación Dolores Hidalgo Periodo 1991-2010 17
Figura 6. Índice de Días con Heladas (Bajo), En Unidades De Análisis Y Ap. 18
Figura 7. Grado de Vulnerabilidad Por Sequía (Bajo) En Unidades De Análisis Y Ap. 19
Figura 8. Índice de Peligro Por Tormentas Eléctricas (Medio) En Unidades De Análisis Y Ap. 20
Figura 9. Grado de Peligro y El Riesgo Por Presencia de Ciclones Tropicales (Muy Bajo), En Unidades De Análisis De Ap 21
Figura 10. Índice de Vulnerabilidad y Peligro por Inundación (Medio) En Unidades De Análisis Y Ap. 22

Figura 11. Representación de Relieve y Topografía en La Unidad Del Sar 23
Figura 12. Fisiografía y Sistema De Topoformas Del Sar 24
Figura 13. Unidades Edafológicas Del Sar 31
Figura 14. Zonas Sísmicas 33
Figura 15. Susceptibilidad por Inestabilidad De Laderas de La Zona De Proyecto 34
Figura 16. Caracterización de La Degradación Y Proceso de Erosión En El Sar 35
Figura 17. Regiones con Igual Erosividad En La República Mexicana (2007) 37
Figura 18. Coeficiente de Escurrimiento. 47
Figura 19. Análisis de Arroyo los Arrieros En Siatl. 48
Figura 20. Caracterización de Hidrología Subterránea Del Sar 53
Figura 21. Usos de Suelo y Vegetación Tipo En El Sar 64
Figura 22. Ubicación de Las Unidades de Muestreo (Transecto Naranja) 71
Figura 23. Ubicación De Las Unidades de Muestreo En Sistema Ambiental Regional 74
Figura 24. Curvas de Acumulación Por Estratos De La Unidad Sar 79
Figura 25. Curvas de Acumulación Por Estratos En El Área De Proyecto. 83
Figura 26. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Herbáceo. 89
Figura 27. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Arbustivo. 92
Figura 28. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Herbáceo. 94
Figura 29. Gráfico de Índices Ecológicos del Grupo De Suculentas. 96
Figura 30. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Herbáceo (Sar). 99
Figura 31. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Arbustivo (Sar). 101
Figura 32. Gráfico de Índices Ecológicos del Estrato Arbóreo (Sar). 103
Figura 33. Gráfico de Índices Ecológicos del Grupo De Suculentas (Sar) 105
Figura 34. Obtención de datos y Registro de La Flora Silvestre Presente En El Área De Proyecto (Ap) 109
Figura 35. Registro de Tomas De La Herpetofauna (Sar). 113
Figura 36. Registro de Instalación De Fototrampa, Excretas Y Huellas De Mastofauna (Ap). 114
Figura 37. Registro de Nido Y Observación De Ornitofauna (Área De Influencia). 114
Figura 38. Ubicación De Campaña Muestreo De Fauna Silvestre. 119
Figura 39. Gráfica de Composición De Herpetofauna 120
Figura 40: Gráfica de Composición De Mastofauna. 122
Figura 41: Gráfica de Composición De Ornitofauna. 124
Figura 42. Índices de Estructura De Las Comunidades Faunísticas 130
Figura 43. Acumulación De Especies De Herpetofauna En Ap 131
Figura 44. Curva de Acumulación De Especies De Mastofauna En Ap 132
Figura 45. Curva de Acumulación De Especies De Ornitofauna En Ap 133
Figura 46. Curva de Acumulación De Especies De Herpetofauna En Sar. 134
Figura 47. Curva de Acumulación De Especies De Mastofauna En Sar. 135
Figura 48. Curva de Acumulación De Especies De Ornitofauna En Sar. 136
Figura 49. Estructura Vertical Valoración Paisajista 142
Figura 50. Antes y Después De La Implantación De Parque Solar 145
Figura 51. Resultado de La Interacción, Que Obtendrá El Proyecto; Visibilidad 146
Figura 52. Parámetros Para Controlar Los Análisis De Cuenca Visual (Esri®) 147
Figura 53. Pirámide Poblacional Total De Dolores Hidalgo C.I.N. 2020. 149
Figura 54. Evolución de La Tasa De Desempleo En Guanajuato 150
Figura 55. Población Según Edades Normativas Cursando Algún Grado Educativo. 151



IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

La estructura y funcionamiento de la unidad del análisis en la cual se describirán los componentes del medio abiótico y biótico y de igual manera la descripción de las condiciones socioeconómicas; los cuales serán caracterizados en este apartado de la MIA regional del proyecto Espuela Solar así como también de su interacción en los factores antrópicos, en la modificación de su entorno natural, a fin de identificar las tendencias de su deterioro pues define las problemáticas ambientales que se presentan en la zona, resultado del aprovechamiento y manejo de los recursos.

El concepto de Sistema Ambiental Regional (SAr) es asumido como la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en la evaluación del impacto ambiental que conlleve a identificar y caracterizar un espacio geográfico en el cual se pretende establecer el proyecto, mismo que se circunscribe en una unidad geográfica, inventariable y cartografiable del ecosistema en un espacio finito, definiéndolo como base de las interacciones. En la línea base a partir de la descripción del ecosistema y de las problemáticas ambientales es por la que sea de determinar el diagnóstico de las condiciones actuales de lo que será el SAr.

Con el fin de obtener una descripción coherente y provisoria que refleje las condiciones actuales del SAr, así como sus tendencias de desarrollo y deterioro, tal y como lo establece el Reglamento de La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en su artículo 13, fracción IV, dentro del presente capítulo, se abordarán e identificarán los diferentes procesos ambientales que definen, caracterizan e inciden en las condiciones del área de proyecto y su Influencia.

Dentro del capítulo se presenta el análisis de los diferentes elementos y procesos ambientales, sociales y económicos con los que pueda interactuar o incidir el desarrollo del proyecto. Con esta información es posible elaborar el diagnóstico ambiental del SAr, el cual es la base para la identificación de los impactos ambientales que pueda ocasionar el proyecto, así como para la formulación de estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación que atiendan los impactos de manera certera, envuelve la totalidad de obra y las actividades del proyecto, incluida su Área de Influencia del Proyecto (AIp), esta área estimada como el amortiguamiento de impactos a los componentes del medio natural, todo esto al interior del sistema que mantiene una relativa homogeneidad en sus características cuantitativas y cualitativas.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La delimitación de la unidad del Sistema Ambiental Regional (SAr) del proyecto ha de ofrecer un análisis de su caracterización con los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, describiendo y examinando de forma integral a estos componentes que lo conforman, logrando así [redacted] e puede tener el proyecto, así como el

alcance de las medidas de mitigación y los beneficios del proyecto a la población y su ambiente. El SAr se concibe como el espacio geográfico en el cual ocurren diversos procesos ambientales tanto físicos como biológicos los cuales interactúan de manera cercana, por lo que representa una continuidad ambiental en el largo plazo.
Los aspectos considerados y que normalmente se emplean en delimitar un sistema ambiental son en general las capas de información geográfica que se muestran en la siguiente tabla, para este proyecto específico se resaltan los criterios (en negritas) mismos que fueron seleccionados para la delimitación de la unidad del SAr para el proyecto.

Tabla 1. Criterios básicos para la delimitación del Sistema Ambiental Regional

Elementos de delimitación	
Rubro	Elemento
Ordenamiento Ecológico del Territorio	Unidades de Gestión Ambiental
	Eco regiones
	Unidades de Manejo Ambiental
Áreas Naturales Protegidas	Áreas Naturales Protegidas
	Regiones Terrestres Prioritarias
	Regiones Hídricas Prioritarias
	Áreas para la Conservación de Aves
	Áreas de Fragilidad Ambiental
Hidrología	Cuenca
	Subcuenca
	Microcuenca
	Ríos o cuerpos de agua
Topografía	**Topoformas**
	Cota de altura
Flora	Comunidades de vegetación (Bosque, Selva, Matorral, Agrícola, etc.)
	Nicho ecológico de especies protegidas
Fauna	Comunidades de Fauna
	Nicho ecológico de Especies Protegidas
Políticos	Límites geográficos entre estados
	Límites geográficos entre municipios
Sociales	Distribución de culturas indígenas
	Zonas de alta marginación
Impactos Ambientales	Alteración en los patrones de distribución de especies
	Alteración en los patrones hídricos
	Distribución, persistencia y capacidad de los contaminantes de desplazarse

Los criterios establecidos en la tabla anterior permiten generar la delimitación de la envolvente poligonal para establecer la unidad de análisis y sus escenarios de la superficie que podría tener un Sistema Ambiental en su contexto Regional, sin embargo, no todos los criterios tienen el mismo peso y no todos los especialistas pueden acotar la descripción de un ecosistema a una superficie sin tomar en cuenta factores mucho más grandes en superficie.

Para la delimitación del SAr, se empleó como primer criterio la delimitación de subcuencas y microcuencas de la red hidrológica nacional, escala 1: 50 000 del Instituto Nacional de



Estadística y Geografía (INEGI), por otra parte, se apoyó también de las condiciones de relieve (Continuo de datos del modelo digital de elevaciones) en una escala de detalle 1: 20 000 con base en el análisis de la configuración topográfica y la hipsometría del relieve, se identificaron los interfluvios y se señalaron las divisorias de aguas (parteaguas locales) que delimitan a la microcuenca.

Hidrología

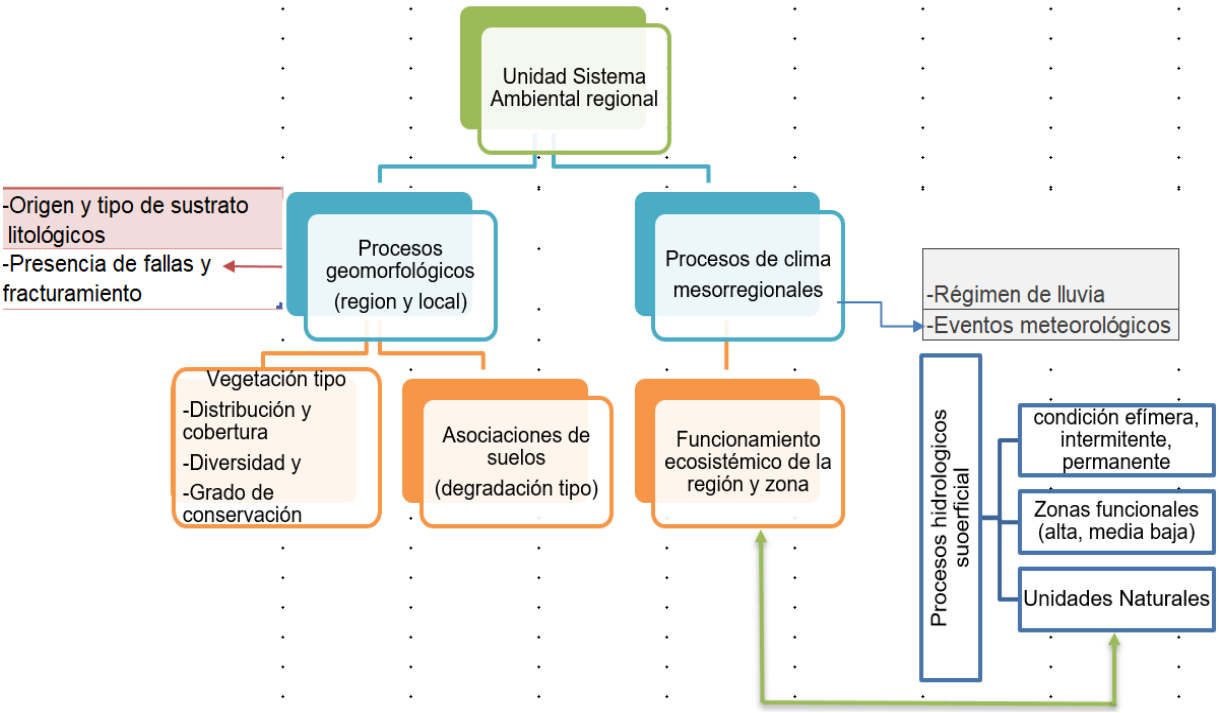
La hidrografía es uno de los aspectos ambientales más usados para delimitar un SAr, debido a que los elementos de topografía, distribución de vegetación así mismo en ocasiones, con la fauna están dados en función de la presencia y localización de los cuerpos de agua, por lo cual constituyen un referente indispensable en términos de impacto ambiental. Un evidente ejemplo de esto son las presas de captación de agua, donde la cuenca o subcuenca permite integrar el SAr de forma representativa.

Tomar en cuenta el criterio de las microcuencas permite generar una superficie lo suficientemente grande para generar un diagnóstico ambiental válido y lo suficientemente soportado para describir los impactos ambientales, medidas de mitigación y parte de los beneficios del proyecto, que puede llegar a generar para las localidades. De acuerdo con Alejandro S. Sánchez Vélez, Rosa María García Núñez y Adolfo Palma Trujano, 2003. La cuenca hidrográfica es la unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. Sin embargo, la unidad básica de ordenación e intervención es la microcuenca, en donde puede manejarse y visualizarse la producción en relación con la corriente de agua y su dinámica inherente con el ecosistema.

A su vez, las microcuencas pueden integrar patrones de distribución de flora y fauna que permitan analizar si las acciones de construcción del proyecto impactan de manera regional o particular al ambiente. Basado en lo anterior el criterio de delimitación microcuenca genera una superficie potencial para forma un polígono y establecer la unidad de análisis del SAr, el cual tiene por objeto establecer un espacio finito y concordante con la dimensión del proyecto que se valoró sobre el cual seo posible realizar uno descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental, incluyendo et componente humano como eje considerando aspectos culturales, económicos y sociales.

La delimitación permite identificar problemas ambientales asociados a su transformación antrópica, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian. Por lo que se consideran elementos limitantes a las interacciones y secuencia de factores inherentes a componentes ambientales, tipos de ecosistema, estructuras fisonómicas y dinamismos en las genotípicas, con el entorno de la caracterización de las actividades antropogénicas que limitan barreras sobre la configuración de los elementos del medio en su dinámica de distribución y presencia.

En el siguiente esquema ilustrativo, se indican los elementos que influyen en la delimitación de la unidad de análisis en el sistema ambiental regional.



Esquema ilustrado de referencias para definición de unidad SAr del proyecto Espuela Solar

Dado lo anterior se opta por un Sistema Ambiental regional, el cual tiene una superficie de 5670.6064 hectáreas, lo cual también es calificada con una superficie muy amplia, pero es lo que pudiera en dado caso tener una influencia directa sobre el proyecto, ya que se trata de generación y transmisión eléctrica que se puede consumir en la región puesto que se ubica en un polo de desarrollo y corredor económico en la zona norte del estado de Guanajuato.

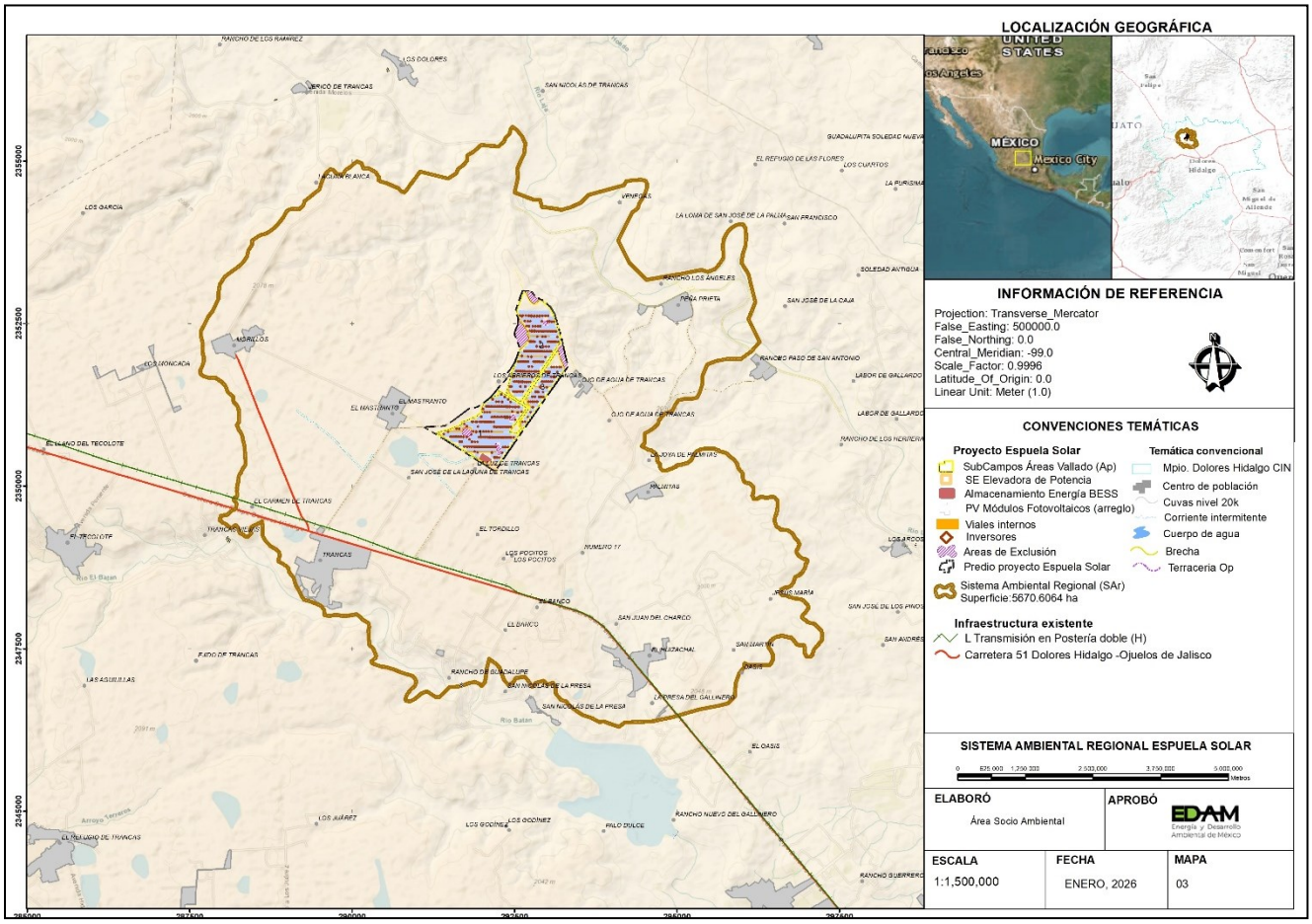


Figura.1. Delimitación de la Unidad del Sistema Ambiental en su ámbito regional).

IV.1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AIP)

De acuerdo con la Guía de elaboración de la MIA modalidad regional, el Área de Influencia (AI), es definida como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto, en el sistema ambiental o región y que supondría alteración de algún elemento ambiental, su delimitación puede aplicarse mediante la aplicación de distintos criterios, tales como:

Análisis de áreas de influencia directa e indirecta.
Áreas y épocas sensibles, de riesgos y de peligro.
Efectos significativos que potencialmente pueden presentarse más allá del área de influencia directa del proyecto, considerando aspectos tales como la dispersión de contaminantes, la afectación del tránsito de especies en su caso, fragmentación de hábitat, etc.

[redacted]

Los límites del área de influencia pueden derivar de la aplicación del criterio que más se ajuste a las características del sistema ambiental regional donde ésta se ubique, para el análisis de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad regional sin riesgo “Espuela Solar”, se optó por determinar el AIp con el uso de cartografía escala 1:20 000 del conjunto de vectoriales del INEGI, los cuales permitieron analizar los distintos tipos de límites recomendados por la Guía, cotejado por (unidades del territorio, límites de centros de población e infraestructura de servicios), todo ello en función de las características en torno al AIp, que debido a las intervenciones que se pretenden llevar a cabo, pueden influir en los aspectos del medio natural existente del entorno inherente al proyecto.

Para la determinación del AIp se emplearon los siguientes criterios:

Límites del proyecto: Escalas de tiempo y espacio sobre la trazabilidad del proyecto acorde a su ocupación y distribución espacial, respecto a los componentes del medio natural.

Límites físicos: aspectos de la infraestructura de servicios y de centros de población, vías de transporte, así mismo cotejado a un nivel de influencia proporcional en cuanto al emplazamiento del propio Proyecto Espuela Solar (también pueden identificar zonas con pendientes más pronunciadas, especialmente en la parte noroeste, en contraste, la parte central del área de influencia parece tener pendientes más suaves. Uno de los componentes ambientales cotejados fue observar las características del relieve, a base de valores de las curvas de nivel apoyado con el estudio topográfico realizado por el proyecto, podemos determinar la altura del terreno en diferentes puntos del área de influencia.), se obtuvo la demarcación del AIp en una superficie de 797.6317 ha.

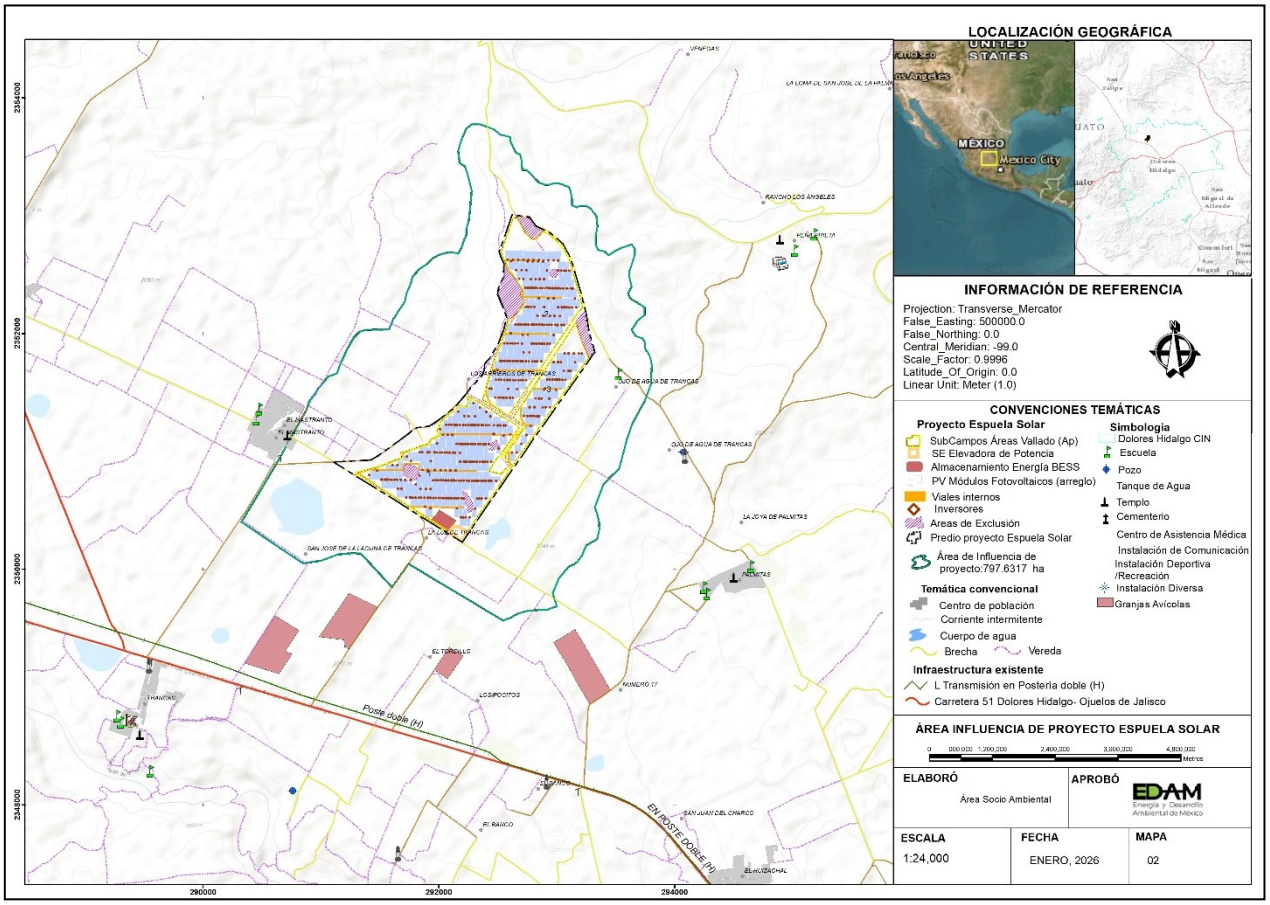


Figura 2. Poligonal del Área de Influencia para el proyecto Espuela Solar

El AIp del proyecto, resulto de 797.6317 ha y queda circunscrito dentro del SAr, cuya superficie total es de 5670.6064 ha. El área de influencia del proyecto representa el 14.06% de la superficie total del SAr.

Área del Proyecto (AP) El Área del Proyecto corresponde al área física donde se realizarán las obras y donde se espera el mayor número de efectos adversos y benéficos por la construcción y operación del proyecto, la superficie total requerida será de 171.4610 ha., lo que representa un 3.303% de la unidad del SAr.

Tabla 2. Distribución de las superficies del área de Proyecto y sus componentes.

Componente	*SCT-V1*	*SCT-V2*	*SCT-V3*	Superficie (ha)
Sistema de Almacenamiento Energía (BESS)	2.0000	0.0000	0.0000	*2.0000*
Subestación Elevadora de Potencia (SET)	1.1500	0.0000	0.0000	*1.1500*
Arreglo Módulos FV	60.2382	61.0958	21.2912	*142.6252*
Cetros de Transformación	0.0118	0.0103	0.0030	*0.0251*
Inversores	0.0170	0.0154	0.0044	*0.0368*

[redacted]

Componente	*SCT-V1*	*SCT-V2*	*SCT-V3*	Superficie (ha)
Viales internos y perimetral	1.6024	1.1591	0.5795	*3.3410*
Almacenes, Acopio y áreas temporales.	9.6069	0.0000	0.0000	*9.6069*
Reserva	0.0000	6.7434	2.8635	*9.6069*
Áreas de Exclusiones	2.6280	0.4411	0.0000	*3.0691*
TOTAL	*77.2543*	*69.4651*	*24.7416*	**171.461**

Como se indicó en el capítulo II, del total de la superficie del proyecto, existen 41.0790 ha de área de exclusión y sin afectación al resto del predio de proyecto.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En concordancia con la poligonal definida mediante los criterios descritos en el apartado IV.1 del presente documento, la unidad del SAr cuenta con una superficie de 5670.6064 ha y comprende una región relativamente homogénea en cuanto al aspecto hipsográfico, se compone de planicies con pastizales y usos del suelo dominantes de uso de suelo de Agricultura de Temporal y Agricultura de Riego Temporal.

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

a) Clima y fenómenos meteorológicos

El clima que pertenece al área de estudio, de acuerdo con la clasificación de Wladimir Köppen (1936), modificada por Enriqueta García, adaptado a las características climáticas de la República Mexicana. Corresponde a un tipo Semiseco Templado.

Tabla 3. Descripción del tipo de unidades de clima del SAr

Unidad Climática		Descripción
BS1kw	Semiseco Templado	Temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3º C y 18º C, temperatura del mes más caliente menor de 22º C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Semicálido Templado grupo B Semiárido, estos climas tienen una predominancia de temperatura de los 14°C y 16°C, presenta menor índices de precipitación que un clima templado con porcentajes de lluvias invernales menor a 5, con poca fluctuación térmica cuya temperatura máxima es de 24°C a 30 °C y la mínima entre los 5°C y 10°C, con variaciones diurnas y estacionales. Las precipitaciones en verano se refuerzan por fenómenos colectivos, es decir, calor que se concentra en los principales valles y que hace ascender la humedad, cuando ésta se enfría se origina temporada de lluvias, alrededor de la segunda semana del mes de mayo.

[redacted]

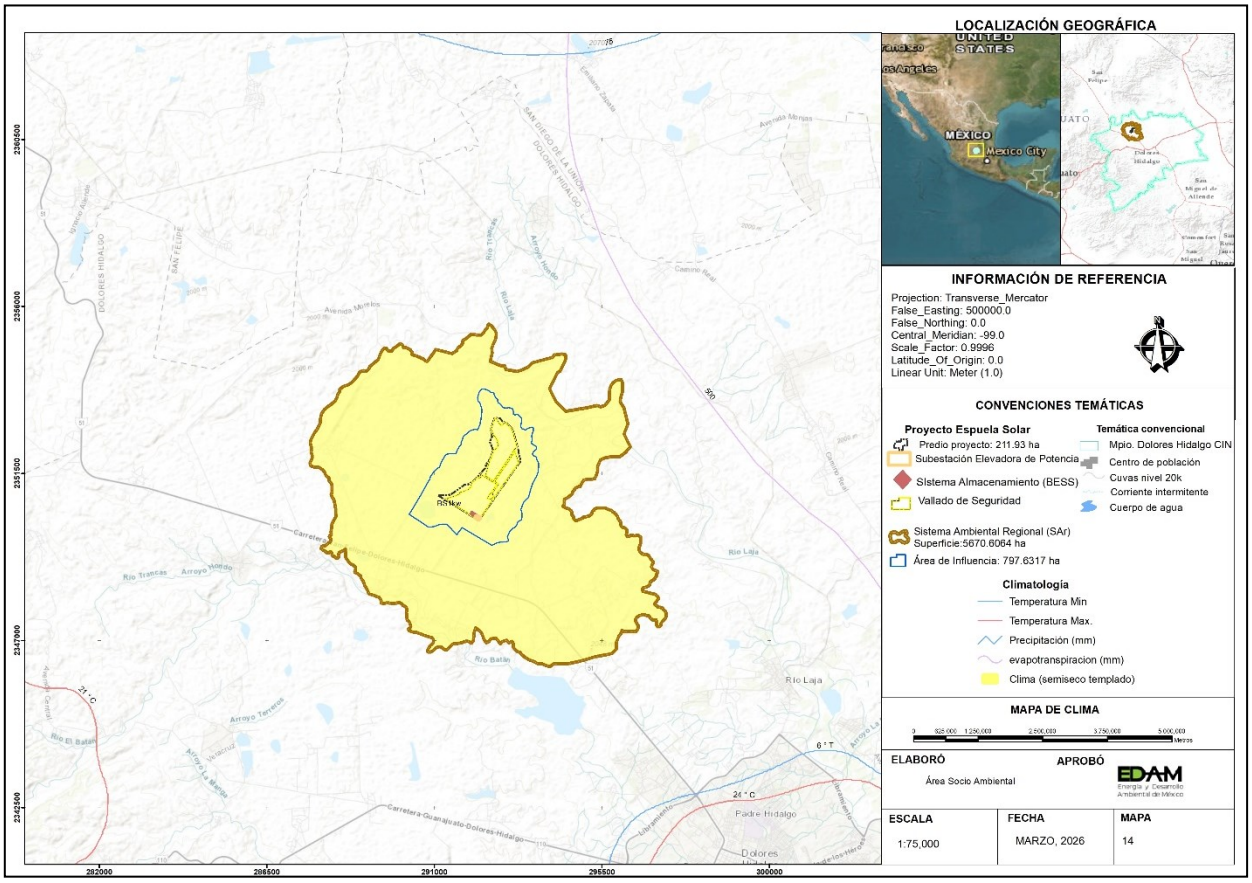


Figura 3. Unidades tipo y factores del Clima.

La temperatura y precipitación de la unidad del SAr se determinó a través de los datos de las normales climatológicas de los períodos comprendidos de 1981 -2010 de las estaciones más cercanas 11075 Soledad Nueva, 11063 San Cristóbal y 11017 Dolores Hidalgo, lo que las hace representativas para la definición de las características climáticas.

La precipitación se puede presentar en forma líquida (lluvia y llovizna) y sólida (granizo y nieve). A nivel nacional, las precipitaciones que mayor volumen de agua descargan es la líquida, sumando la lluvia y la llovizna. Éstas se clasifican en tres tipos, de acuerdo con el ascenso de la masa de aire húmedo: orográfica, convectiva y ciclónica (Aranda, 1998) por lo que la precipitación orográfica se da cuando existe una barrera que provoca una elevación del viento proveniente del mar ocasionando un ascenso, enfriamiento de la masa de aire y, finalmente, la precipitación.

La precipitación convectiva la describe como aquella ocasionada por el ascenso de una masa de aire caliente, ocasionando su enfriamiento adiabáticamente (sin intercambiar calor con su entorno), hasta alcanzar su punto de condensación y formar nubosidad de tipo cumuliforme y darse la precipitación en forma de aguacero.

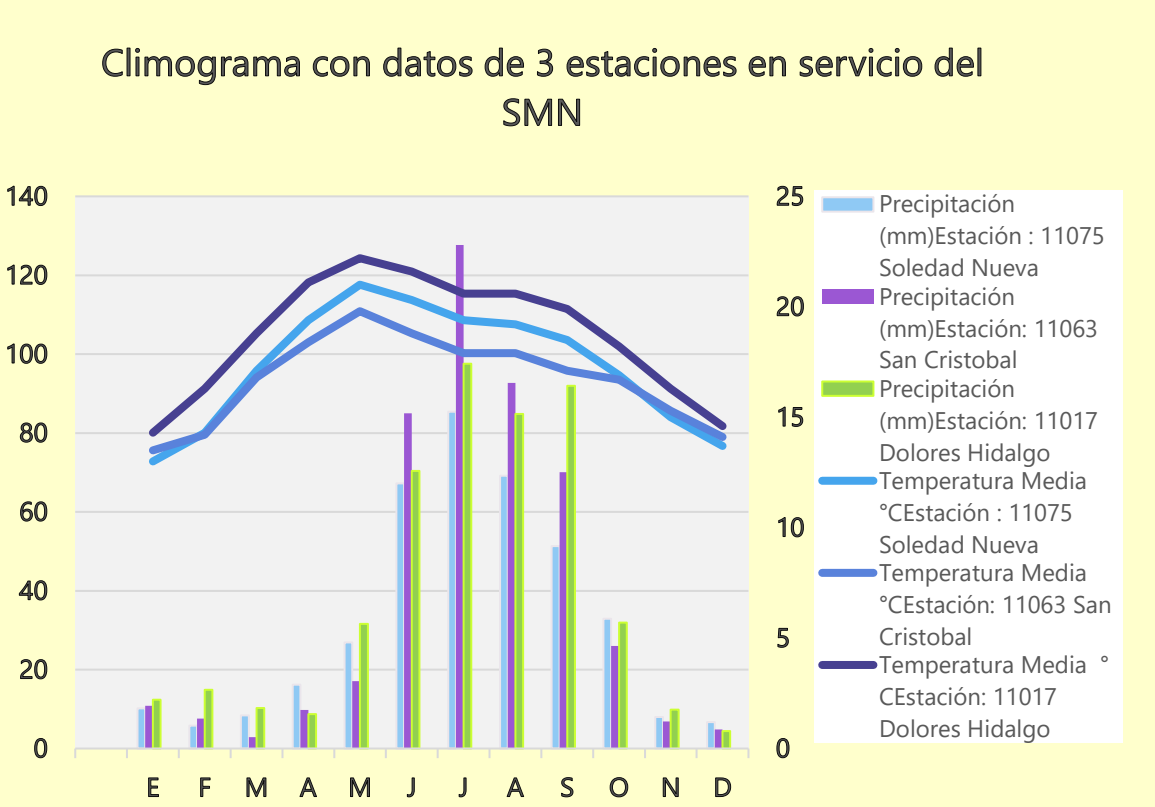


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de tres estaciones activas del SMN en la zona del proyecto

	LATITUD: 21°283333 N. LONGITUD: -100°91694 W. ALTURA: 2011.0 MSNM				LATITUD: 21°155833 N. LONGITUD: -100°917778 W. ALTURA: 1929.0 MSNM				LATITUD: 21°152222 N. LONGITUD: -100°2951389 W. ALTURA: 1937.0 MSNM			
	Estación: 11075 Soledad Nueva				**Estación: 11063 San Cristóbal**				**Estación: 11017 Dolores Hidalgo**			
MESES	**Temperatura Máxima**	**Temperatura Media °C**	**Temperatura Mínima**	**Precipitación (mm)**	**Temperatura Máxima**	**Temperatura Media °C**	**Temperatura Mínima**	**Precipitación (mm)**	**Temperatura Máxima**	**Temperatura Media ° C**	**Temperatura Mínima**	**Precipitación (mm)**
E	27.5	13	2.9	10.2	22.8	13.5	4.2	10.8	29.1	14.3	3.9	12.4
F	30.1	14.3	3.8	5.8	23.7	14.2	4.8	7.6	32.1	16.3	5.4	14.9
M	33.5	17.1	6.2	8.4	26.8	16.8	6.8	2.9	34.3	18.8	7.6	10.3
A	36.2	19.4	8.6	16.2	28.2	18.4	8.5	9.8	35.3	21.1	10.3	8.7
M	36.9	21	10.7	26.9	29.4	19.8	10.1	17.1	35.1	22.2	12.1	31.6
J	33.4	20.3	11.2	67.2	27.9	18.8	9.7	85	33.4	21.6	12.9	70.4
J	30.9	19.4	11.3	85.4	25.9	17.9	9.8	127.7	32	20.6	12.6	97.6
A	31.4	19.2	11.2	69.2	26.5	17.9	9.3	92.7	32.5	20.6	12.6	84.8
S	31.1	18.5	10.5	51.3	25.7	17.1	8.6	70.1	32.4	19.9	12.2	92
O	29.5	16.9	8.1	32.9	25.3	16.7	8.1	26	30.7	18.2	9.4	31.9
N	29.2	15	5.5	8	24	15.3	6.6	6.9	31	16.3	6.5	9.9
D	26.9	13.7	4.1	6.7	23.4	14.1	4.8	4.8	28.2	14.6	4.2	4.4
PROMEDIO	**31.38**	**17.32**	**7.84**	***388.20***	**25.80**	**16.71**	**7.61**	***461.40***	**32.18**	**18.71**	**9.14**	***468.90***

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climatológicas, CONAGUA

En promedio, con los datos obtenidos de las estaciones en activo (operando) del análisis para los periodos indicados se presentan los siguientes registros **promedios anuales** de temperatura.

Temperatura máxima promedio 29.79 ° C
Temperatura media normal 17.58 ° C
Temperatura mínima promedio 8.20 ° C
Precipitación media 439.50 mm

La temperatura media anual es de 17.58°C, mientras que sus máximas y mínimas promedio oscilan entre 29.79°C y 8.20°C respectivamente. La precipitación media anual es de 439.50 mm
En general julio resultó ser el mes con mayor precipitación en los registros de las estaciones meteorológicas analizadas, Por lo contrario, diciembre resultó ser el mes con la menor precipitación.

Las temperaturas más elevadas ocurren el mes de mayo, la temperatura máxima registrada en el año oscila entre 36.9 y 35.1 °C, la temperatura máxima promedio es de 29.79 °C.
Los meses más fríos son enero, febrero y diciembre, las temperaturas mínimas que oscilan en el año, entre las estaciones analizadas de las tres estaciones es de 2.9 a 3.9 °C, el promedio entre estaciones es de 8.20 °C.

El análisis climático efectuado a partir de tres estaciones climatológicas que circundan en el área de trabajo, con una estadística de al menos los últimos 10 años de datos homogéneos para la clasificación del tipo de clima, dicho análisis de sustenta en este apartado de la información, con las variables climáticas de mayor poder discriminatorio; el estudio de la temperatura y la precipitación media anual para las clasificaciones de los tipos de climas.

Humedad Relativa
De acuerdo con los registros obtenidos en las estaciones meteorológicas de análisis, la humedad relativa media anual calculada con base en la temperatura del aire y bulbo húmedo es de 58,9 %, llegando a descender hasta el 40,0 % en los meses de marzo abril, el valor más alto del 77,0 % el mes con la humedad relativa más alta es septiembre.

Evapotranspiración
Este rasgo comprende un conjunto de dos eventos que ocurren al mismo tiempo, por un lado, la evaporación y por otro la transpiración, la humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. El retorno del agua a la atmósfera se da por medio de procesos físicos y biológicos, combinados, presentándose el proceso de evapotranspiración.

El proceso físico de la evapotranspiración es la evaporación directa del agua en la superficie del suelo y, el biológico es la absorción del agua y posterior transpiración de los vegetales. La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante. El reemplazo del aire saturado por un aire más seco depende en gran medida de la velocidad del viento. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son, parámetros climatológicos a considerar al evaluar el proceso de la evaporación.

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. El valor de la evapotranspiración total de un periodo de 30 años de registro es 1357.7 mm/ mensual.

La humedad relativa

La humedad relativa sirve para indicar en porcentaje, la cantidad de vapor de agua que contiene una porción de aire en relación con la que puede contener dada su temperatura. Por ejemplo, si la temperatura del aire baja, disminuye la cantidad de vapor que puede contener y todo el exceso se condensará. Si la temperatura del aire saturado aumenta, aumentará su capacidad de contener vapor de agua y aumentará su humedad relativa, la humedad relativa promedio de la zona de acuerdo con las normales climatológicas de estación 1117 Dolores, tiene un promedio del mes de septiembre del 2025 de un 77.6 %.

Viento

La Rosa de los Vientos para la estación de Dolores Hidalgo muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada, la cual prevalece en dirección Noreste (NE) y Este Norte Noreste (ENE) de acuerdo con dato de 1991 -2020, la velocidad que oscila en esta dirección del viento es de 20 km/h con los topea más altos de hasta 30 km/h.

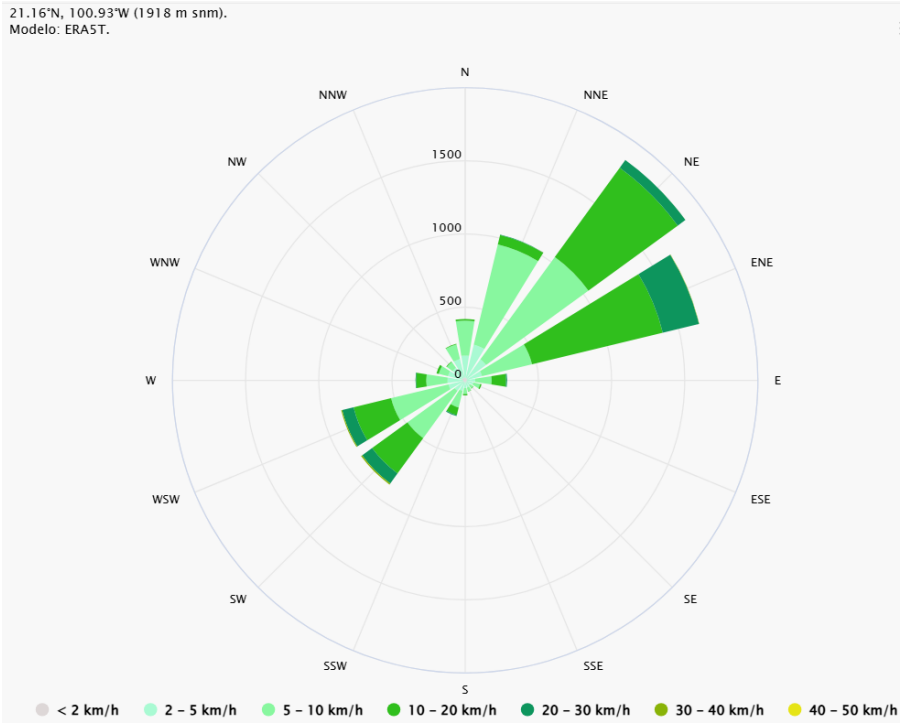


Figura 5. Rosa de vientos dominantes Estación Dolores Hidalgo periodo 1991-2010

La parte más ventosa del año dura 5.0 meses, del 29 de diciembre al 28 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 8.3 kilómetros por hora. El mes más VENTOSO del año en el área de influencia de proyecto corresponde a mes de marzo, con vientos a una velocidad promedio de 9.7 kilómetros por hora.

El tiempo más Calmado del año dura 7.0 meses, del 28 de mayo al 29 de diciembre. El mes más calmado del año en el estado de México es julio, con vientos a una velocidad promedio de 7.0 kilómetros por hora. la dirección Norte es de donde provienen la mayoría de los vientos en el área del Proyecto, también se observa que la mayoría de los vientos tiene una velocidad menor a 19 km/h durante todo el año, cabe destacar que algunos vientos llegan alcanzar velocidades mayores a 28km/h, teniendo vientos fuertes desde enero hasta junio.

Presión Atmosférica

El dato que se ha registrado durante el año 2025 es de un promedio de 1016.9 hPa medida con la configuración del altímetro reportada de la estación 1117 Dolores Hidalgo.

Fenómenos climatológicos

Heladas. Están relacionadas a la humedad en el aire y a su conexión directa con el océano pacífico, el estado de México algunas zonas, debido a sus características geográficas, lo constituyen las heladas y fríos intensos motivados por frentes fríos de temporada, que se abaten periódicamente en comunidades ubicadas en las serranías y que afectan también en áreas urbanas.

De acuerdo con la consulta efectuada en el Atlas nacional de riesgos *https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html* del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el índice de días con heladas en el municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., donde tendrá incidencia el proyecto, es **Bajo**, aunque en la época invernal se aprecia con bajas temperaturas, durante el día la condición es brumosa, obteniendo condiciones semi extremas de temperatura.



Figura 6. Índice de días con heladas (Bajo), en unidades de análisis y AP.

Sequias. La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo de temporal, la cual merma en uno, dos o tres meses. Este fenómeno varía en su intensidad cada año por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas estas anomalías climáticas afectan múltiples actividades económicas y repercuten en la salud de la sociedad.
De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED, define el grado de vulnerabilidad por sequía en grado Bajo, sin embargo, el grado de riesgo sí es de categoría Media (Conagua 2020), ya que de lo observado en la cuenca alta del río Laja, esta tiene una alta explotación de acuífero por la extracción de grandes volúmenes de agua de pozo profundo.

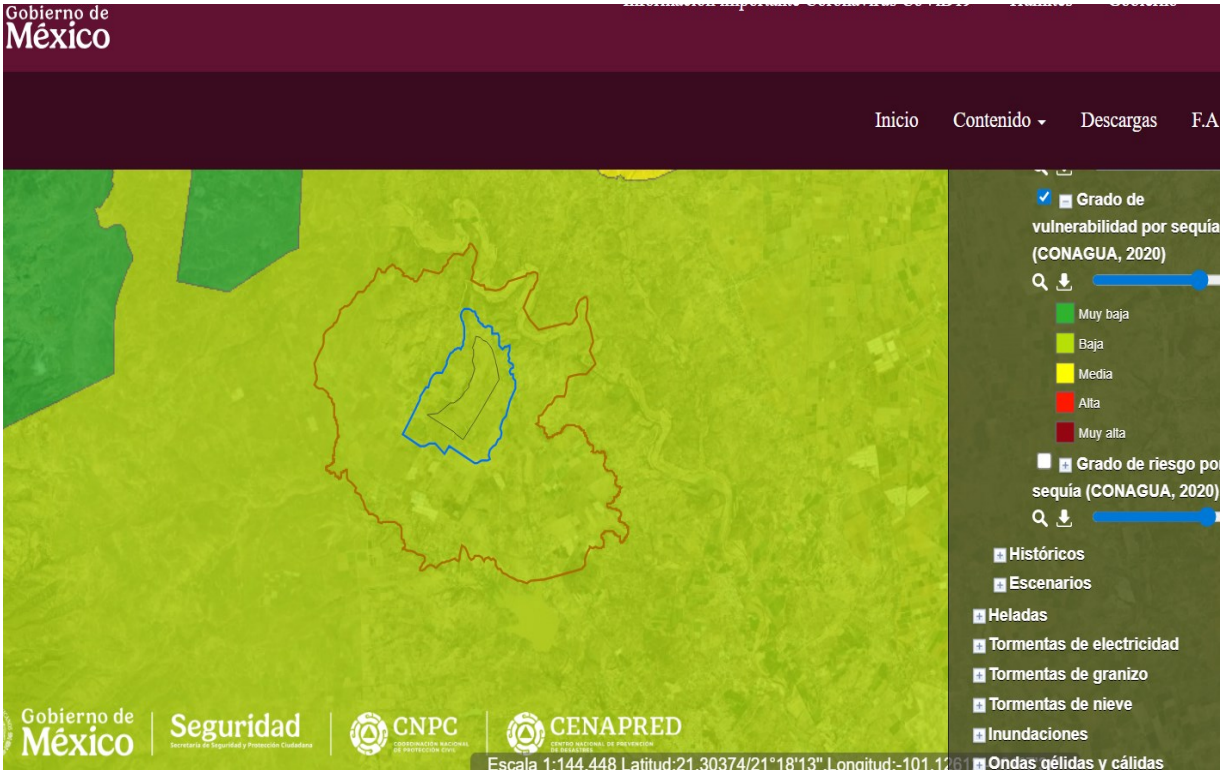


Figura 7. Grado de vulnerabilidad por sequía (Bajo) en unidades de análisis y AP.

Tormentas eléctricas. Son fenómenos severos con lluvias intensas, acompañados de vientos fuertes, con descargas eléctricas atmosféricas, que se manifiestan con rayos o chispas, los cuales emiten un resplandor breve de luz y un trueno (sonido). De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED el riesgo por estas anomalías climáticas a nivel de municipio es de un grado Medio.

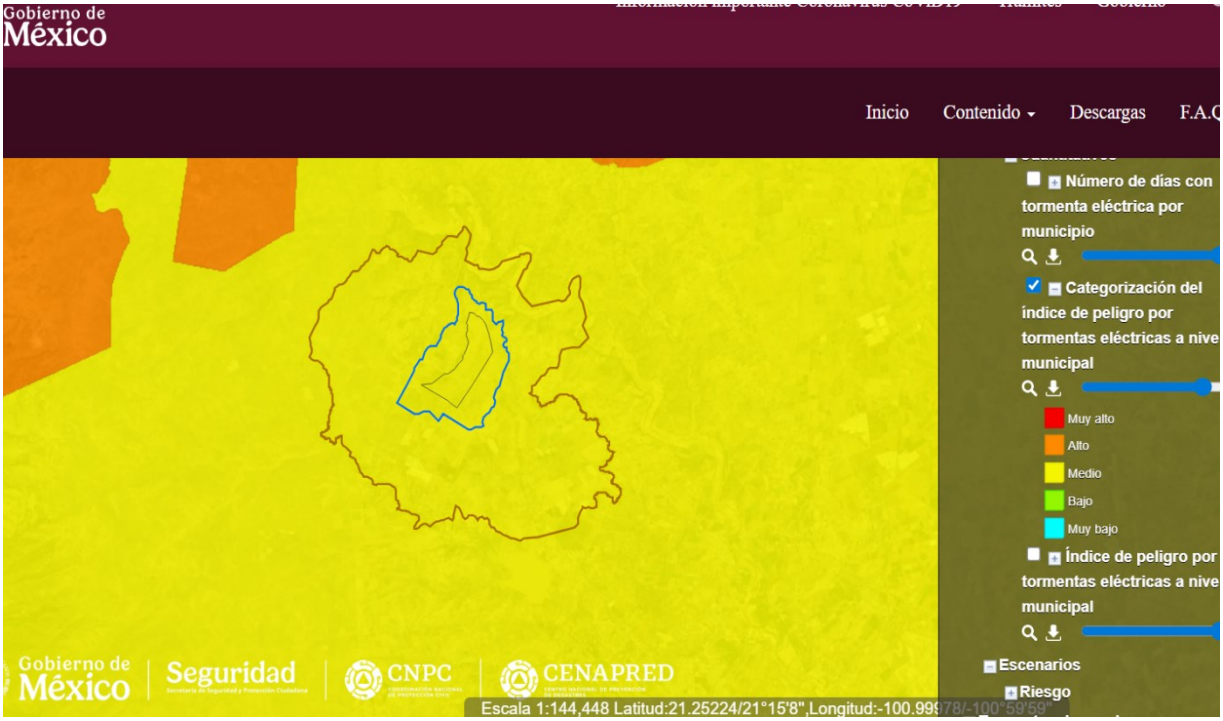


Figura 8. Índice de peligro por tormentas eléctricas (Medio) en unidades de análisis y AP.

Cuando los ***ciclones tropicales*** se desarrollan intensamente y se internan en el continente pueden causar daños de gran consideración. La dirección del viento varía de acuerdo con el paso del meteoro, de tal manera que es difícil marcar zonas de riesgo derivadas de este evento. Los vientos pueden afectar zonas muy amplias, pues en ocasiones el radio de influencia del huracán puede ser de varios cientos de kilómetros.

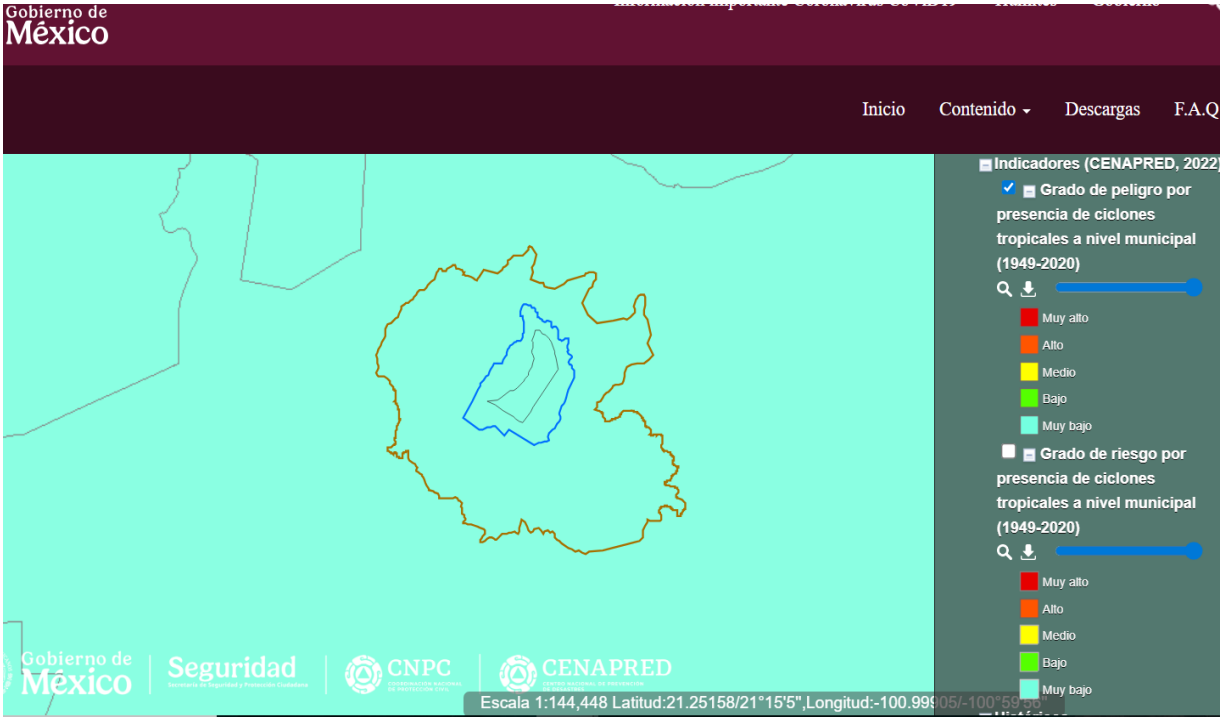


Figura 9. Grado de peligro y el riesgo por presencia de ciclones tropicales (Muy Bajo), en unidades de análisis de AP

Inundaciones. Una inundación se define como el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce, donde nivel normal se entiende por aquella elevación de la superficie del agua que no causa daño. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el Proyecto se encuentra en una zona de riesgo medio por inundaciones.



Figura 10. Índice de Vulnerabilidad y Peligro por inundación (Medio) en unidades de análisis y AP.

b) Geología y Geomorfología

Fisiografía

Una provincia o **región fisiográfica** cuando presenta un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias diferenciadas. En estas unidades a su vez pueden ser divididas en una serie de subprovincias fisiográficas, que pueden presentar elementos discordantes conocidas como discontinuidades fisiográficas

La zona de la unidad del SAr pertenece a la **Provincia Fisiográfica de la Mesa Central** y está caracterizada por la presencia de altas montañas como las que forman la Sierra de Guanajuato que es cordillera de dirección noroeste - sureste que forman el límite occidental del acuífero y las Sierras de Santa Bárbara y el Cubo que forman el límite norte. En estas Sierras predominan las rocas volcánicas de tipo riolítico que por su forma de lluvias de cenizas tienden a integrar mesetas altas y extensas. La erosión que afecta fuertemente a la cuenca media del Río Laja entre Dolores Hidalgo C.I.N., y San Miguel de Allende ha dado lugar a la presencia de lomeríos que abarcan extensas zonas.

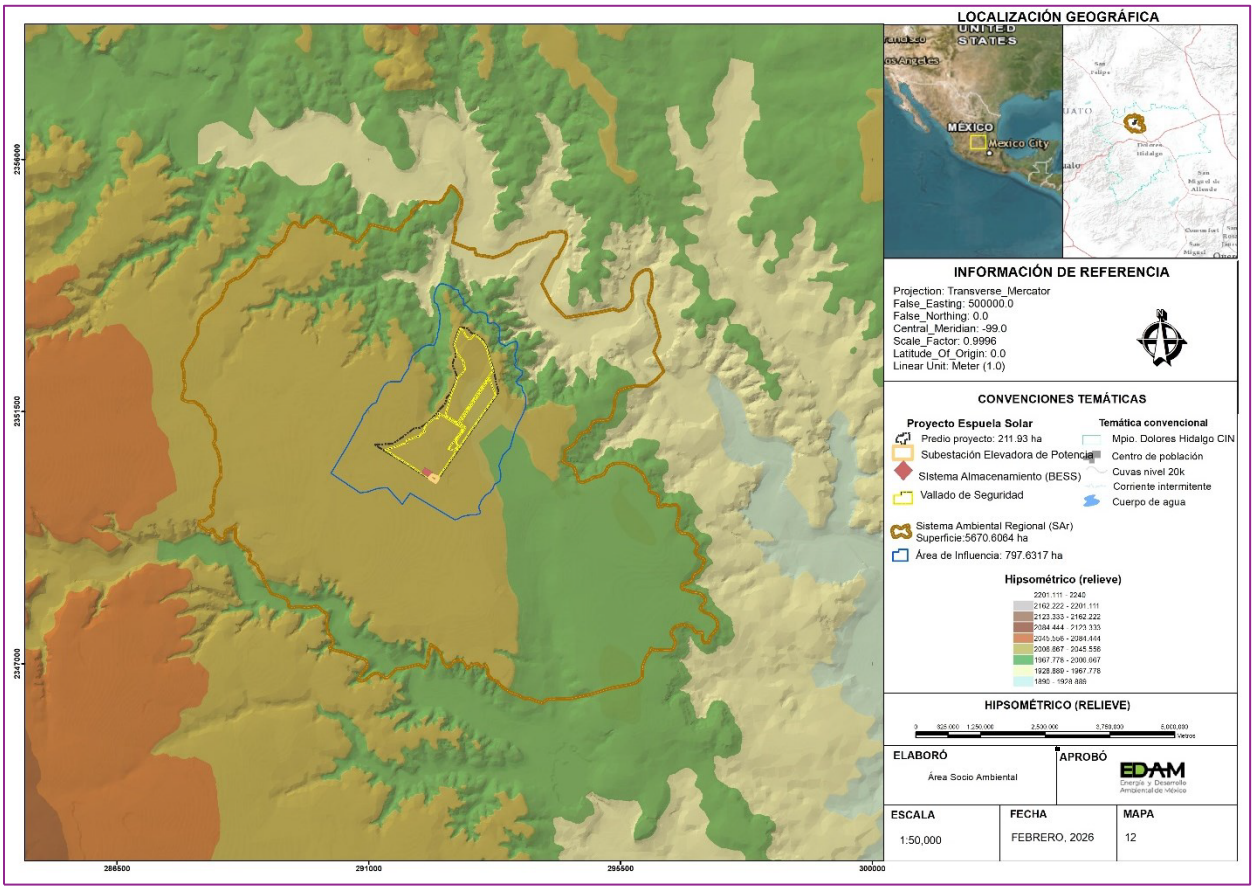


Figura 11. Representación de relieve y topografía en la unidad del SAr

Respecto a la Subprovincia, la unidad del SAr se encuentra inmersa en la ***Subprovincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato.*** Esta subprovincia se extiende al Sur en forma burdamente triangular hasta la altura de las ciudades de Guanajuato en el poniente y San Miguel Allende en el oriente, quedando dentro de su área Dolores Hidalgo C.I.N. Consta de varias llanuras angostas entre sierras volcánicas que acaparan la mayor parte del territorio y hacen contacto en el Sureste con la Sierra Gorda, parte de la Sierra Madre Oriental. Los principales ríos de la subprovincia drenan al Sur a la región del Bajío en la provincia del Eje Neovolcánico.

El sistema de **Topoformas,** se caracteriza por las unidades que dan forma y estructura al territorio, mismas que se clasifica en Arrecife, Bajada, Campo de Dunas, Cañón, Depresión, Isla Rocosa, Llanura, Lomerío, Meseta, Playa o Barra, Sierra y Valle. Por su forma, en la unidad del SAr se considera como *Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado* y de una mínima porción en su extremo nor noroeste del SAr por *Lomerío de pie de monte con cañadas*.

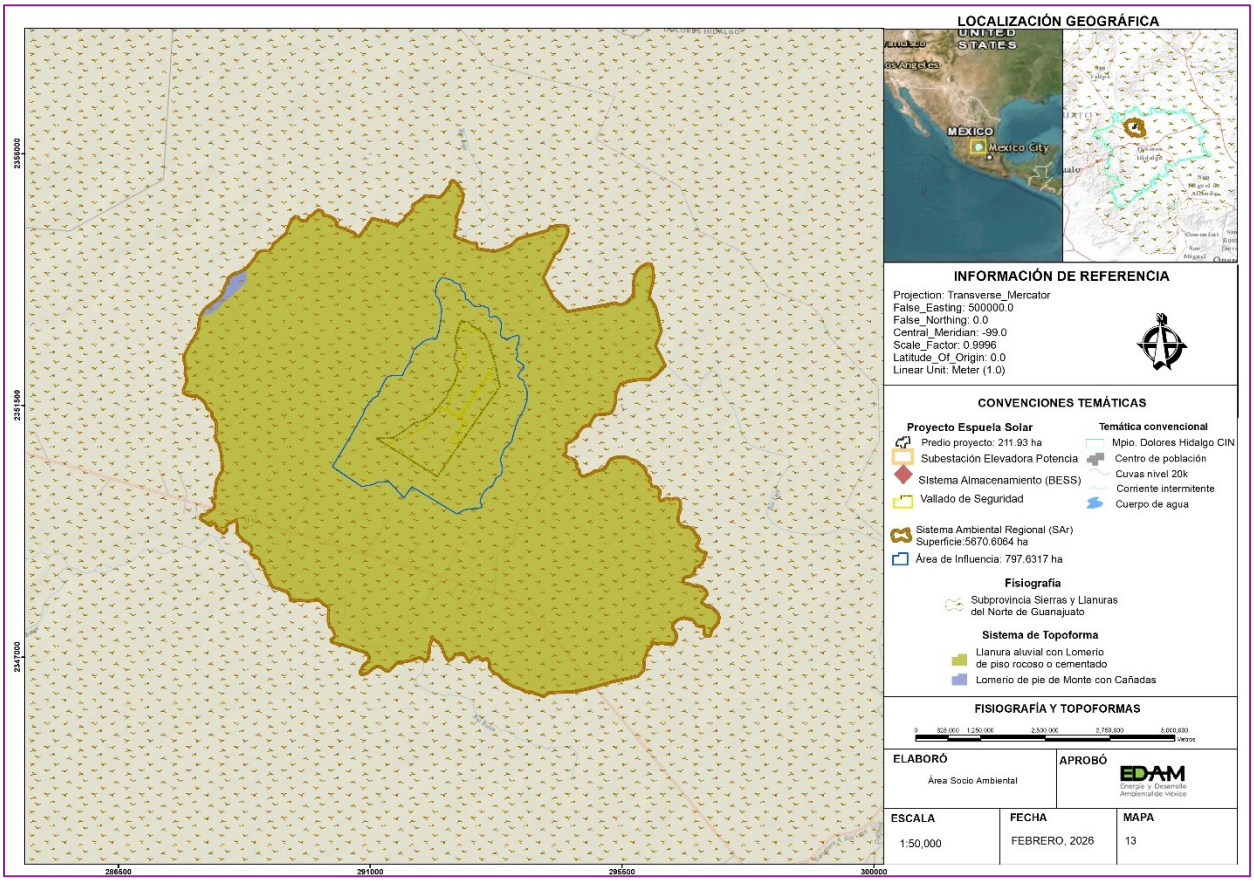


Figura 12. Fisiografía y sistema de topoformas del SAr

Geología

La gran variedad de aspectos litológicos, geológicos y morfológicos, así como de los paisajes naturales en el estado de Guanajuato en general, las rocas reconocidas en la región norte proceden de diversos periodos geológicos, desde el Jurásico hasta el reciente y se dividen en dos grandes secuencias; una vulcano-sedimentaria que pertenece a un arco volcánico submarino del Jurásico superior- Cretácico inferior, llamado Arco de Guanajuato y una cubierta volcánica del Cenozoico que ocupa grandes extensiones.

Las rocas que predominan son depósitos lacustres de edad cenozoica, formados por capas de gravas, arenas, arcillas y conglomerados de mediana compactación, con espesores mayores de 200 m en la zona comprendida entre San Miguel Allende y Dolores Hidalgo C.I.N., Las elevaciones que bordean al valle del río laja al noreste y suroeste están formadas principalmente por rocas volcánicas de tipo riolítico, las cuales también se han detectado mediante perforaciones de pozos, formando el basamento rocoso sobre el que descansan los rellenos del valle

La unidad volcano-sedimentaria que aflora a lo largo de la Sierra de León-Guanajuato y San Antón de las Minas, se denomina también formación Esperanza y está constituida por Lutitas, Lutitas carbonosas, Limolitas, Areniscas, Pedernal negro y Calizas micriticas con laminaciones de Limolita, con metamorfismo de facies esquistos verdes.

La estratigrafía describe dos unidades mayormente reconocidas:

Deposito Aluvial -Q (al): Estos materiales localmente alcanzan espesores mayores, Los depósitos aluviales y fluvio-aluviales, representan la sedimentación continental más importante en el área. Son depósitos de grava y arena gruesa acumulados en forma de abanicos aluviales sobre los cauces de drenaje mayor.

Unidad cronoestratigráfica Ts (ar-cg) se refiere a una clasificación utilizada en geología para dividir los cuerpos de roca en diferentes periodos geológicos localmente incluyen delgadas interestratificaciones lenticulares semi-impermeables de flujos de ceniza volcánica o sedimentos limo-arcillosos donde se alojan acuíferos colgados, cuerpos vadosos que sirven de recarga al acuífero profundo.

Geología Estructural

La base de la unidad no aflora, pero se infiere un espesor mayor de 500 m y aunque no se reportan dataciones para esta unidad, de acuerdo a su litología, al estilo de deformación y la relación estratigráfica se le ha asignado una edad jurásica de una edad cenozoica y cubriendo a las unidades antes descritas se presenta la Formación Guanajuato, compuesta por fragmentos de cuarzo, caliza, granito y andesitas cementadas por una matriz arcillosa, cuyo espesor se estima en 1500 m y con una edad que varía del Paleoceno al Oligoceno.

Durante una época del inicio del Paleógeno se formó un panorama estructural de *grabens* y *horst*. Los primeros fueron rellenados por material erosionado de los pilares circundantes, y en mayor proporción, del material volcánico producto de esa actividad, principalmente de rocas riolíticas. De ahí que el material de relleno en las llanuras esté constituido por intercalaciones de tobas riolíticas y materiales de acarreo como arenas y gravas.

La sedimentación en la cuenca parece ser un fenómeno que tuvo continuidad hasta el Pleistoceno, ya que el vulcanismo Plio-Pleistocénico debió de generar material piroclástico además de lavas. Las estructuras volcánicas del Pleistoceno se ubican en la porción Suroriental del área, perteneciendo a esta edad el Cerro El Picacho y los pequeños conos de material piroclástico grueso y lavas que afloran por el norte. Dichos materiales volcánicos cubren a sedimentos Miocénico-Pleistocénicos que a su vez cubren a las tobas riolíticas.

Estructuralmente la cuenca corresponde a un alto del sistema de fallas regionales de tipo normal, como lo comprueban sus alturas topográficas con respecto a los valles ubicados hacia el sur (Bajío y Querétaro), así como los tipos de rocas que observan, como los esquistos del Triásico-Jurásico

que afloran ampliamente en la vertiente occidental de la sierra de Guanajuato, al poniente de la presa Ignacio Allende y el suroriente de la ciudad San Miguel Allende.

c) Suelo

De acuerdo con Reyes (2014), la primera clasificación moderna de suelo consideró tres niveles: a) las zonas climáticas (suelos zonales); b) los procesos particulares formadores (suelos intrazonales) y, c) basados en el material parental (suelos azonales). Diversos países han generado su propia clasificación de suelo, sin embargo, la clasificación de la FAO UNESCO es una de las más conocidas y usadas. En México, durante el periodo de 1964 se inicia con la clasificación de suelos y la elaboración de la cartografía, utilizando la clasificación de los suelos propuesto por la FAO-UNESCO modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). Después de varios trabajos y esfuerzos de dependencias federales es que se llega hasta la actual cartografía elaborada por el INEGI, quien continúo con los estudios edafológicos.
Grupos de Suelo

PH Phaeozem: Son suelos ricos en materia orgánica y nutrientes, de color oscuro, generalmente fértiles, pero que en este contexto. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura de temporal, por ejemplo, al norte de Guanajuato, donde se establecerá el proyecto de Espuela Solar.

Con relación a las unidades edafológicas que se encuentran presentes en la unidad del sistema del SAr, una vez realizada la consulta del conjunto de datos de la carta edafológica con clave F14-07 con escala 1:250000 publicada por INEGI, se observa que, el suelo dominante en el SAr corresponde a *Phaeozem Luvico*, la unidad edafológica PHlvpdp+PLlvpdp/2 (65.35 %) representa una asociación de suelos complejos, caracterizados por una alta susceptibilidad a la erosión y limitaciones físicas de uso.

RG Regosol: son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas.

DU Durisol. Connotación: Suelos con sílice secundaria endurecida; del latín durus, duro. Material parental: Materiales ricos en silicatos, principalmente depósitos aluviales y coluviales de todas clases texturales.
Medio ambiente: Llanuras aluviales planas y ligeramente inclinadas, terrazas y planicies de pie de monte con suave pendiente en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas.

Desarrollo del perfil: Suelos fuertemente meteorizados con una capa dura de sílice secundaria (horizonte petrodúrico) o nódulos de sílice secundaria (horizonte dúrico); son comunes los Durisols erosionados con horizonte petrodúrico expuesto en terrenos con pendientes suaves.

FL Fluvisol: Suelos con abundantes sedimentos fluviales o lacustres en periodos recientes y que están ubicados tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras. Tienen buena fertilidad natural y son atractivos históricamente para los asentamientos humanos de nuestro país.

LP Leptosol: son Suelos delgados; del griego *leptos*, delgado. Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.
Medio ambiente: Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.
Desarrollo del perfil: Los Leptosols tienen roca continúa en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte móllico.

Combinaciones de Calificadores de Suelo.

PH (Phaeozem): Son suelos ricos en materia orgánica y nutrientes, de color oscuro, generalmente fértiles, pero que en este contexto (asociado a lito) suelen ser someros.

lv (Lúvico): Indica la acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte argílico o lúvico), lo que puede limitar la permeabilidad.

p (Pélico): Hace referencia a un color oscuro (del griego *pelios*), a menudo asociado a vertisoles o suelos con arcillas expandibles, lo que causa agrietamiento en sequía y plasticidad en humedad.

d (Dístrico): Suelo con bajo nivel de saturación de bases (acidez moderada).

p (Pélico/pardo): Refuerza características de color pardo o pélico.

PLlvpdp (Suelo secundario):

PL (Phaeozem Lítico): Similar al suelo dominante, pero con la característica **Lítica**, lo que indica la presencia de una roca dura y continua a muy poca profundidad (menos de 50 cm), lo que limita el enraizamiento y la capacidad de almacenamiento de agua.

Signo +: Indica que el PHlvpdp es el suelo dominante y el PLlvpdp es el secundario en el área mapeada.

(Fase Física y Uso): Indica la presencia de **terrones** (fragmentos) en la superficie o la **presencia de Tepetate** (un horizonte endurecido), lo que limita severamente el uso de maquinaria agrícola y la penetración de raíces.

Vocación: Debido a la poca profundidad (Lítico) y la presencia de tepetate/terrones, su uso agrícola es **limitado a moderado**. Son más aptos para cultivos de raíces poco profundas o pastizales.

Susceptibilidad a la erosión: Alta. El componente Lítico (Lítico/Phaeozem) y la pendiente facilitan la pérdida de suelo superficial.

Manejo: Requiere prácticas de conservación de suelos intensas para evitar la erosión y manejo de la fertilidad.

La otra unidad edafológica es la combinación RG sklep+sklep+LP mosk/3R (21.86%)

RG (Regosol): Son suelos muy jóvenes, formados por material suelto (arena, grava, fragmentos de roca) que no ha tenido tiempo de desarrollar horizontes definidos.

Uso: Suelen ser suelos de baja fertilidad, con alta permeabilidad y susceptibles a la erosión.

sk (Skeletico- Fase Esquelética): Esta es una fase que indica una alta cantidad de fragmentos rocosos (grava o piedras) en el perfil del suelo, lo cual dificulta la mecanización y el desarrollo radicular.

LP (Leptosol): Suelos extremadamente delgados (generalmente menos de 10 cm de espesor), descansando directamente sobre roca dura o material cementado.

ep (eútrico): Suelos con alto nivel de nutrientes (saturación de bases >50%), lo que significa que son fértiles desde el punto de vista químico, aunque su estructura física sea pobre.

Uso: Tienen muy escasa capacidad de retención de agua y nutrientes

+sklep+LP: Indica una asociación (mezcla) donde predominan los Regosoles con características esqueléticas (pedregosas) acompañados por Leptosoles.

mo (mólico): Indica una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, de color oscuro.

k (kálcico): Presencia de un horizonte con acumulación de carbonato de calcio.

3R: Esta combinación indica la textura y la limitante física de roca.

Interpretación General, Esta unidad edafológica en la que recae el proyecto y en toda su unidad analítica del SAr, representa un paisaje con:

[redacted]

Alta pedregosidad y escasa profundidad: La combinación de Regosoles esqueléticos (sk) y Leptosoles (LP) sugiere suelos muy someros, probablemente en zonas montañosas o laderas.

Limitaciones para el cultivo: Son suelos con baja retención de agua (se secan rápido) y alta dificultad para el uso de maquinaria agrícola.

Uso potencial: Generalmente dedicados a vegetación natural, pastoreo extensivo o agricultura de subsistencia muy limitada.

Por su parte la misma combinación de suelo, pero con una textura media y limitante física indica la presencia de dos capas de roca consolidada o un material pétreo a poca profundidad, RG sklep+sklep+LPmosk/2R (4.17 %)

La combinación de las unidades que le siguen en cobertura del SAr corresponde a PHskp+FLskpmo/2R (4.75 %)

PHskp (Dominante): Phaeozem (PH). Suelos fértiles en materia orgánica, pero en este caso con limitaciones de:

s: Sódico (alto contenido de sodio que dispersa la arcilla y reduce la permeabilidad).

k: Calcáreo (presencia de carbonatos de calcio).

p: Petrocálcico (fase física con un horizonte endurecido o "tepetate" a menos de 100 cm, conocido como caliche o tepetate).

FLskpmo (Asociado): Fluvisol (FL). Suelos formados por depósitos aluviales, también con:

s: Sódico.

k: Calcáreo.

p: Petrocálcico (limitante física por material endurecido).

m: Mólico Indica una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, de color oscuro. (fase con capa de materia orgánica descompuesta).

2R (Fase Física): Indica **Textura Media** (2) y presencia de **Roca madre**

Capacidad Productiva: Muy baja a moderada. No es apto para agricultura intensiva mecanizada.

Limitaciones: La combinación de un horizonte petrocálcico (tepetate) y sodicidad (suelo sódico) hace que sea difícil para las raíces penetrar y el agua drenar, provocando encharcamientos o desecación rápida.

Uso Recomendado: Mayormente **pastizales, matorrales** o uso forestal. Si se usa para agricultura, requiere prácticas intensivas de recuperación de suelos sódicos

Otra de las asociaciones de suelos es DUlvptn+DUlvptp+PHlvpdn/2 (3.65 % del SAr) se interpreta bajo el sistema de clasificación edafológica de la carta escala 1:250,000 del INEGI.

DUlvptn (Durisol lúvico, fase física, textura fina, no salino): Es el componente dominante. Son suelos con un horizonte duripan (cementado por sílice) a poca profundidad, con acumulación de arcilla (lúvico), textura fina (arcillosa) y sin problemas de salinidad.

DUlvptp (Durisol lúvico, fase física, textura fina, con piedra): Similar al anterior, pero presenta una fase lítica (piedras, rocas) que limita el uso de maquinaria.

PHlvpdn (Phaeozem lúvico, textura fina, no salino): Suelo rico en materia orgánica y nutrientes (suelo negro) con acumulación de arcilla en el subsuelo, textura fina y sin sales.

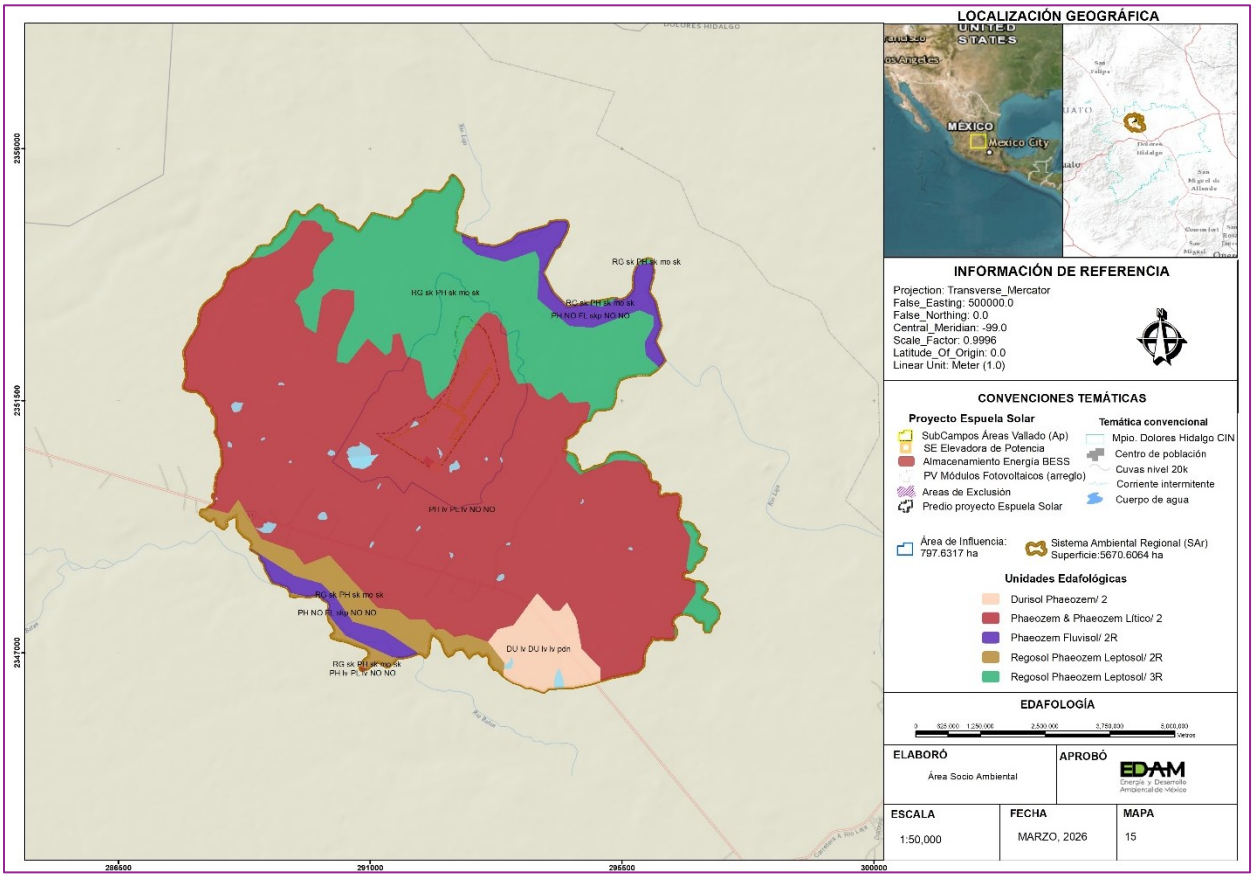


Figura 13. Unidades Edafológicas del SAr

La caracterización de las unidades del suelo, así como de su clasificación agrupada es la siguiente:

El **fenómeno de erosión de suelo**, que presenta la zona en la que se definió la unidad del SAr, se identificó que el tipo de degradación del suelo proviene principalmente del tipo Hídrica, en una fase laminar y con grado leve, donde también interacciona mayormente el AIp en la parte norte del SAr, la unidad erosiva también es de tipo Hídrica, aunque la fase es formación de cárcavas y en un grado fuerte, marcadas por las actividades agrícolas y por el sobrepastoreo de la zona.

Los efectos de estos procesos pueden adoptarse de distintas maneras; en ocasiones, los efectos pueden ser pequeños y grandes visualmente. Estas degradaciones son ocasionadas por la interacción de factores ambientales como; el tipo de suelo, la topografía, el clima y usos de suelo, además de las actividades humanas que disminuyen las actividades biológicas y la capacidad actual o futura para el sustento de la vida humana.

Respecto a tipo de la Degradación es dominante en la parte norte del SAr y en gran parte de área de influencia una marcada erosión hídrica con pérdida de suelo superficial, en un grado moderado

la causa de esta degradación suelo se debe principalmente a actividades agrícolas y por la deforestación.
Los tipos de erosión con mayor probabilidad de ocurrencia en el SAR del proyecto son: la erosión hídrica y la erosión eólica.

Las principales razones que sustentan el **pronóstico para la ocurrencia de erosión hídrica** son: La presencia de suelos agrícolas, pastizales y vegetación secundaria, junto con pendientes en algunas zonas, incrementa la susceptibilidad a la pérdida de suelo por arrastre de agua.

La deforestación y el sobrepastoreo en áreas rurales intensifican este tipo de erosión.

Fallas y Fracturas

Debido a las peculiaridades antes descritas de la formación geomorfológica y la estructura estratigráfica que se caracteriza en el sistema ambiental regional, carta del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos Serie I escala 1:250,000, se comprueba que en la unidad del SAr no se presentan Fallas ni Fracturas y, por consiguiente, tampoco en el Área del Proyecto del Proyecto. Esta información se pudo corroborar de acuerdo a la carta de fallas y fracturas del INEGI.
Mapa rasgos geológicos.

Sismos.

De acuerdo con la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, los sismos tectónicos se suelen producir en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra. Es por esto que, los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas, suelen producirse al final de un ciclo denominado N, que es el periodo de tiempo durante el cual se acumula deformación en el interior de la Tierra, que más tarde se liberará repentinamente. Dicha liberación se corresponde con el terremoto, tras el cual la deformación comienza a acumularse nuevamente.

Clases de sismos.

Volcánicos. Están directamente relacionados con las erupciones volcánicas. Son de poca intensidad y dejan de percibirse a cierta distancia del volcán.

Tectónicos. Originados por ajustes en la litosfera. El hipocentro suele encontrarse localizado a 10 o 25 kilómetros de profundidad, aunque en algunos casos se llegan a detectar a profundidades de hasta 70 kilómetros y también pueden ser más superficiales. Se producen por el rebote elástico que acompaña a un desplazamiento de falla.

Batisismo. Su origen no está del todo claro, caracterizándose porque el hipocentro se encuentra localizado a enormes profundidades (300 a 700 kilómetros), fuera ya de los límites de la litosfera. Se pueden deber a transiciones críticas de fase en las que materiales que subducen se transforman bruscamente, al alcanzarse cierto valor de presión, en otros más compactos.
De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, la República Mexicana se divide en cuatro zonas sísmicas que a continuación se describen.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad de temblores.
Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.
La zona **D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

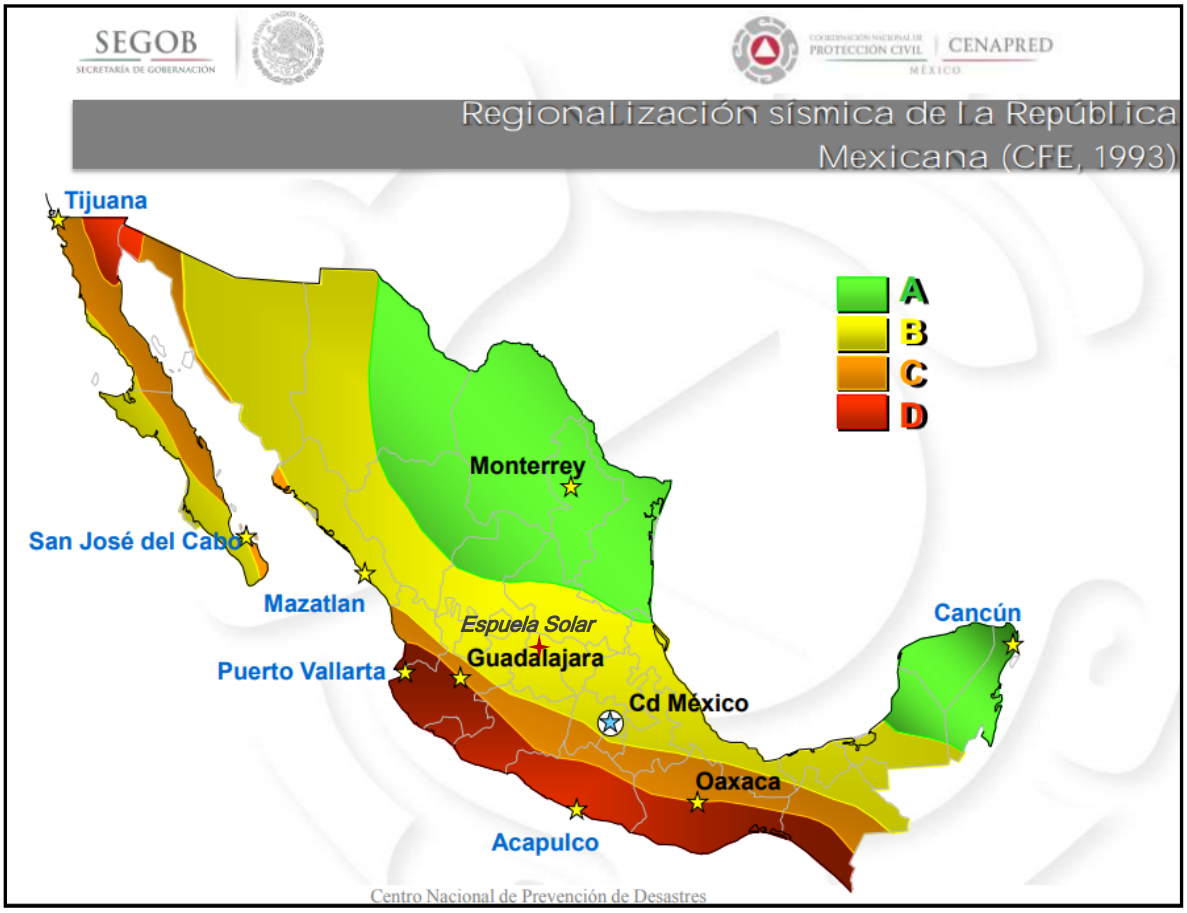


Figura 14. Zonas sísmicas

Fuente: Tomada del Manual de Diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad, consulta en línea

El país se divide en cuatro zonas sísmicas (A - D) y según el tipo de actividad que presentan se clasifican en: sísmica, pensísmica y asísmica.

El Municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., se encuentra ubicada en la zona sísmica B, con reportes de grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es una zona intermedia sísmica y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.
Susceptibilidad por Inestabilidad

[redacted]

De acuerdo a su ubicación geográfica, el área de proyecto y su área influencia del proyecto, no presenta riesgos alto por deslizamientos de tierra, en lo concerniente a la susceptibilidad por inestabilidad de laderas, se realizó la consulta en portal de aplicación del atlas nacional de riesgos de CENAPRED.

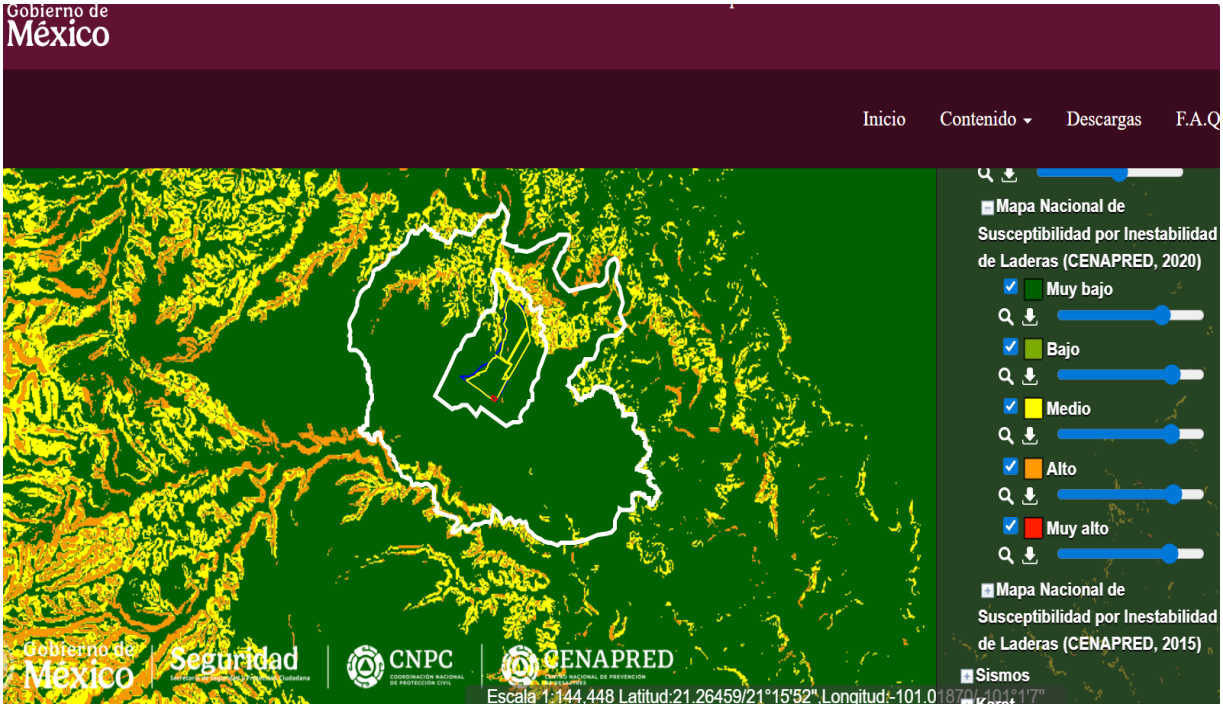


Figura 15. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas de la zona de proyecto

Se observa que el área de proyecto presenta en su totalidad una vulnerabilidad muy baja por Susceptibilidad por la inestabilidad de laderas, mientras que el área de influencia presenta en la parte norte una categoría de Medio lo que es coincidente en la unidad del SAr, está más marcado en su parte extrema al sur y en el norte con en las inmediaciones del arroyo de la Purísima (tributario de la Presa El Gallinero) y por el río La Laja, respectivamente.

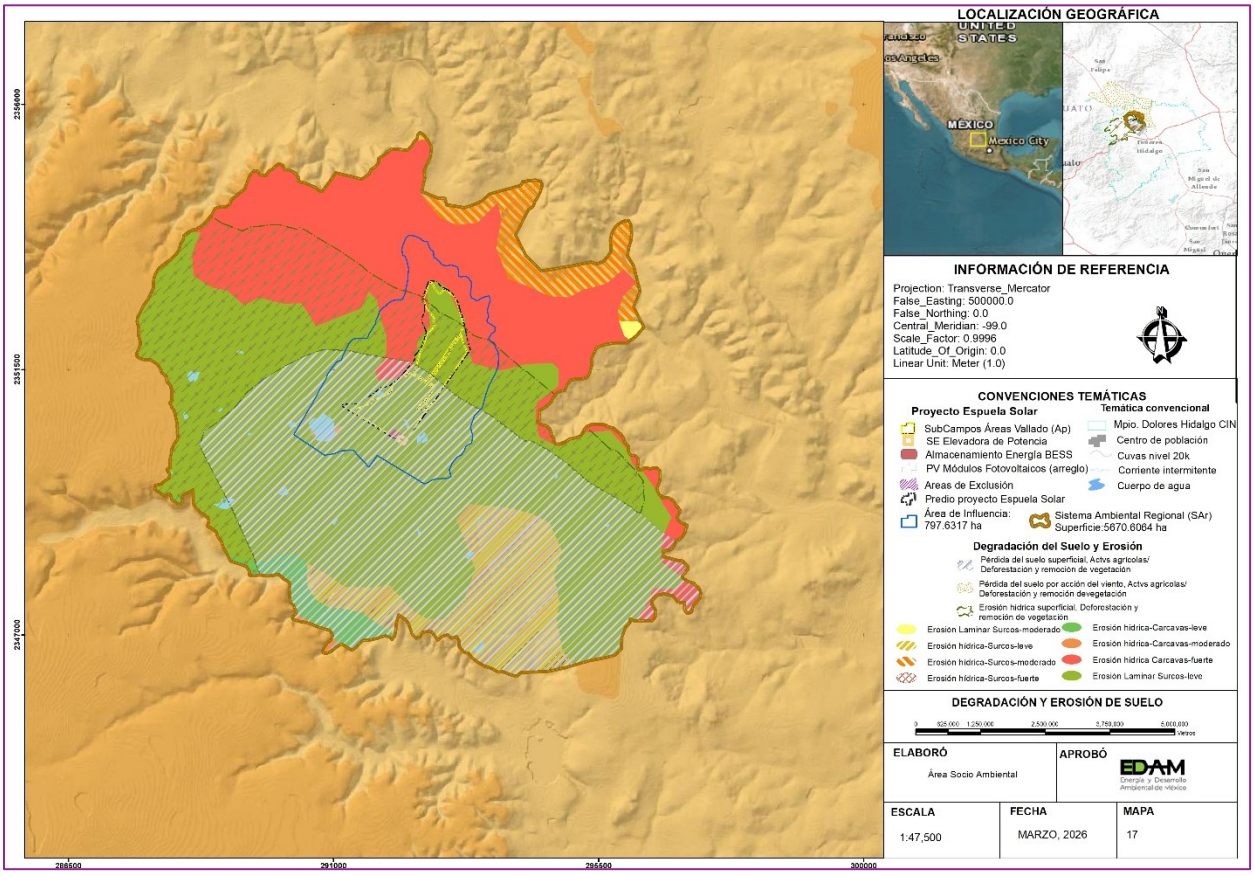


Figura 16. Caracterización de la degradación y proceso de erosión en el SAr

Sobre el fenómeno de la **erosión**, se realizó un análisis de pérdida de suelo por efecto de la erosión para la superficie de proyecto Espuela Solar, de acuerdo a la SEMARNAT (2008), en consenso con Instituciones académicas, Dependencias de gobierno y Organizaciones No Gubernamentales, la degradación del suelo se define como "un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad" (*Oldeman, 1998*). Según el estudio más reciente y con mayor resolución sobre la degradación de los suelos del país, en el 2002, concluye que el 44.9% de la superficie en la República Mexicana mostraba algún signo de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más representativos.

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua. Como agente activo, el agua erosiona al suelo de dos formas: la primera por el impacto de la lluvia y la segunda por la fricción del escurrimiento superficial sobre el terreno, este proceso se desencadena básicamente cuando existe eliminación de cobertura vegetal y por deforestación en bosque o ecosistemas forestales.

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Este modelo permite estimar con datos de campo y bibliográficos, la erosión actual y potencial. Constituye un instrumento de planeación para establecer el grado actual de la erosión,

así como, el tipo y número de obras de conservación de suelo que serán necesario realizar para disminuir o igualar las tasas permisibles de erosión (SAGARPA, 2005).

Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS)

La EUPS fue desarrollada por *Wischmeier* y *Smith* en 1978 con la finalidad de estimar la pérdida de suelo anual, así como el valor promedio de un periodo representativo de años, que se genera en un determinado lugar, a partir de las distintas formas de erosión ante determinadas condiciones de clima, suelo, vegetación, y usos de suelo: Ep= R K LS C P.

La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores:

Factor de erosividad de la lluvia (R);
Factor de erosionabilidad del suelo (K);
Factor longitud de pendiente (L);
Factor grado de la pendiente (S);
Factor manejo del cultivo (C) y
Factor prácticas de conservación (P).

La EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.

Para términos del proyecto Espuela Solar No aplican las variables C y P al ser factores de protección, como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo, por lo que la erosión potencial se estima con la siguiente ecuación (los factores restantes se consideran inmodificables), por lo que la Erosión potencial se determina de la siguiente manera:

E= R*K*LS

Donde

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea al año (toneladas/ha/año)
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr (milímetros/hora)
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente

Para explicar la utilización de este modelo en forma práctica para la trayectoria del proyecto, se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido, a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

Factor de erosividad (R). La erosividad es la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión. Existen muchas formas de determinarla, una de ellas es a través del índice de erosividad $\sum EI_{30}$ (*Wischmeier and Smith*, 1978).

Con base a esta ecuación, Cortés (1991, citado en SAGARPA-INIFAP, 2007) propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país de acuerdo con dicha zonificación, el Proyecto se ubica en la región IV cuatro (4) y le corresponde la ecuación 4 para el cálculo del factor de R (*Montes-León et al,* 2011):

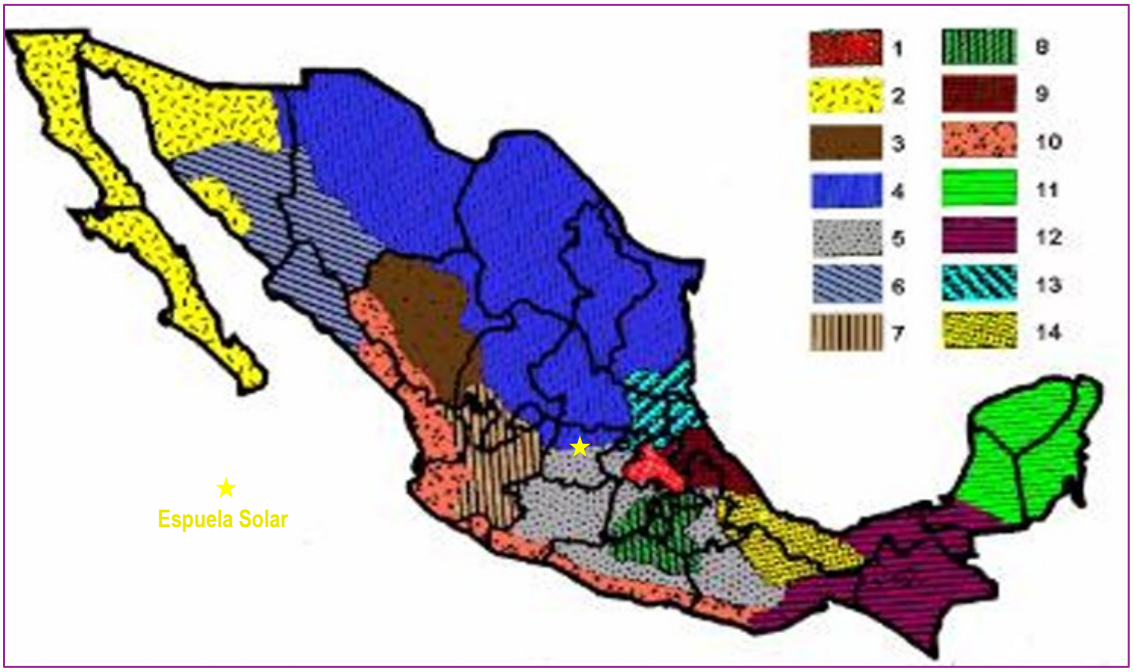


Figura 17. regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (2007)

Cabe mencionar que debido a las unidades de medición base, de esta regresión dan como resultado valores en unidades de MJ/ha*mm (MJ= gramos*metros/segundos), que representa la energía cinética, y en mm/hr representando la intensidad de la lluvia

Tabla 4. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana

Región	Ecuación	R^2
I	$R=1.2078P+0.002276P^2$	0.92
II	$R=3.4555P+0.006470P^2$	0.93
III	$R=3.6752P-0.001720P^2$	0.94
IV	**$R=2.8559P+0.002983P^2$**	**0.92**
V	$R=3.4880P-0.00088P^2$	0.94
VI	$R=6.6847P+0.001680P^2$	0.9
VII	$R=-0.0334P+0.006661P^2$	0.98
VIII	$R=1.9967P+0.003270P^2$	0.98
IX	$R=7.0458P-0.002096P^2$	0.97
X	$R=6.8938P+0.000442P^2$	0.95

XI	$R=3.7745P+0.004540P^2$	0.98
XII	$R=2.4619P+0.006067P^2$	0.96
XIII	$R=10.7427P-0.00108P^2$	0.97
XIV	$R=1.5005P+0.002640P^2$	0.95

Para la estimación de R, es necesario contar con registros de lluvias en las estaciones. A partir de esos registros se calcula el valor de la energía de la lluvia, E, para cada intervalo de tiempo de lluvia constante.

Por lo tanto, se emplea la ecuación que le corresponde obtenida de la tabla de erosividad. $R=2.8559P+0.002983P^2$

Para estimar R en el ámbito de la zona de proyecto, se utilizó la precipitación media, por lo que es necesario determinar la precipitación anual del área de estudio, lo que se enuncia a continuación. En la tabla anterior se observa que la precipitación media anual en el área influencia y de la propia área del proyecto es de **439.5 mm** anuales. Para determinar la precipitación media anual de la zona de influencia, se ha hecho uso de las estaciones climatológicas cercanas a la zona, de acuerdo al climograma obtenido de la figura 4 Diagrama ombro-térmico de tres estaciones activas del Servicio Meteorológico Nacional situadas en la zona del proyecto se ha obtenido su media aritmética de las estaciones para obtener su promedio anual de la precipitación (Estaciones 11075 Soledad nueva, 11017 Dolores Hidalgo C.I.N. SMN y 11063 San Cristóbal)

De esta manera sustituyendo los valores de la precipitación media anual en la ecuación de R, nos da el valor siguiente:

R del área del proyecto y su influencia = 1312.79 MJ mm/ha/año

Factor K en el área de proyecto.

Este factor hace referencia a la susceptibilidad del suelo para resistir a agentes erosivos, como el impacto directo de la gota de lluvia y escurrimiento (esfuerzo cortante) que actúan en el suelo. De igual manera Indica la susceptibilidad de los suelos a erosionarse. Para un suelo particular, K se define como la tasa de pérdida de suelo por unidad de índice de erosividad cuando es medido en una parcela estándar. La parcela estándar es la parcela de 22.1 m de longitud, con una pendiente uniforme de 9%, de labranza continua y a lo largo de la pendiente (*Wischmeier* y *Smith*, 1978).

Pedraza (2015) menciona que la erosionabilidad de los suelos depende de diversas propiedades y características del suelo, siendo las más importantes, de acuerdo, de acuerdo con autores citados la SARH (1987), las que se enumeran a continuación; Ortiz y Ortiz (1990), señalan se refieren a la proporción de arena, limo y arcilla en el suelo. Es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla.

La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo (infiltración, percolación, escurrimiento, humedad disponible);

influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erodabilidad del suelo.

Para definir los límites de tamaño entre las diversas fracciones del suelo se cuenta con dos clasificaciones: la escala internacional usada por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo y la escala americana usada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

La arena es la fracción más gruesa; se pueden encontrar arenas desde muy gruesas hasta muy finas; el limo es la fracción intermedia; y, la arcilla es la fracción más fina de los componentes minerales del suelo, con un diámetro menor de 0.002 mm; es la fracción con mayor responsabilidad con la respuesta del suelo a los procesos físicos, químicos y biológicos.

Tabla 5. Clasificación de partículas del suelo

Fracción mineral	Americana (mm)	Internacional (mm)
Arena muy gruesa	2.0 -1.0	2.0 -0.2
Arena gruesa	1.0 -0.5	
Arena media	0.5 -0.025	
Arena fina	0.25 -1.10	0.2 -**0.02**
Arena muy fina	0.10 -0.05	
Limo	0.05 -0.002	**0.02** -0.002
Arcilla	Menor de 0.002	Menor de 0.002

Conforme a la carta edafológica del INEGI, se asignó el valor de 0.02 correspondientes a combinaciones de suelo limo arenoso no muy compacto, que está presente en el total del área de influencia y de la propia área del proyecto con afectación directa por el emplazamiento del proyecto Espuela Solar.

Tabla 6. Clasificación del factor K (erosionabilidad) del área de proyecto

Descripción	Superficie ha	% ponderado	Factor de tabla	Factor K ponderado
Phaeozem	163.6146	95.4	0.02	0.019
Regosol	7.8464	4.6	0.02	0.001
Total	171.4610	100.0		0.020

En consecuencia, para determinar el tipo de suelo y su estructura que toma en cuenta la textura, estructura y composición se consideró el método de la FAO que propuso un método sencillo para estimar el Factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

[redacted]

Con lo mencionado anteriormente y considerando que para el caso del área del proyecto se determinó la pendiente considerando las cotas de una curva de nivel a otra (4 m entre cotas) definido desde el estudio topográfico realizado para el proyecto y midiendo la longitud y obtenido su pendiente, a su vez promediando estás de varias medidas lo que resulta del 2 % (s)

Línea	Longitud	Pendiente %
1	552	1.8
2	898	1.1
3	865	1.2
4	232	4.3
5	339	2.9
6	1464	0.7
Promedio		**2.00**

Por lo tanto, de la pendiente tomada en campo en 120 metros de longitud (y) en dirección perpendicular a la curva de nivel; en general el escurrimiento superficial se concentra en longitudes inferiores a 120 m, por lo que en muchas situaciones este valor constituye un umbral límite para los análisis de predicción de la erosión.

De esta manera se interpreta que el escurrimiento de las partículas de suelo puede arrastrar en una hectárea siendo terrenos casi planos, por consiguiente, arroja como resultado lo siguiente empleando la fórmula de Arnoldus (1977) arroja un valor similar a lo reportado por el método Mintegui mostrado por García (2005).

$LS = (\gamma/22.1)^{0.6}(s/9)^{1.4}$

LS del área del proyecto = (120/22.1) ^ 0.6*(2.0/9) ^ 1.4 = **0.34**

Factor C del área de influencia del proyecto.

Este factor representa la relación que existe entre las pérdidas de suelo medias anuales con una determinada vegetación; el valor de C vale la unidad cuando el suelo está totalmente desprotegido y disminuirá a medida que haya una mejor cobertura vegetal sobre el terreno, para un suelo totalmente protegido se tendrá un valor muy cercano a cero. (Becerra A., 2005: citado por Flores, 2016).

El valor de C depende de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos y prácticas de manejo de un lugar en particular. También depende del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo. Es la representación de cantidad del suelo perdido de un terreno conforme a su uso de suelo y vegetación, en comparación con la pérdida de suelo que pudiera presentar el mismo terreno estando desprovisto de vegetación o bajo labranza continua, por lo que su valor será la unidad cada vez menor a medida que haya una cobertura vegetal sobre el suelo, de esta manera los valores de C fluctúan entre 0.01 y 1.0, estos valores corresponden entonces a un terreno totalmente protegido (0.01) y uno totalmente desprotegido (1.0).

De esta manera se entiende que, si el valor de C se acerca a 1, es más susceptible de erosión debido a que la cubierta vegetal no protege adecuadamente al suelo y por el contrario si el valor de acerca más a cero, significa que resguarda más eficiente la cobertura vegetal de la erosión (Becerra, 2005).

El coeficiente asociado con este factor se asigna de acuerdo con Renard, 1997; Montes 2002; Becerra 1997, por lo que la relación del valor C para cada tipo de vegetación y uso de suelo en el predio del proyecto Espuela Solar corresponde a Agricultura de temporal anual es **C= 0.75** (Fuente; Renard, 1997; Montes 2002; Becerra 1997, citado en Montes *et al.,* 2011).

Considerando que dentro del Área del Proyecto (AP) existirán dos zonas, la primera con afectación debido a la realización de obras y actividades y otras zonas en la que no se realizarán actividades por tratarse de una zona de exclusión, o sin afectación, por lo cual el cálculo de la erosión potencial se realizó integrando el factor C únicamente en las áreas sin intervención, mientras tanto en las zonas con intervención, se le asigno el valor a C de 0.75.

Determinación de la erosión potencial y actual de perdida de suelo.

Para la obtención de la erosión potencial se multiplican los factores: R, K, LS, sin incluir el factor C. El estado actual de la erosión se obtiene al considerar todos los factores calculados, multiplicando los planos de R.K, LS, y C. Al considerar la calidad ambiental actual dentro de la zona de estudio, la erosión actual es el que se toma en cuenta para la operación de los indicadores.

Finalmente, se estima la Erosión Potencial (Ep) Sin proyecto, sustituyendo los valores calculados en la Ecuación: Ep = R*K*LS. La erosión potencial se interpreta como el cambio o incremento que se presentará en el sitio una vez realizadas las obras y actividades dentro del Ap (171.4610 ha).

Factor **R**	Factor **K**	Factor **LS**	Factor **C**	**Erosión** ton/ha/año
1,312.79	0.02	0.34	0.75	6.6952

Erosión actual Sin proyecto (Ap)

Erosión ton/ha/año	Superficie Proyecto ha	Años por la ejecución del proyecto (PS y C)	Total de erosión ton/ha/año
6.6952	171.4610	1.5 (18 meses)	1721.96

El resultado indica que el área del proyecto presenta una susceptibilidad de erosión de 6.6952 Ton/ha/año en un período de ejecución de la preparación de sitio y su construcción de 18 meses, en la superficie del proyecto Espuela Solar, donde existe un uso de suelo de Agricultura de temporal, sin embargo, al desarrollar el emplazamientos del proyecto en el área propuesta, se procede a calcular la pérdida de suelo, lo cual se estima en el Escenario **Con proyecto sin aplicar las estrategias y las medidas de mitigación,** en este escenario la erosión hídrica del Ap puede considerarse en el rango de "incipiente", al encontrarse por debajo de las 10 ton/ha/año.

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	A = Erosión ton/ha/año
1,312.79	0.02	0.34	0	0	8.9270

Erosión CON proyecto Ap y Sin aplicar medidas de mitigación.

Erosión ton/ha/año	Superficie Ap (ha)	Años por la ejecución del proyecto (PSyC)	Total de erosión ton
8.9270	171.4610	1.5	2,295.9

Erosión real

Escenario superficie Ap (171.4610 ha)	Erosión actual	Erosión potencial	Erosión real (Suelo a recuperar)
	Sin Proyecto	Con Proyecto	
Erosión hídrica en Ton/ha//año	1721.96	2295.94	**573.99**

Considerando los resultados totales de erosión hídrica actual y potencial del Área de proyecto permanente; se observa que, una vez realizadas las obras y sus actividades inherentes, la pérdida de suelo pasará de las 1,721.96 Ton/ha//año a unas 2,295.94 ton/ha//año. Esto equivale a un incremento de 573.99 ton/ha//año en la erosión hídrica dentro del AP.

Erosión Eólica

Es el proceso natural que consiste en la pérdida paulatina de los horizontes Edáficos, debido a la acción del viento, siendo la forma laminar la más representativa. Es una forma de arrastre de los primeros centímetros de la superficie del suelo, pudiendo dejar al descubierto las raíces de las plantas e incluso llegar al afloramiento de gravas o hasta material de roca.

El pastoreo del ganado doméstico, así como de agostaderos en zonas naturales de pastizales, es capaz de degradar la cobertura vegetal hasta límites a partir de los cuales la erosión eólica comienza a incrementarse de manera alarmante (Castro, 1983). Un porcentaje de cobertura vegetal inferior al 20%, es aún considerado un valor eficaz para resguardar la superficie del suelo, sin embargo, el pastoreo indiscriminado ha contraído los porcentajes de cobertura vegetal a valores menores al 5%

Existen varios métodos que han sido desarrollados para diagnosticar los procesos de erosión eólica a los que están expuestas ciertas áreas, los estudios existentes están orientados a comprobar metodologías paramétricas de evaluación. Se han llevado a cabo trabajos para evaluar la susceptibilidad de las tierras a la erosión eólica (Michelena e Irania, 1991) aplicando una metodología basada en la Ecuación de la Erosión Eólica de *Woodruff* y *Siddoway* (1965) y en conceptos de degradación de la FAO (1975). Para poder estimar las pérdidas de suelo se han

desarrollado distintos modelos matemáticos, de ellos la Ecuación de Erosión Eólica (WEE *Wind Erosion Equation*), la cual se expresa de la siguiente manera;

Ecuación (WEE) = E = f (I, K, C, V)

Donde:

E: Erosión potencial (ton/ha/año)
f: significa que la erosión (E) se estima en función de los factores que están entre paréntesis
I: Índice de erodabilidad del suelo t/ha/año
K: Factor de rugosidad del suelo
C: Factor climático local
V: El equivalente de cobertura de vegetación.

La estimación de la **erosionabilidad del suelo (I)** se toman en cuenta el porcentaje de agregados tamizados en seco mayores que 1 mm de diámetro y la tabla de valores de erosionabilidad de suelos de Woodruff y Siddoway (1965). Los valores de erosionabilidad (I) obtenidos se ajustan de acuerdo al grado de pendiente predominante en el relieve, el cual aumenta dichos valores, El porcentaje de agregados mayores de 1 mm de diámetro y la susceptibilidad de los suelos a la erosión eólica se indican en el siguiente cuadro.

Susceptibilidad de los suelos a la erosión eólica según el porcentaje de agregados mayores de 1 mm.

% de agregados > 1 mm	**Clase**
> 50	Poco erosionable
50-60	Medianamente erosionable
60-100	Muy erosionable

Factor de agresividad climática (C): Se utiliza la ecuación de Chepil *et al* modificada por FAO (1975)

$$E = \frac{1}{100}\sum_{1}^{12} V^3 \frac{ETP - P}{ETP\,\eta}$$

Donde:
V: velocidad media mensual del viento a 2 m de altura (m/s)
P: precipitación media mensual (mm).
ETP: evapotranspiración potencial mensual (mm) según *Thornthwaite*.
η: número de días del mes

El **factor C** se evalúa según lo indicado en el siguiente cuadro, y para utilizarlo en la Ecuación de la Erosión Eólica se divide por 100.

Valoración	Factor C
Ninguna a ligera	**0-20**
Moderada	20-50
Alta	50-150
Muy alta	> 150

Factor de rugosidad (K): de acuerdo con la escala de trabajo, se considera el factor de rugosidad igual a 0.85 por tratarse de área agrícola de temporal con practica de labranza por ciclos de producción P-V, y temporal O-I.

Para la tipología de erosión eólica se estimó, como valor de línea la tasa de erosión en el área del proyecto de 18.07 ton/ha/año; mientras que, tras la ejecución del proyecto y, sin la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, el valor de la tasa, teórica e hipotéticamente podría alcanzar 60.63 ton/ha/año; sin embargo, con la aplicación y el seguimiento de las estrategias y medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas en el capítulo VI de esta MIA-R la tasa de erosión se reducirá hasta 5.29 ton/ha/año **es decir que, se logrará mitigar pero no reestablecer las condiciones de erosión eólica de la línea base** (Escenario cero).

Si bien la erosión eólica significativa ocurre en regiones desérticas áridas y pastizales semiáridos, en el presente estudio exploramos las causas por efectos y el control de la erosión eólica en tierras de cultivo, dada la naturaleza del uso de suelo en el área de proyecto con uso de agricultura de temporal anual.

En este contexto para el establecimiento del proyecto, la acción del viento (teniendo en cuenta que la implantación de las infraestructuras ejercerá de protección para este fenómeno), ni el efecto del agua de la lluvia (la preparación del suelo, favorecerá el drenaje del suelo, infiltración, absorción y escurrimiento)

d) Hidrología superficial

La Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), define que las Cuencas hidrológicas son unidades naturales de terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas debida a la conformación del relieve.

Para propósitos de administración el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2019) dirigido por la CONAGUA establece que las aguas nacionales se conforman en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), mismas que se agrupan en 37 regiones de las cuales a su vez se dividen en 757 cuencas hidrológicas.

El SAr delimitado para el proyecto se definió al interior de la HHA 12 Lerma – Santiago - Pacífico, la cual cubre la mayor parte del estado de Jalisco, excepto en su porción suroccidental. A su vez, el área delimitada para el SAr se encuentra dentro de la cuenca hidrológica 'E' Río Santiago - Guadalajara; Subcuenca del Río Corona -río Verde (b). No obstante que su extensión abarca hasta las zonas limitantes en el estado de Guanajuato, en la zona norte donde se ubica el proyecto Espuela Solar.

Tabla 7. Descripción de Hidrografía del SAr

Región Hidrológica Administrativa (RH12)	Lerma -Santiago -Pacífico
Cuenca Hidrológica (H)	Cuenca Alta del Rio de la Laja
Subcuenca Hidrológica (a)	Río Laja -Peñuelitas
Tipo de Cuenca	Cuenca Abierta
Cuerpos de agua representativos	Vaso de la Presa Las Monjas. Presa Los Cerna. Vaso de la Presa Álvaro Obregón (Presa del Gallinero). Vaso de Bordo Tanque Los Patos

El embalse más importante en la unidad del SAr es el Vaso de Bordo Tanque Los Patos. Cabe mencionar que el área del proyecto no incide sobre ningún cuerpo de agua Permanente, la formación de cuerpos de agua son de régimen temporal intermitente, se identifican cinco Jagueyes que se conformaron con fines de captación y uso del ganado, también se identifican dos estanques de contención construidos en punto de extracción de aprovechamiento de agua subterránea (cabezal de bombeo) los cuales en la actualidad no operan ya que el equipo alimentador de electricidad se observa desmantelado.

En atención a la existencia de estas zonas y creado la condición de algunos elementos arbóreos y arbustos principalmente, se han declarado como áreas excluyentes de obras y/o actividades del desarrollo del proyecto Espuela Solar, por lo que estas áreas no serán intervenidas y tampoco serán parte del proyecto.

Por su parte en las proximidades del Área de Influencia AIp es posible apreciar corrientes de carácter intermitente o escorrentías producto de las características geomorfológicas, se observa en esta unidad de análisis existen cuerpos de agua intermitentes al interior de la unidad de análisis SAr se identificaron 17 cuerpos de agua con una superficie calculada de 12.4733 ha, de estos cuerpos se tienen ocho cuerpos de manera Permanente los cuales ocupan 5.1292 ha y para las formaciones intermitentes un grupo de nueve masas de agua intermitentes que cubren 7.3441 ha.

En el rubro de los escurrimientos presentes en la unidad del SAr se identificaron dos tipos por la condición que presentan; Intermitentes con una longitud de 76 687.35 m y en condición Perenne

(2873.75 m), sumando un total de 79 561.11 m de red, muy marcado la concentración de estos escorrentías en la parte norte del SAr y por igual en el AIp donde los remanentes de drenaje natural se desplaza, **en el área de proyecto No existen escurrimientos intermitentes**, solo se identificaron dos canales de riego por gravedad sin revestir, los cuales actualmente no están en operación, como se ha mencionado anteriormente que, el uso de suelo de agricultura de temporal en descanso.

Tabla 8. Tipo de Escurrimientos del SAr

Tipo de escurrimiento	Orden jerarquia Staedler	número de corrientes del tipo de orden	Longitud (m)
Intermitente	1	144	46999.22
	2	61	14054.47
	3	21	4518.07
	4	10	2245.50
	6	14	3179.65
	8	17	8564.16
Total		**267**	**798561.11**

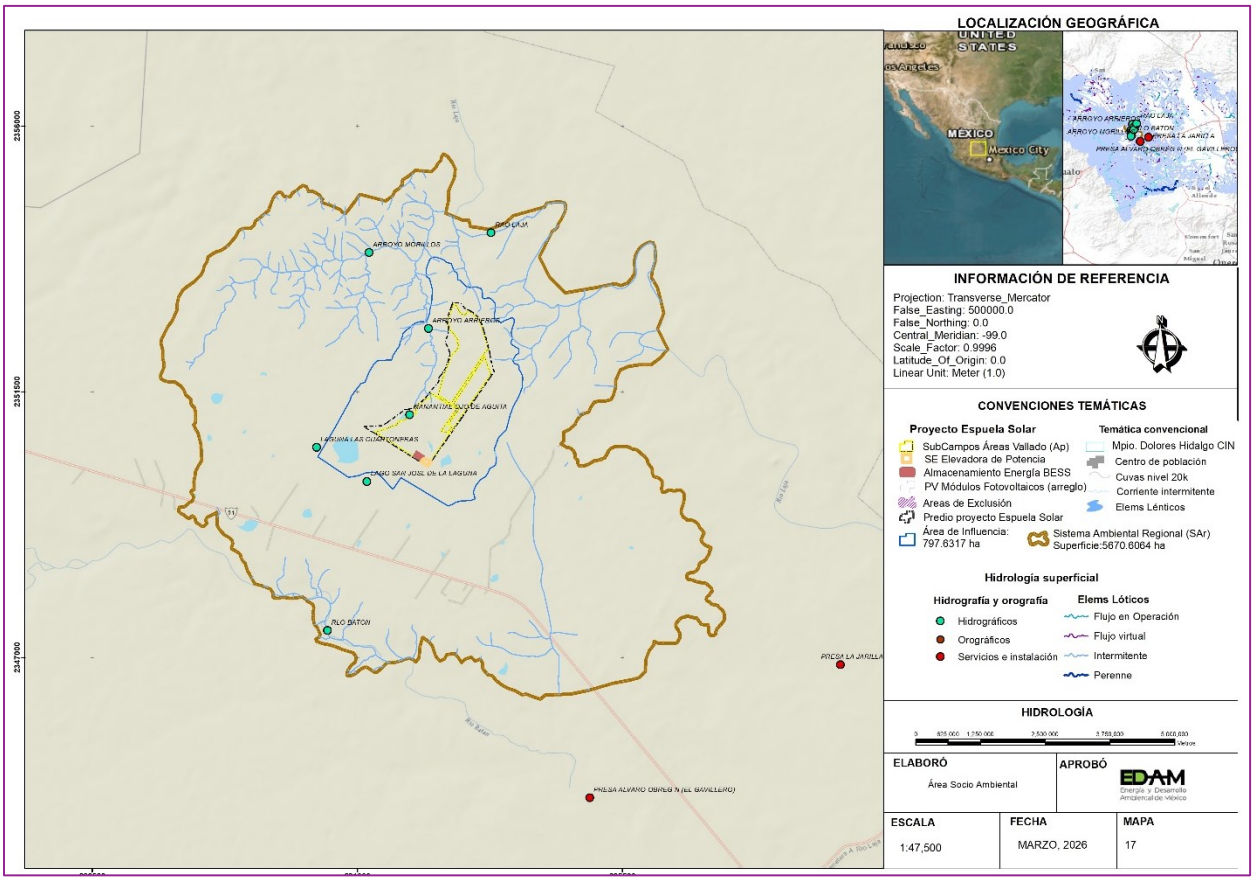


Figura 17. Caracterización de hidrología superficial del SAr

El proyecto se ubica dentro de dos rangos del coeficiente de escurrimiento el cual va de un 15 – 20 % en la parte Sur del Área de Proyecto y por igual que su área de influencia directa y la parte extrema Norte, el coeficiente comprende un rango del 10 – 15 %.

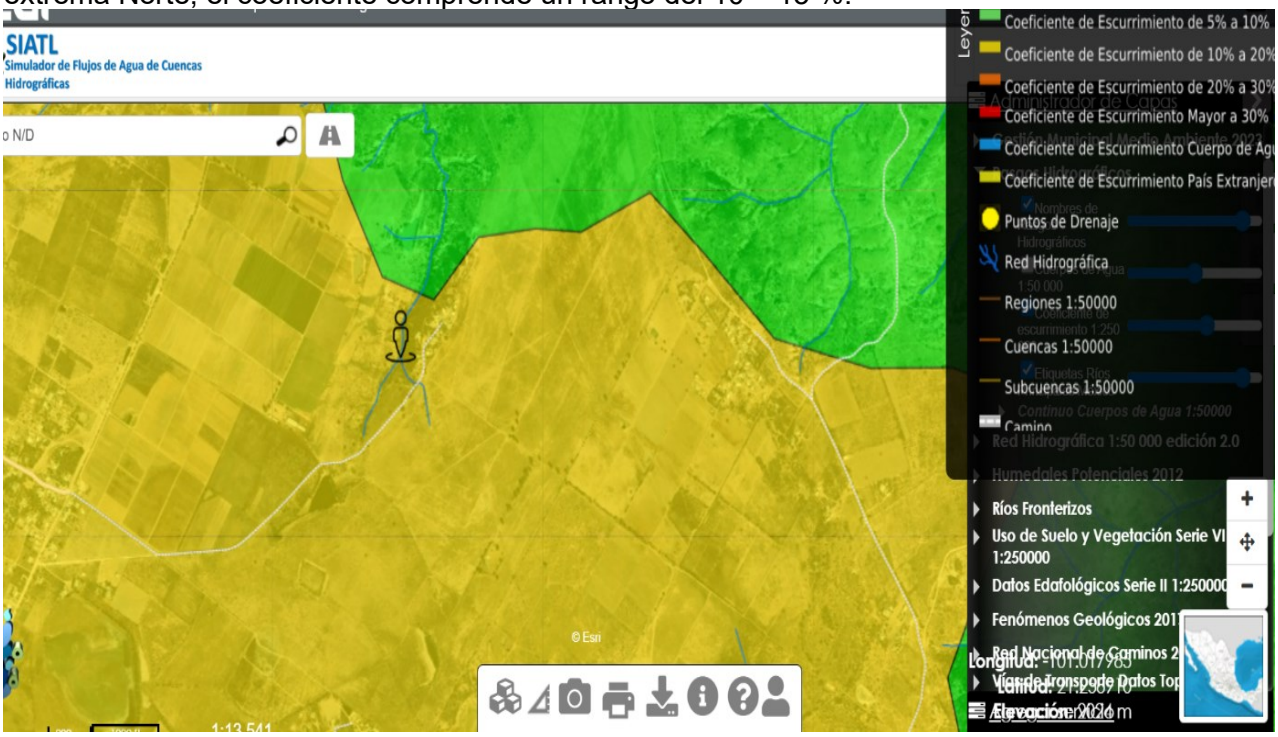


Figura 18. Coeficiente de escurrimiento.

Se efectuó un ejercicio en el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas SIATL portal oficial en línea *http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/* con la herramienta de obtención de los índices de cauce principal del Arroyo los Arrieros en configuración aguas arriba, caudal que, se establece al costado izquierdo del Proyecto Espuela Solar, del cual se obtuvieron los siguientes parámetros hidromorfométricos.

Tabla 9. Parámetros hidro morfológicos de la subcuenca Río Corona -Río Verde

Total de Descargas	0
Área Km²	2.33
Perímetro Km	6.30
Tiempo de concentración (min)	17.3
Densidad de Drenaje	2.3218
Coeficiente de Compacidad	1.948
Longitud promedio de flujo superficial	0.10767508
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2008
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	1979
Pendiente media %	2.288

Longitud de Corriente Principal (m)	1267

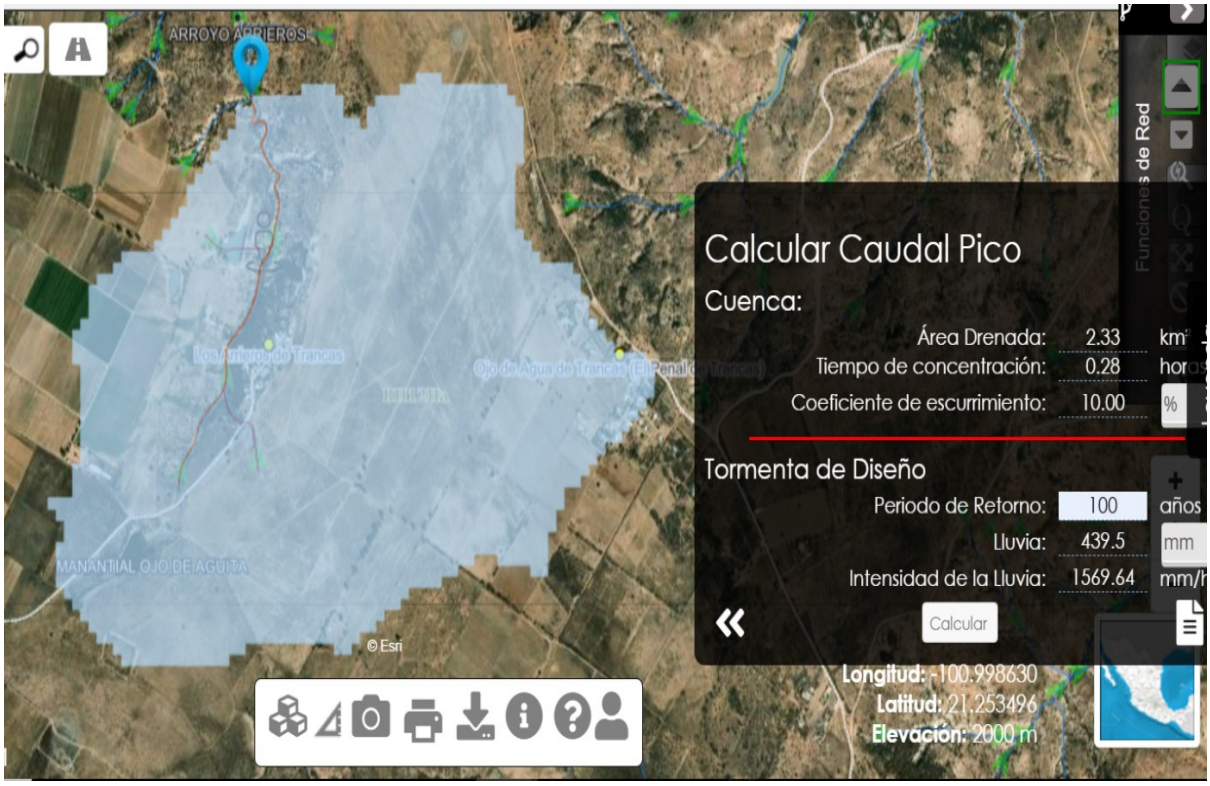


Figura 19. Análisis de arroyo Los Arrieros en SIATL.

Cabe señalar que para el diseño y arreglo de la planta solar fotovoltaica del proyecto Espuela Solar, se realizó el **estudio exprofeso de hidráulica e hidrológico**, en el cual se concluye que la hidráulica del proyecto Espuela Solar; con respecto a los límites del proyecto, se observa la formación de escurrimientos importantes, cuyo comportamiento hidráulico no repercute a los límites del predio en estudio y en el hidrológico; al régimen de velocidades obtenido en cada uno de los periodos de retorno analizados, el régimen de flujo predominante es de tipo subcrítico para el área de proyecto, se incluyen en anexo del capítulo 4 dichos estudios realizados.

Calidad del agua.

El análisis de calidad del agua superficial en el punto de la zona más cercano a la unidad de análisis del SAr, corresponde a Cuerpo de agua: Río Lerma (tipo lótico) ubicado en Guanajuato capital en una sección del río Lerma, el punto identificado por la Dirección Local de Guanajuato (Conagua) DLGU1087, fue muestreado y analizado entre 2022 y 2023, se categorizo como en semáforo Amarillo; alerta por contaminación microbiológica.

El punto de muestreo realizado obtuvo los siguientes parámetros.

Tabla 10. Parámetros de la calidad del agua superficial

Clave	DLGUA1087
SITIO	GUANAJUATO
ORGANISMO_DE_CUENCA	LERMA SANTIAGO PACÍFICO
ESTADO	GUANAJUATO
MUNICIPIO	GUANAJUATO
CUENCA	RÍO LERMA 5
CUERPO DE AGUA	RIO LERMA
TIPO	LÓTICO
SUBTIPO	RÍO
LONGITUD	-101
LATITUD	21
PERIODO	2022
DBO_mg/L	<2
CALIDAD_DBO	Excelente
DQO_mg/L	24
CALIDAD_DQO	Aceptable
SST_mg/L	<10
CALIDAD_SST	Excelente
COLI_FEC_NMP_100mL	24196
CALIDAD_COLI_FEC	Fuertemente contaminada
E_COLI_NMP_100mL	24196
CALIDAD_E_COLI	Fuertemente contaminada
ENTEROC_NMP_100mL	
CALIDAD_ENTEROC	
OD_PORC	55
CALIDAD_OD_PORC	Buena calidad
OD_PORC_SUP	

Clave	DLGUA1087
CALIDAD_OD_PORC_SUP	
OD_PORC_MED	
CALIDAD_OD_PORC_MED	
OD_PORC_FON	
CALIDAD_OD_PORC_FON	
TOX_D_48_UT	<1
CALIDAD_TOX_D_48	No Toxico
TOX_V_15_UT	<1
CALIDAD_TOX_V_15	No Toxico
TOX_D_48_SUP_UT	
CALIDAD TOX_D_48_SUP	
TOX_D_48_FON_UT	
CALIDAD_TOX_D_48_FON	
TOX_FIS_SUP_15_UT	
CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	
TOX_FIS_FON_15_UT	
CALIDAD_TOX_FIS_FON_15	
SEMAFORO	Amarillo
CONTAMINANTES	CF,E_COLI,
CUMPLE_CON_DBO	SI
CUMPLE_CON_DQO	SI
CUMPLE_CON_SST	SI
CUMPLE_CON_CF	NO
CUMPLE_CON_E_COLI	NO
CUMPLE_CON_ENTEROC	ND
CUMPLE_CON_OD	SI
CUMPLE_CON_TOX	SI
GRUPO	LOTICO

Los Parámetros analizados conforme a sus resultados, fueron:

- **DBO** (Demanda Bioquímica de Oxígeno): <2 mg/L, clasificado como "Excelente". Cumple.
- **DQO** (Demanda Química de Oxígeno): 24 mg/L, clasificado como "Aceptable". Cumple.
- **SST** (Sólidos Suspendidos Totales): <10 mg/L, "Excelente". Cumple.
- **Coliformes fecales**: 24196 NMP/100 mL, "Fuertemente contaminada". No cumple.
- **E. coli:** 24196 NMP/100 mL, "Fuertemente contaminada". No cumple.
- **Enterococos:** sin dato.
- **Oxígeno disuelto** (porcentaje de saturación): 55%, clasificado como "Buena calidad". Cumple.
- **Toxicidad** (D. magna 48h y V. fischeri 15min): <1 UT, "No tóxico". Cumple.
- **Contaminantes identificados**: CF coliformes fecales) y E. coli

Por lo tanto, los parámetros DBO, DQO, SST y oxígeno disuelto reflejan un sistema acuático con baja carga orgánica y sólidos en suspensión. La DBO <2 mg/L es típica de aguas considerables como limpias, mientras que la DQO de 24 mg/L sugiere la presencia de compuestos químicos oxidables de origen natural o antropogénico en grado leve a moderado. El oxígeno disuelto al 55% de saturación es aceptable para esta sección del río, aunque valores cercanos al 60-80% serían deseables para ecosistemas más sensible.

El nivel de coliformes fecales y *E. coli* (24,196 NMP/100 mL) es extremadamente alto. Este valor supera en más de 24 veces el límite recomendado para contacto primario (1,000 NMP/100 mL) y es incompatible con cualquier uso recreativo o de riego de hortalizas. La coincidencia numérica entre coliformes fecales y *E. coli* indica que prácticamente todos los coliformes fecales son *E. coli*, lo cual sugiere una contaminación debido a las descargas de aguas residuales municipales sin tratamiento o con desinfección deficiente; a escurrimientos agrícolas o ganaderos con estiércol y por asentamientos irregulares en la ribera, ya que estas actividades antropogénicas están muy marcadas en la zona.

e) Hidrología subterránea

La incidencia de la unidad del SAr en relación con las aguas subterráneas se ubica dentro de los límites definidos del Acuífero Cuenca Alta del Río Laja, definido con la clave 1108 por la Comisión Nacional del Agua, este acuífero tiene situación 'con déficit' sobre disponibilidad de aprovechamiento, el cual se localiza en el centro del país, en la porción nor-central del estado de Guanajuato; comprende parcialmente o totalmente a los municipios de San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo, San Felipe y San Diego de la Unión.

El acuífero se constituye principalmente por secuencias sedimentarias aluviales del Terciario, que forman un acuífero granular, a nivel Región el acuífero se comporta como libre o semilibre volcánica constituida por sierras de riolitas, andesíticas y basaltos que descansan sobre un relieve antiguo de rocas sedimentarias del cretácico que afloran únicamente en la Sierra de Pozos y en la sierra que separa el valle de San Miguel Allende del Valle de Dr. Mora - San José Iturbide.

El relieve de rocas volcánicas formaba una cuenca cerrada. Posteriormente, la acción erosiva del Río Lajas talló una salida al sur de la cuenca, desarrollándose su sistema de drenaje a través de los materiales de diferentes permeabilidades que rellenaban la antigua cuenca cerrada. En general, las formaciones volcánicas de riolitas, andesitas y basaltos, son de características impermeables por lo tanto funcionan como fronteras al flujo de aguas subterráneas. Las tobas constituyen el principal acuífero de la región, son de permeabilidad variable de acuerdo con su contenido de arenas volcánicas y arcillas. Los conglomerados observados en la parte occidental de la zona pueden ser localmente permeable.

Extracción y explotación del Acuífero, desde la realización de Estudios Geohidrológicos de la Cuenca del Río Laja, en los años 1982, se censaron 1469 obras de aprovechamientos subterráneos de los cuales 1304 corresponden a pozos profundos, 129 a norias, 15 galerías filtrantes y 21 a manantiales. Su volumen de extracción es de considerable magnitud donde se explotan del acuífero alrededor de 412 millones de m³/año, destinándose el 90% a la agricultura y el 10% al abastecimiento de agua potable y abrevadero.

La recarga a los acuíferos tiene lugar probablemente en las zonas de fronteras y en forma vertical a través de las diferentes capas de toba de permeabilidad variable

Piezometria. La Piezometría establece la dirección del flujo, así como de las zonas de extracción y áreas de recarga, efectuar el balance de aguas subterráneas y con ello simular el comportamiento hidrodinámico del acuífero.

En el ejercicio de 1971 se efectuó el estudio geohidrológico de la Cuenca Grande del Río La Laja, actualizándolo en febrero de 1982, en este lapso se observaron de manera sistemática los niveles estáticos de la red de pozos piloto de aquel entonces, habiéndose obtenido las correspondientes a los meses de agosto de 1971 a diciembre de 1972; posteriormente, la Residencia Estatal de Geohidrología continuó con recorridos piezométricos relativos a unos cuantos meses, en los años de 1974, 1976, 1980 y 1981.

Para la subcuenca del río La Laja, que es el dren concentrador de todos los flujos de aguas subterráneas, su configuración de las profundidades del nivel estático se muestra con afectaciones debidas a la topografía, básicamente por la presencia de lomeríos localizados en ambas márgenes del río. La curva de 10 m se encuentra muy cerca del cauce en ambas márgenes, desde la población Río Laja hasta la presa Ignacio Allende. Dentro de esta curva de 10 m se registraron valores mínimos, hasta de menos de 50 cm abajo del terreno; aguas arriba del poblado Río Laja las profundidades aumentan hasta unos 40 m.

En diciembre de 1981, una configuración similar manifiesta las mayores profundidades al nivel estático entre 90 y 130 m en el extremo norponiente; en la porción norcentral las curvas de iso-valores de la profundidad varían entre 90 y 100 m, aunque se observa un valor puntual a 120 m; hacia el sur de esta zona se aprecian en ambas márgenes del río La Laja, curvas comprendidas entre valores de 10 y 40 m de profundidad.

Evolución del nivel estático

La configuración de 1992, se identifica que en las zonas de recarga se conservan en la periferia del valle, aunque en la porción occidental el cono de abatimientos generalizado se traslapa y enmascara los límites de dicha zona de recarga (Ariel Consultores, S. A.). También queda esbozado un parteaguas hidrodinámico mediante las curvas 1,880 msnm, en la zona oriental, indicando que han cesado las aportaciones subterráneas provenientes de la zona Laguna Seca, más específicamente de San Luis de la Paz, debido a una sobreexplotación mayor del acuífero lo que provocó un flujo subterráneo invertido que originalmente tenía lugar hacia la Cuenca Alta del Río la Laja.

Los planos de configuración de elevaciones del nivel estático para formar definir curvas de igual evolución entre 1971 y 1981. (Ariel Consultores, S. A.). Se aprecian abatimientos máximos de hasta 60 m en este lapso en el centro del valle, aunque también una pequeña extensión con recuperaciones de 10 m en la porción centro occidental del área configurada.

La siguiente evolución en el período 1981 a 1992 (Ariel Consultores, S. A.), prácticamente en toda el área cubierta por la configuración las evoluciones son negativas, esto es, se registraron abatimientos de los niveles, excepto en una pequeña zona localizada en la parte nor-central, donde se advierte una recuperación de 10 m. Los abatimientos son del orden de 60 m al NE de Dolores Hidalgo y disminuyen hacia San Miguel de Allende hasta 30 m de abatimiento.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.

Independientemente de la evaluación de los valores de contenidos de Sólidos Totales Disueltos, así como sílicos y resistividades, se trató de interpretar la relación de cationes que pudiera dar alguna idea sobre el tipo de aguas existentes en la región. Para tal objeto se analizaron las relaciones de Na/Mg y Na/Ca en miliequivalentes, considerando que pudieran dar algún indicio sobre predominancia de flujo de agua en rocas ígneas ácidas, o bien, básicas.

Los valores más altos de relación de Na/Mg deberían ser representativos de rocas ácidas de tipo riolítico, mientras que los valores menores reflejan posiblemente rocas más básicas del tipo de basalto o andesita, o bien en el caso especial de esta zona, calizas. Los valores de la relación Na/Mg dan un indicio más claro acerca de la procedencia del agua subterránea. Sin embargo, sus valores presentan oscilaciones muy fuertes, por lo que no se configuraron, sino que sólo se anotaron los valores para cada pozo muestreado. En este plano se observa que los valores de la relación Na/Mg

son bajos en la subcuenca de San Luis de la Paz, lo cual concuerda con la geología regional que se conoce, donde predominan por un lado hacia el norte las rocas andesíticas y basálticas y hacia al sur las rocas calcáreas calizas y lutitas.

Resulta evidente que, en la zona del cono de depresión piezométrica, exista un aumento de la proporción de Na/Mg, que pudiera deberse a un intercambio de base, dando lugar a un incremento en la proporción de (Na), aunque por otro lado se observa una ligera disminución del contenido de Sólidos Totales Disueltos (SDT).

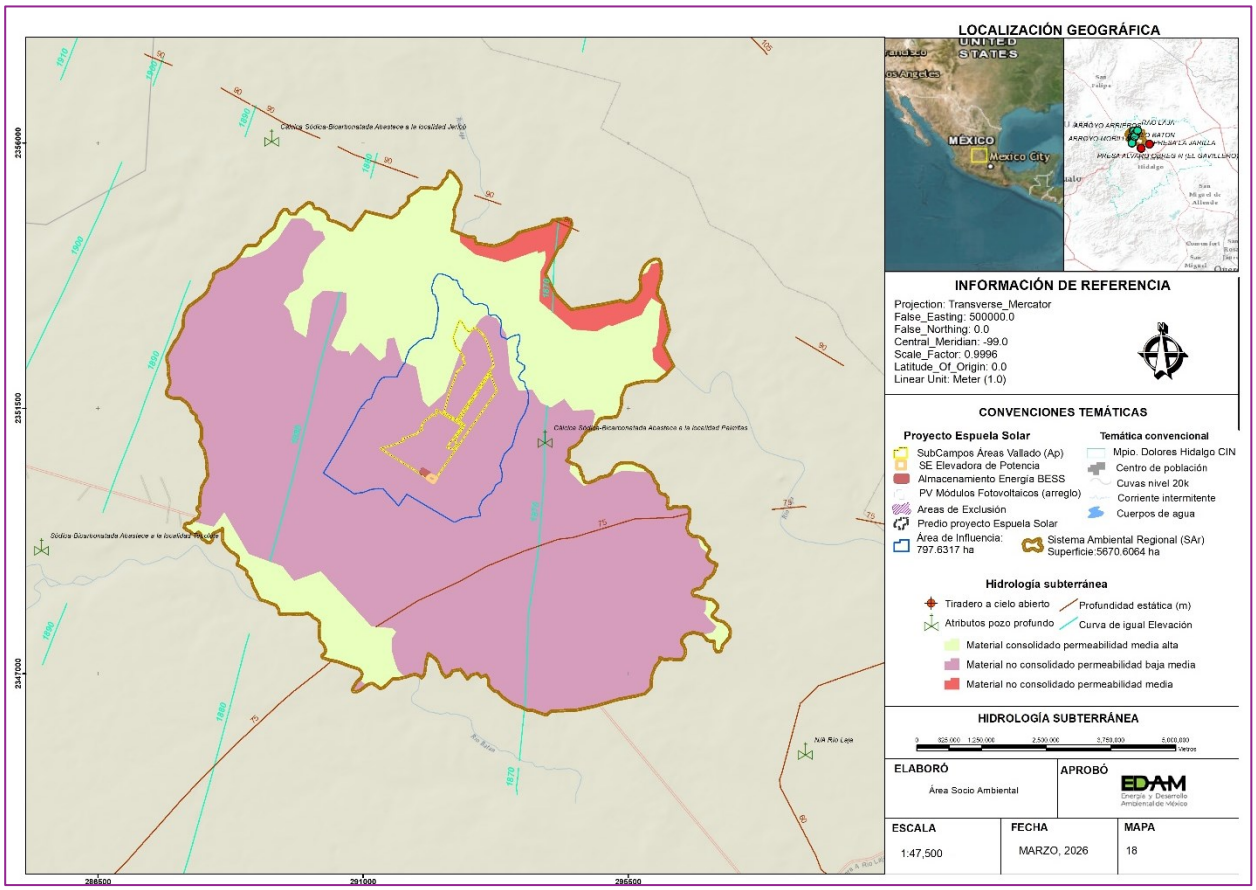


Figura 20. Caracterización de hidrología subterránea del SAr

Tasa de infiltración

Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación. Se mide milímetros por hora. Las disminuciones de tasa hacen que el suelo se sature. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá escorrentía a menos que exista alguna barrera física.

En el control de la tasa y capacidad de infiltración desempeñan un papel la textura y estructura del suelo, los tipos de vegetación, el contenido de agua del suelo, la temperatura del suelo y la intensidad de precipitación. Por ejemplo, los suelos arenosos de grano grueso tienen espacios grandes entre cada grano y permiten que el agua se infiltre rápidamente. La vegetación crea más suelos porosos, protegiendo el suelo del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre las partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. A esto se debe que las áreas arboladas tengan las tasas de infiltración más altas de todos los tipos de vegetación.

Los valores que componen el coeficiente de infiltración están en función a análisis de índices de escorrentía sugeridos por *Ven Te Chow* (1944). En estos índices se considera que el coeficiente de infiltración aparente (1-coeficiente de escorrentía) disminuye aproximadamente en 0.04 al pasar la pendiente del terreno entre 2 y 7% a superiores a 7%. Los terrenos con una pobre cubierta de zacates o herbáceas (menos del 50%) tienen un coeficiente de infiltración levemente superior al de los terrenos cultivados, aumentando aproximadamente en 0.01 en los terrenos cultivados. Además, los terrenos con cubierta de zacate o herbáceas (más del 75%) o cubiertos con bosque, tienen coeficientes de infiltración similares entre sí, disminuyendo aproximadamente en 0.01 en terrenos con bosque, los terrenos cubiertos con pastizal o herbáceas disminuyen el coeficiente de infiltración aproximadamente en 0.02 con respecto al bosque.

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otro escurre a cuerpos de agua, una pequeña fracción queda en charcos, que posteriormente se evapora y finalmente un porcentaje es interceptado por la vegetación de la zona, se estima que en cada evento (lluvia) el follaje intercepta cerca de 1.3 mm equivalente al 12% del total de la lluvia anual (Butler, 1957). Por lo que, para los cálculos que nos ocupan se considerara como agua que infiltra aquella que llega a la superficie del suelo.

Tomando como base los criterios anteriores y considerando los coeficientes de la ONU, se proponen utilizarán las siguientes ecuaciones para la determinación del volumen de agua que anualmente se infiltra, así como la variación de este por la implementación del proyecto.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por la ONU, propone la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra.
Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - Ki)CP$$

Dónde:

I	=	Infiltración
Ki	=	0.12 fracción interceptada por el follaje
C	=	Coeficiente de infiltración (Kfc+Kp+Kv)
P	=	Precipitación (media anual)

Por lo tanto, de la expresión anterior $I = (0.88)CP$

Por lo que para estimar C se tiene la siguiente ecuación:

$$C = (Kf_c + Kp + Kv)$$

Dónde:

C = Coeficiente de infiltración
Kp = Fracción que infiltra por efecto de pendiente
Kv = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal
Kfc = Fracción que infiltra por textura de suelo

Valores Kv en función del tipo de vegetación

Vegetación actual	Valor Kv
Agricultura	**0.1**
Matorral < 50%	0.09
Pastizal 50 - 75%	0.18
Pastizal < 50%	**0.09**
Vegetación Secundaria	0.09
Zacate o herbáceas (más 75%)	0.21
Bosque	0.2
Zona Urbana	0
Cuerpos de agua	0

De esta manera se estima la infiltración de agua de lluvia, por lo que determinará para el área de influencia y el área del proyecto para poder conocer la diferencia que será la afectación

Estimación de "C" coeficiente de infiltración

Factor Kfc. Para la determinación de este valor se utilizó la carta edafológica del INEGI, y se asignó el valor de 0.4 correspondientes a combinaciones de suelo limo arenoso no muy compacto, que está presente en el total del área de influencia y en área del proyecto con afectación directa y temporal

afectación directa y temporal.

Textura	Área del proyecto (ha)	% de superficie
Media	171.4610	100

Características textura del suelo

Característica de la textura del suelo	Valor Kfc
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compacto	0.4

Factor Kp. Para determinar este valor se midió en mapa la pendiente la cual se tomó diversas medidas entre cotas a 20 metros y se dividió entre su longitud para obtener su pendiente de cada una de las 16 muestras y se promedió los valores obtenidos resultando una pendiente de 2 % y un valor de Kp igual a 0.15.

Coeficiente de infiltración	**C**	**0.65**
Fracción que infiltra por efecto pendiente	Kp	0.15
Fracción de infiltración por cobertura vegetal	Kv	0.10
fracción de infiltración por textura del suelo	Kfc	0.40

Pendiente	Valores Kp
0.02% a 0.06%	0.3
0.3% a 1%	0.2
1% a 2%	0.15
2% a 7%	0.1
>7%	0.06

Infiltración	**I**	**251.394**
0.12 fracción interceptada por el follaje	Ki	0.12
Coeficiente de infiltración	C	0.65
Precipitación media anual	P	439.51

Factor Kv. El valor de la cobertura vegetal es el único elemento del factor C que es modificable, este valor es el que afectara de manera directa la cantidad de agua que se infiltra en el área bajo estudio; en el siguiente cuadro se muestran los valores de Kv utilizados para la presencia de diferentes tipos de vegetación. Para el caso práctico de esta estimación para infiltración en el área de proyecto, se establecerá un valor Kv correspondiente a Agricultura, dado que en donde se pretende emplazar el proyecto, corresponde a una zona urbanizada.

Factor **Kv=0.1**.

Uso de suelo y/o vegetación	Superficie ha	% Área del proyecto	Factor tabla	Factor ponderado
Agricultura	171.4610	100.0	0.10	**0.10**
Total	171.4610	100.0		0.10

Precipitación. Para determinar la precipitación media anual de la zona de influencia, se ha hecho uso de las estaciones climatológicas cercanas a la zona, para obtener esta información se ha ocupado las estaciones climatológicas cercanas a la zona de estudio se ha obtenido su media aritmética de las estaciones para obtener su promedio anual.

P = 439.51

Número	Estación	Latitud N	Longitud W	Pp media anual	Temperatura media anual
11075	Soledad Nueva, Dolores Hidalgo C.I.N.	-100.91694	21.28333	**388.2**	17.31
11140	El Carbón, Dolores Hidalgo. C.I.N.	-101.13556	21.26944	532.2	15.5
11017	Dolores Hidalgo. C.I.N. Cap.Rural	-100.95138	21.152222	**468.9**	18.7
11051	Peñuelitas, Dolores Hidalgo C.I.N.	-100.87805	21.107777	514.9	17.7
11063	San Cristobal, Dolores Hidalgo C.I.N.	-101.91777	21.155833	**461.4**	16.71
Promedio (se cotejan las tres estaciones operativas resaltadas en negritas)				**439.51**	17.18

Ubicación	Superficie (ha)	Infiltración mm anuales	Volumen de agua L	Vol agua en m³
Área afectación **SIN proyecto**	171.461	251.39	431,042,666.34	431,043

Infiltración CON proyecto y SIN medidas de mitigación

C = (Kp +Kv + Kfc)

Coeficiente de infiltración	C	0.65
Fracción que infiltra por efecto pendiente	Kp	0.15
Fracción de infiltración por cobertura vegetal	Kv	0.30
Fracción de infiltración por textura del suelo	Kfc	0.2

Infiltración (con proyecto)

I = (1 - Ki) CP

Infiltración	I	**251.39**
0.12 fracción interceptada por el follaje	Ki	0.12
Coeficiente de infiltración	C	0.65
Precipitación media anual	P	439.5

Volumen infiltrado AP CON proyecto

Ubicación	Superficie (ha)	Infiltración mm anuales	Volumen de agua L	Vol agua en m³	Vol agua Hm³
Área CON proyecto	171.461	251.39	431,042,666.34	431,042.67	0.4310

Infiltración área afectación CON proyecto y CON medidas de mitigación, las cuales se describen a detalle en el capítulo VI de la presente MIA regional.

C = (Kp +Kv + Kfc)

Sustituyendo los valores que corresponden a los valores se obtiene lo siguiente,

Coeficiente de infiltración	C	**0.65**
Fracción que infiltra por efecto pendiente	Kp	0.15
Fracción que infiltra por cobertura vegetal	Kv	0.10
Fracción que infiltra por textura del suelo	Kfc	0.40

Infiltración I = (1 - Ki) CP

Supliendo los valores antes definidos para la zona de influencia del proyecto donde se estará inmerso el área de proyecto de afectación directa y su afectación temporal, se obtuvieron los siguientes valores:

Infiltración (mm)	I	**251.39**
0.12 fracción interceptada por el follaje	Ki	0.12
Coedficiente de infiltración	C	0.65
Precipitación media anual	P	439.5

Infiltración al subsuelo	**Área AP SIN proyecto**	**AP CON Proyecto SIN medidas mitigación**	**AP CON proyecto y CON medidas de mitigación**
Volumen m^3	431,043	232,099	431,043

Conclusiones sobre el aspecto de la infiltración de la zona del proyecto y su área de influencia donde se pretende establecer la modificación del proyecto Espuela Solar.

-En el área del proyecto SIN proyecto, se infiltran al subsuelo actualmente 431.043 m^3.
-En el área de proyecto CON proyecto instalado, se infiltran al manto freático sería de 232.099 m^3.
-La diferencia de volumen del área del proyecto sin proyecto y con proyecto es de 198.944 m^3 anuales.
-El volumen de 198.944 m^3 de agua corresponde a la cantidad que se dejaría de infiltrar por el establecimiento del proyecto, sin embargo, es una afectación temporal, ya que el área que ocupará el emplazamiento será enterrada (por hincado a presión mecánica al suelo, sin que se deba sellar), sin que esto impida la infiltración que prevalece en la zona.

Es fundamental destacar que este volumen de 198,944 m³ **no representa una pérdida real ni una afectación permanente al acuífero**. La infraestructura de soporte de los paneles solares se instalará mediante el método de **hincado por presión mecánica directa al suelo,** en este sentido podemos definir que la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo.

Dado que la huella de desplante de poste (infrestuctura de soporte de módulos fotovoltaicos) es técnicamente despreciable y el suelo subyacente mantendrá sus propiedades de permeabilidad y porosidad original; el agua de lluvia que impacte los módulos fotovoltaicos simplemente se redistribuirá hacia las líneas de goteo e interfilas. Ahí, el proceso de infiltración hacia el manto freático continuará ocurriendo de manera natural y eficiente, garantizando el mantenimiento del balance hidrológico local.

f) Aire

Los Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), son los instrumentos de gestión que establecen acciones para prevenir y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire responden a la necesidad de los estados de contar con un instrumento de carácter preventivo y/o correctivo en materia de calidad del aire y protección a la salud, así como para dar cumplimiento al marco jurídico aplicable en esta materia. Actualmente en México se tienen 29 ProAire vigentes, con una población potencialmente beneficiada de 105 millones 246 mil 207 habitantes, con esto se cubren 27 Entidades Federativas del país con ProAire vigentes.

El Inventario de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero del Estado de Guanajuato actualizado en el 2021, resultados emitidos en el 2022. Al igual que el Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio y Precursores (IECC&P) del estado, el objetivo de este inventario es identificar las principales fuentes, y en su caso, de sumideros de gases de efecto invernadero en el estado, con la finalidad de contar con elementos para la evaluación y planificación de políticas enfocadas a medidas de mitigación de estos gases, y disminuir las consecuencias de dicho efecto en la Región.

La estimación de los gases de efecto invernadero se realizado de conformidad con la Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, utilizando métodos niveles 1, 2 y hasta 3 mejorando el grado de confiabilidad en términos de la información disponible.

Durante el transcurso del año una gran variedad de fenómenos meteorológicos de escala regional, en superficie y en la atmósfera superior, tienen influencia sobre las condiciones meteorológicas, adicional a su influencia de sistemas anticiclónicos, generados tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico. Estos sistemas ocasionan una gran estabilidad atmosférica, inhibiendo el mezclado vertical del aire. Así mismo, recibe una abundante radiación solar debido a su latitud de 20ºN, lo que hace que su atmósfera sea altamente foto reactiva.

En el invierno, el anticiclón del Pacífico (es decir la zona de alta presión, con movimiento descendente del aire y vientos débiles en superficie), en los niveles superiores de la atmósfera, llega a reflejar una intensificación de los vientos occidentales en superficie y un aumento en el aporte de humedad, generando algunas precipitaciones y llegan a presentar invasiones de masas de aire frío y seco que penetran por la región norte del país y avanzan hacia la región central, provocando descensos de

temperatura, algunas heladas y estratificación de las capas atmosféricas, intensificando con ello el fenómeno de la inversión térmica.

Las inversiones térmicas provocan el estancamiento de los contaminantes. Por la noche y temprano en las mañanas, la capa de aire que se encuentra en contacto con la superficie del suelo adquiere una temperatura menor que las capas superiores, volviéndose más densa y pesada. Las capas de aire que se encuentran a mayor altura y que están relativamente más calientes, actúan entonces como una cubierta que impide el movimiento ascendente del aire.

Para el cálculo de las emisiones se eligieron métodos de niveles 1, 2 y 3: método de **Nivel 2** para la estimación de las emisiones con base a las cantidades de **combustible quemado** a partir de estadísticas nacionales, y con factores de emisión específicos del país; y método del **Nivel 3**, donde se utilizan modelos detallados de emisión o mediciones directas de los **gases de efecto invernadero**. Los sectores que integran la matriz de evaluación de emisiones, fueron cotejados los siguientes:

Energía

Quema de combustibles (electricidad, transporte, industria, residencial, comercial, agrícola).
Emisiones fugitivas de petróleo y gas natural.
Este sector resulto con mayor aporte de CO_2

Procesos industriales y uso de productos (IPPU)

Producción de ácido nítrico y caprolactama.
Uso de hidrofluorocarbonos (HFC) en refrigeración y aire acondicionado.
Otros usos de carbonatos en procesos industriales.

Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo.

Fermentación entérica y manejo de estiércol en ganadería.
Emisiones directas e indirectas de N_2O por fertilización agrícola.
Cambio de uso de suelo y silvicultura (absorciones y emisiones de CO_2).

Residuos

Eliminación de residuos sólidos (metano).
Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
Incineración controlada y quema a cielo abierto.

Cabe destacar que en la elaboración de estos trabajos hubo mejoras sustanciales en cuanto a la metodología aplicada a los segmentos de las actividades que producen emisiones en la entidad de Guanajuato, de las que se destacan; Uso de unidades energéticas (Joules) para mayor precisión; Inclusión de nuevas subcategorías (ej. otros usos de carbonatos); Estimación de emisiones de carbono negro como contaminante climático de vida corta y Ajustes por impacto de la contingencia sanitaria por SAR COv3 en el transporte terrestre.

Tabla 11. Resultados Generales del Inventario de GEI estado de Guanajuato 2021

Sector / Categoría / Subcategoría/Fuente de emisión	CO_2	CH_4 (CO_2eq)	N_2O (CO_2eq)	HFC (CO_2eq)	Total CO_2eq
Energía	15,091.83	102.58	152.43	-	**15,346.84**
Actividades de quema de combustible	14,560.32	40.31	152.12	-	*14,752.75*
Industrias de la energía	5,085.18	2.41	2.43	-	**5,090.02**
Generación de electricidad	3,826.75	1.8	1.78	-	3,830.33
Refinación de petróleo	1,258.43	0.61	0.65	-	1,259.69
Industrias manufactureras y construcción	1,106.49	0.55	0.54	-	**1,107.58**
Transporte	7,331.17	32.87	143.57	-	**7,507.62**
Aviación civil	125.17	0.03	0.9	-	126.10
Transporte terrestre	7,127.25	32.71	134.48	-	7,294.45
Ferrocarriles	78.75	0.13	8.19	-	87.07
Sector / Categoría / Subcategoría/Fuente de emisión	CO_2	CH_4 (CO_2eq)	N_2O (CO_2eq)	HFC (CO_2eq)	Total CO_2eq
Otros sectores (comercial, residencial, agrícola)	1,037.47	4.48	5.58	-	**1,047.53**
Comercial/ Institucional	224.2	0.1	0.09	-	224.2
Residencial	725.75	4.28	5.3	-	735.33
Agricultura	87.71	0.1	0.19	-	87.99
Emisiones fugitivas (petróleo y gas natural)	531.51	62.27	0.31	-	**594.09**
Procesos industriales y uso de productos (IPPU)	16.97	-	55.55	147.9	**220.41**
Otros usos de carbonatos en Procesos	16.97	-	-	-	***16.97***
Industría Química			55.55		***55.55***
Producción de ácido nítrico	-	-	3.24	-	3.24
Producción de caprolactama	-	-	52.31	-	52.31
Uso Prodductos sustitutos de sust, agotadoras de Capa Ozono				147.9	***147.9***
Refrigeración y aire acondicionado (estacionario y móvil)	-	-	-	147.9	147.9
AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo)	-1,167.35	2,213.97	2,213.68	-	**3,260.30**
Ganado (fermentación entérica + estiércol)	-	2,203.94	236.72	-	**2,440.67**
Tierras (sumideros y emisiones)	-1,222.99	-	-	-	**-1,222.99**
Tierra forestal	-1,025.43	-	-	-	*-1,025.43*
Tierra de cultivo	53.07	-	-	-	*53.07*
Pastizales	-270.95	-	-	-	*-270.95*
Humedales	1.39	-	-	-	*1.39*
Asentamientos	4.03	-	-	-	*4.03*

Otras tierras	14.89	-	-	-	*14.89*
Fuentes agregadas y de emisión No CO2 de la Tierra	55.64	10.02	1,976.95	-	**2,042.62**
Emisiones de GHG Por Quemado de Biomasa	-	10.02	4.67	-	*-14.69*
Emisiones del Quemado de Biomasa En Tierras Forestales	-	9.17	4.36	-	*13.53*
Emisiones del Quemado de Biomasa En Tierras De Cultivo	-	0.68	0.17	-	*0.85*
Emisiones del Quemado de Biomasa En Pastizales	-	0.17	0.15	-	*0.32*
Encalado	1.76	-	-	-	*1.76*
Aplicación de Urea	53.88	-	-	-	*53.88*
Emisiones Directas de N_2O de Suelos Gestionados	-	-	1,703.01	-	*1,703.01*
Sector / Categoría / Subcategoría/Fuente de emisión	CO_2	CH_4 (CO_2eq)	N_2O (CO_2eq)	HFC (CO_2eq)	Total CO_2eq
Emisiones Indirectas de N_2O de Suelos Gestionados	-	-	191.83	-	*191.83*
Emisiones Indirectas de N_2O Resultantes de La Gestión de Estiércol	-	-	77.45	-	*77.45*
Residuos	23.38	1,688.62	69.18	-	**1,781.17**
Eliminación de residuos sólidos	-	1,326.59	-	-	1,326.59
Incineración (controlada y abierta)	23.38	13.67	0	-	37.05
Tratamiento de aguas residuales (domésticas e Industriales)	-	348.35	69.17	-	417.53
Netas (con tierras)	13,964.82	4,005.16	2,490.84	147.9	**20,608.72**
Totales (sin tierras)	15,187.81	4,005.16	2,490.84	147.9	**21,831.71**

Principales contribuyentes:

Energía: 15,346.84 Gg CO_2eq.

Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo: 3,260.30 Gg CO_2eq (con absorciones de CO_2 en tierras forestales y pastizales).

Procesos industriales y uso de productos: 220.41 Gg CO_2eq.

Residuos: 1,781.17 Gg CO_2eq.

Emisiones totales sin considerar tierras: 21,831.71 Gg CO_2eq.

Emisiones netas considerando tierras (sumideros): **20,608.72 Ton CO_2eq.**

Conclusión

El sector **energía** es el mayor emisor, seguido por **agricultura y ganadería**. Sin embargo, las **tierras forestales y pastizales** funcionan como sumideros importantes de carbono, reduciendo las emisiones netas.

La escala del efecto potencial del proyecto fotovoltaico sobre la calidad atmosférica se resume en el hecho de que, la planta fotovoltaica solar al no generar emisiones contaminantes durante su fase de operación y mantenimiento, el impacto sobre la calidad del aire en el Área de Proyecto Ap y en su Unidad de análisis SAr donde pretende establecerse, resultará nulo. Por lo que no afectaría en este aspecto del factor ambiental de la Calidad del Aire.

IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

El aspecto biótico se encuentra compuesto de los seres vivientes en los ecosistemas que en términos generales y en el alcance de la presente MIA regional, se refiere a la biodiversidad de la flora y fauna silvestres que caracterizan al área de emplazamiento del proyecto y de la unidad del análisis del Sistema Ambiental regional SAr.

a) Flora silvestre

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro de un paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional, a lo largo de su temporalidad anual (Miranda y Hernández, 2014).

La unidad del SAr en la que se inserta el área de proyecto Espuela Solar, se ubica en la Provincia Biogeográfica del Altiplano (Zacatecano -Potosino), es un sistema jerárquico –equivalente a la jerarquía taxonómica– para categorizar a las áreas geográficas en términos de su biota. En el nivel más alto, esta jerarquía incluye los reinos, seguidos de las regiones, los dominios, las provincias y los distritos (Cabrera y Willink, 1973; Brown y Lomolino, 1998), aunque también pueden distinguirse categorías intermedias, tales como subregiones y subdominios. La integridad ecosistémica se define como la capacidad que poseen los ecosistemas para auto-mantenerse, auto-regenerarse y auto-organizarse en concordancia con los factores bio-geo-físico-químicos.

La categorización definida por el INEGI de la temática del Uso de Suelo y vegetación tipo en su serie VII del Inventario Nacional Forestal, basada en las afinidades ecológicas, fisonómicas, florísticas y afinidad climática, edáfica, geológica y topográfica, así como la consideración de las **formaciones**

primarias establecidas como aquellas que, no presenten o tengan muy bajo disturbio, a diferencia de las **formaciones secundarias** con alto grado de disturbio o perturbación lo que ha modificada la composición de especies y que presentan un proceso de sucesión, a esta condición se le considera como "desarrollo de la vegetación", siendo expresada acorde al grado de perturbación de la misma originados por fenómenos naturales (incendios, inundaciones o meteorológicos) o las actividades antropogénicas (INEGI, 2021).

Dentro de la unidad del SAr definido para el proyecto, se identificaron seis unidades de uso de suelo, estas unidades de vegetación fueron identificadas tomando como base la información de la carta de uso del suelo y vegetación serie VII, escala 1: 250 000 de INEGI (2023). De acuerdo con la cartografía del INEGI, dentro del SAr se encuentran los usos del suelo Conurbado y Asentamientos, Pastizal inducido, Áreas destinadas a la agricultura en sus tipos temporal, de riego y de Temporal, y las áreas cubiertas con vegetación pertenecen a los tipos; Pastizal Natural y Mezquital Xerófilo en un desarrollo de la vegetación del tipo Secundario.

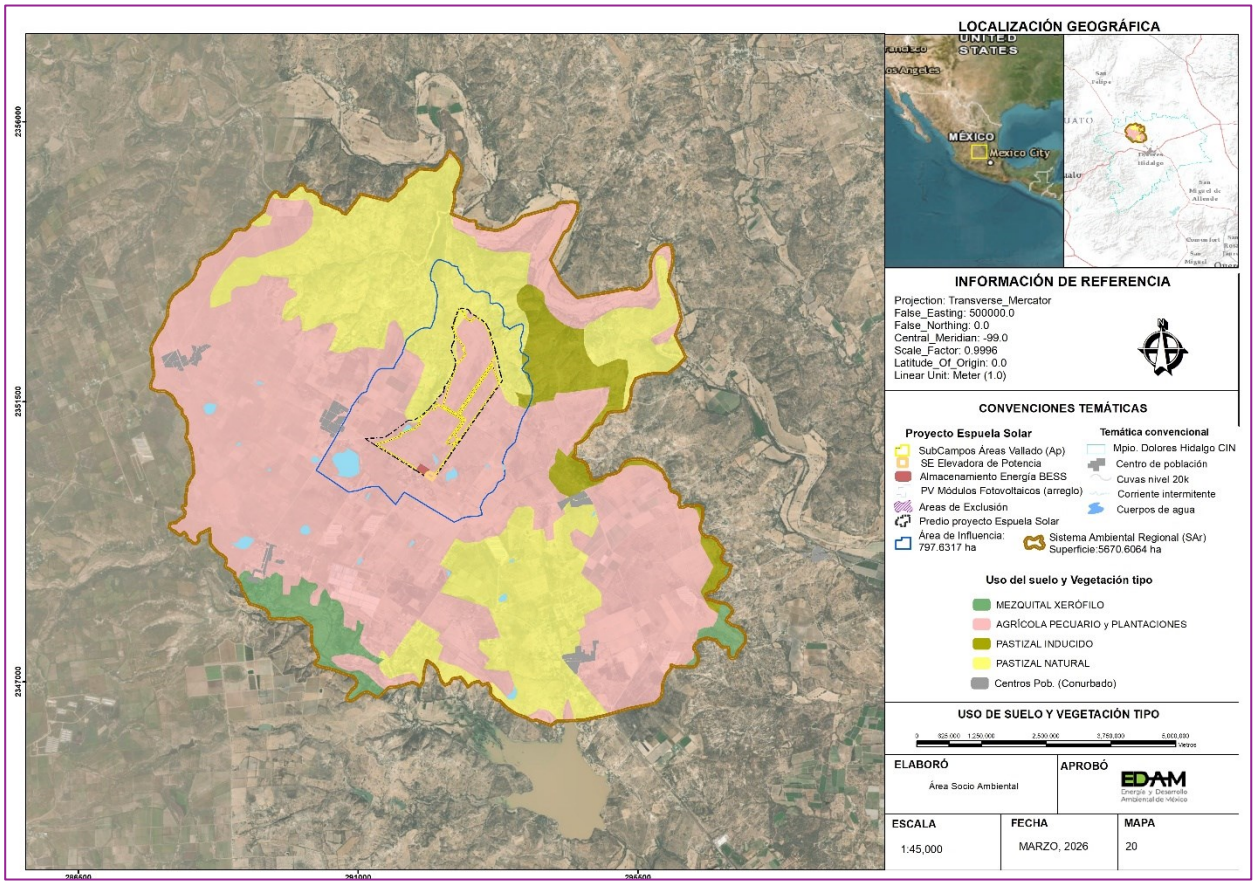


Figura 21. Usos de suelo y vegetación tipo en el SAr

El conocimiento de la composición y la estructura de la vegetación es un componente fundamental para arribar a planteamientos relativos a la calidad ambiental y el estatus de conservación o perturbación del espacio geográfico correspondiente. Para estudio analítico de la vegetación, el muestreo de las poblaciones en campo es esencial y su diseño de obtención de registros, es la parte que requiere mayor atención ya que de sus resultados depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse; para que un muestreo sea suficientemente representativo y confiable, la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda la población, así la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta.

El método seleccionado para el levantamiento de la información de campo se estableció por medio del método de parcelas circulares, forma de la unidad de Muestreo a utilizarse en Comunidades Semiáridas, Pastizales Naturales, ete cuando las condiciones y distribución lo permitió en este sentido, en el área de proyecto dado que, se trata de zonas abiertas con actividad agrícola pecuaria, el diseño de muestreo fue del de *líneas Canfield*, debido a la distribución y por el tipo de arreglo que presenta la vegetación presente tanto en el área de proyecto y su área de influencia, por lo cual se determinó aplicar esta técnica, la cual se adecúa a las condiciones que existen y permitió obtener una representatividad de la vegetación observada en el Área de Influencia del Proyecto y el SAr.

El método de *Canfield* se define como un sistema de muestreo de la vegetación, basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas.
El método consiste en usar una línea como transecto. La intercepción de cada especie sobre la línea se mide con una regla o cinta. Cualquier longitud de transecto deseado puede ser usado. La longitud del transecto se determinó en 50 metros de longitud.

La validación estadística del tamaño de la muestra se consideró la metodología denominada Tamaño de la muestra para estimar la media o el total de una población. Para ello se parte del supuesto de que la población es infinita, ajustándose luego por el tamaño real de la población. En un muestreo simple al azar, la fórmula para la estimación del número de sitios es la siguiente:

$$n = \frac{{Z_{\propto/2}}^2 p(1-p)}{B^2}$$

Donde

Zα/2 = valor que separa un área de α/2 en la cola del lado derecho de la distribución normal estándar.

En este caso, para determinar el ancho del intervalo de confianza para el cual la probabilidad de que el valor real de la fiabilidad dentro de la curva de Gauss y esté fuera del intervalo, que sea de únicamente 5%

(α=0.05), entonces
Zα/2= Z0.025=1.96 de acuerdo con la tabla de Z.

p = confiabilidad o proporción del muestreo que se pretende obtener. Para el caso del muestreo que se realizará, se busca obtener una proporción del 95% del tamaño total de la población.

B = error (medio intervalo de confianza). Para el caso particular del muestreo se refiere al margen de error aceptado. Para el presente proyecto, se empleó un porcentaje de error del 15%.
Por lo tanto, si se realiza la sustitución de los valores empleados resulta lo siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.95 \times (1 - 0.95)}{0.15^2} = 8.14$$

Por lo anterior, con el fin de demostrar la suficiencia del muestreo y caracterizar a la vegetación en el SAr y Área de Influencia del Proyecto (AIp), eran necesarios un mínimo de ocho unidades de muestreo, sin embargo, para efectos de robustecer el levantamiento de información se levantaron un total de 12 unidades de muestreo, distribuidos para realizar el análisis comparativo entre el SAr y el Área de proyecto Espuela Solar.

Tabla 12. Valor de Z para los distintos niveles de confianza

Nivel significación		Valor z
Una cola	Dos colas	
0.0005	0.01	2.57
0.01	0.02	2.33
0.025	0.05	1.96
0.05	0.1	1.64
0.1	0.2	1.28
0.15	0.3	1.04
0.2	0.4	0.84
0.25	0.5	0.67

Con respeto a la cobertura del uso de suelo en la unidad del SAr corresponde al uso Agrícola de temporal anual, riego permanente y semipermante así como pecuario (60.18%) constituye el uso de suelo dominante; seguido del tipo de vegetación de Pastizal Natural en una sucesión secundaria de desarrollo (29.55%), posteriormente en un reducción mayor es para el Pastizal Inducido (4.43%), en menor proporción el ecosistema de Mezquital Xerófilo (2.87%) y con uso de Conurbado y asentamientos humanos es del 2.75% terminando en una proporción mínima de Cuerpos de Agua (0.22%), del total de las 5670.6064 hectáreas.

Por lo antes expuesto, el método y cantidad de unidades de muestreo levantadas para la caracterización de la vegetación son adecuados considerando que se trata de áreas que han visto alteradas sus condiciones originales mayormente por las actividades antropogénicas.

• **Agricultura.** En este rubro se presentan los diferentes tipos de agricultura que se desarrollan en nuestro país y se clasifica en función de los siguientes criterios: suministro de agua y temporalidad del cultivo. De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, estos son de dos tipos en la zona:

• ***Temporal***: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia. Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como

el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

• ***Riego***: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera. Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (*un pozo, por ejemplo*) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

Pastizal Natural (PN). Son comunidades vegetales donde predominan los pastos con pocos elementos arbóreos y arbustos. Ocupan el 6.1% del territorio nacional. Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y otros tipos de bosques. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, sólo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos.

Se distribuyen en zonas semiáridas y de clima fresco. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 12 y 20 grados centígrados, con precipitación media anual entre 300 y 600 mm. Se encuentran en laderas de cerros y el fondo de valles con suelos moderadamente profundos, fértiles y medianamente ricos en materia orgánica. En zonas con declive y sin suficiente protección se erosionan con facilidad cuando se encuentran en declive, son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda.

En laderas con pendientes, de suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*.Son menos frecuentes en general, *Bouteloua rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua scorpioides;* aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a*Bouteloua gracilis*.

La producción de forrajes, y cultivos de granos, así como la ganadería han ejercido mucha influencia en la extensión, estructura y composición de los pastizales. La composición florística y la cobertura cambian de un lugar a otro. En los terrenos aluviales son más frecuentes las comunidades de *Bouteloua gracilis* y *B Bouteloua escorpioides*.

En laderas riolíticas los zacatales están formados principalmente por *Aristida divaricata, A. schiedeana, Andropogon hirtiflorus, Bouteloua curtipendula, B. gracilis, B. hirsuta, B. radicosa, Heteropogon contortus, Muhlenbergia repens, M. rigida, Stipa eminens.* En laderas sedimentarias por *Bouteloua curtipendula, B. gracilis, B. scorpioides, Leptochloa dubia, Muhlenbergia rigida, Stipa eminems* y *Tridens grandiflorus*. En terrenos sobrepastoreados, estos son substituidos por *Aristida adscensionis, Lycurus phleoides, Setaria geniculata* y *Tridens pulchellus* (Rzedowski, 1961).

Mezquital Xerófilo (MKX)

Se presenta en el norte del país, en forma discontinua en los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí y otros de la región, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8 °C y la temperatura mínima de -3 °C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2 300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo.

Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia spp*, *Opuntia sp, Jatropha sp. Bouteloua spp*. Bajo el nombre de matorral xerófilo, (Rzedowski 1978), reunió todas las comunidades de porte arbustivo propias de las zonas áridas y semiáridas; sin embargo, la cubierta vegetal con ese tipo de clima es tan variada desde el punto de vista fisonómico, que diversos autores reconocieron y denominaron una serie de tipos de vegetación.

Pastizal Inducido (PI)

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. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas veces con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Se distribuye donde el clima predominante es el semiseco templado. La forma de crecimiento de los pastos es amacollada y cespitosa. Actualmente, en la zona son escasas las áreas de pastizales naturales bien conservadas, ya sea porque se han abierto al cultivo, por el sobrepastoreo o por otras causas y por lo regular están asociados al matorral espinoso.

Los elementos más frecuentes son *Eragrostis sp*, *Muhlenbergia emersleyi*, *Mhlenbergia pubescens*, *Mhlenbergia rigida*, *Aristida orcuttiana* y *Stipa sp*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp*. (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas y arbustos.

Aquí se incluyen elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide en su distribución, en el área de estudio se consideran;

- ***Cuerpos de agua***: extensión de agua que por lo general es un lago o represa.
- ***Asentamientos humanos***: lugar donde se establecen comunidades, son el resultado del proceso de colonización de tierras o de la adaptación al medio.
- ***Zonas conurbanas***: comprenden un territorio con habitantes, en una media y baja densidad demográfica, una buena dotación de infraestructura y una economía basada en actividades del sector secundario principalmente.

Al interior de la cuenca las actividades humanas han remplazado por otros usos del suelo las comunidades vegetales que estaban constituidas por Pastizales con formaciones de pradera, así como de Pastizal Natural, e inducido en sus inmediaciones dadas las actividades antropocéntricas, debido en gran parte a su conversión en cultivos, apertura de caminos y vialidades de transporte, sobrepastoreo, entre otras. Derivado de lo anterior, actualmente se presenta un paisaje fragmentado, donde alternan parcelas de cultivo y pastoreo con fragmentos de vegetación secundaria en diferentes estados con efecto de sucesiones y desarrollo secundario.

Los fragmentos más grandes y menos perturbados se encuentran restringidos en las laderas y mesetas ubicadas en la parte alta del río la Laja, al norte de la unidad del SAr. De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2023), la distribución de la flora dentro de la microcuenca se precisa en los siguientes ecosistemas:

Tabla 13. Usos de suelo identificados en el SAr

Clave	Uso Suelo y Vegetación	Superficie	Porcentaje
IAPF	Agrícola de Temporal/ Pecuario	3412.6688	60.18%
PN	Pastizal Natural	1675.9126	29.55%
MKX	Mezquital Xerófilo	162.4786	2.87%
PI	Pastizal Inducido	251.3989	4.43%
H2O	Cuerpo de Agua	12.4733	0.22%
AH	Asentamientos y zona conurbada	155.6742	2.75%
		5670.6064	**100%**

Previo a la realización de la fase de campo donde se obtuvieron los muestreos del ecosistema en área de proyecto, así como de la unidad del sistema ambiental regional SAr, se elaboró un listado florístico preliminar con las especies que se distribuyen en la región, éstos fueron depurados revisando artículos científicos e informes técnicos. Posteriormente, tomando como referencia la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII edición de 2023 producida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y una vez, realizada la campaña de campo con las visitas en campo al interior del sistema ambiental regional definido, se ubicaron y determinaron los sitios de muestreo.

Trabajo de campo: correspondió a los muestreos realizados en la unidad del sistema ambiental, área de Influencia y del propio, con la finalidad de corroborar que la información reportada de manera

bibliográfica correspondiera con lo observado en campo, así como para determinar la estructura de cada tipo de vegetación y conocer la diversidad de especies

Los métodos utilizados para el muestreo fueron parcelas circulares (Brower *et al*., 1990). dichos sitios de muestreo se distribuyeron en el área de proyecto con un diseño de muestreo estratificado, en área agrícola y pecuaria se optó por la técnica de *líneas Canfield* debido a la distribución y por el tipo de arreglo que presenta la vegetación presente tanto en el área de proyecto y su área de influencia, por lo cual se determinó aplicar esta técnica, la cual se adecúa a las condiciones que existen y permitió obtener una representatividad de la vegetación observada. Fueron seleccionadas 24 unidades de muestreo (UM), las cuales fueron circulares y a partir del punto central se trazaron dos círculos, uno para el estrato arbustivo de radio en 12.61 m (500 m^2) y para el registro de las especies del estrato herbáceo se definió evaluar en un cuadrante de 1m^2.

Esto último cuando fue posible caracterizar de acuerdo a su composición ya que en algunos de los sitios de los que se levantó la información de la flora, se conforman de vegetación abierta, entre la que destacan pastizales y malezas oportunistas, sin tener presente la estructura natural de los demás estratos originales de la zona.

Con los datos obtenidos en campo se obtuvieron los valores absolutos y relativos, se contabilizó el número de individuos de los sitios de muestreo, se identificaron y obtuvieron los parámetros para poder obtener los cálculos de riqueza, frecuencia, cobertura, dominancia y así obtener el índice de importancia para cada una de las especies muestreadas en el predio del proyecto Espuela Solar

En cada sitio de muestreo con el uso de receptor GPS se obtuvieron las coordenadas UTM del centro de circunferencia, otros datos de registro consistieron en la altitud, composición y estructura florística. Debido a que no se encontró un estrato arbóreo se les tomo su diámetro y altura y a los individuos del estrato secundario arbustivo únicamente altura y densidad.

Tabla 14. Coordenadas de los Sitios de Muestreo Flora en el Proyecto Espuela Solar

Unidad muestreada	Coordenadas inicio		Coordenadas fin		Uso suelo y/o vegetación
	UTM X	UTM Y	UTM X	UTM Y	
1	292845	2352848	292809	2352812	Agricultura de Temporal anual
2	292703	2352232	292671	2352194	Agricultura de Temporal anual
3	292658	2351139	292687	2351179	Agricultura de Temporal anual
4	293218	2352116	293244	2352074	Agricultura de Temporal anual
5	291462	2350740	291418	2350764	Agricultura de Temporal anual
6	292208	2350921	292232	2350877	Agricultura de Temporal anual
7	292140	2350539	292100	2350570	Agricultura de Temporal anual
8	293236	2352090	293209	2352134	Agricultura de Temporal anual
9	292653	2352647	292653	2352597	Agricultura de Temporal anual
10	292191	2352848	292809	2352812	Agricultura de Temporal anual
11	291984	2349904	292809	2352812	Agricultura de Temporal anual
12	292212	2351291	292810	2352814	Agricultura de Temporal anual

La información también se presentan los resultados de los muestreos de campo con base en la visita en el área de proyecto donde se pretende establecer el proyecto Espuela Solar, para lo cual se desarrollaron 12 sitios muestréales en arreglo de transecto de 50 m de longitud y 10 m de ancho por su parte en el contexto del sistema ambiental regional definido para el proyecto se reconocieron y verificaron de las doce unidades muestrales, siete sitios fueron dirigidos a las zonas más representativas.

El muestreo fue de tipo dirigido en zonas representativas y con acceso para establecer el método estratificado, dónde la vegetación es dividida en tres grupos por su forma biológica: estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (este tipo de muestreo permite detectar variaciones espaciales en la comunidad). En este sentido se dirigieron unidades de muestreo en las zonas representativas.

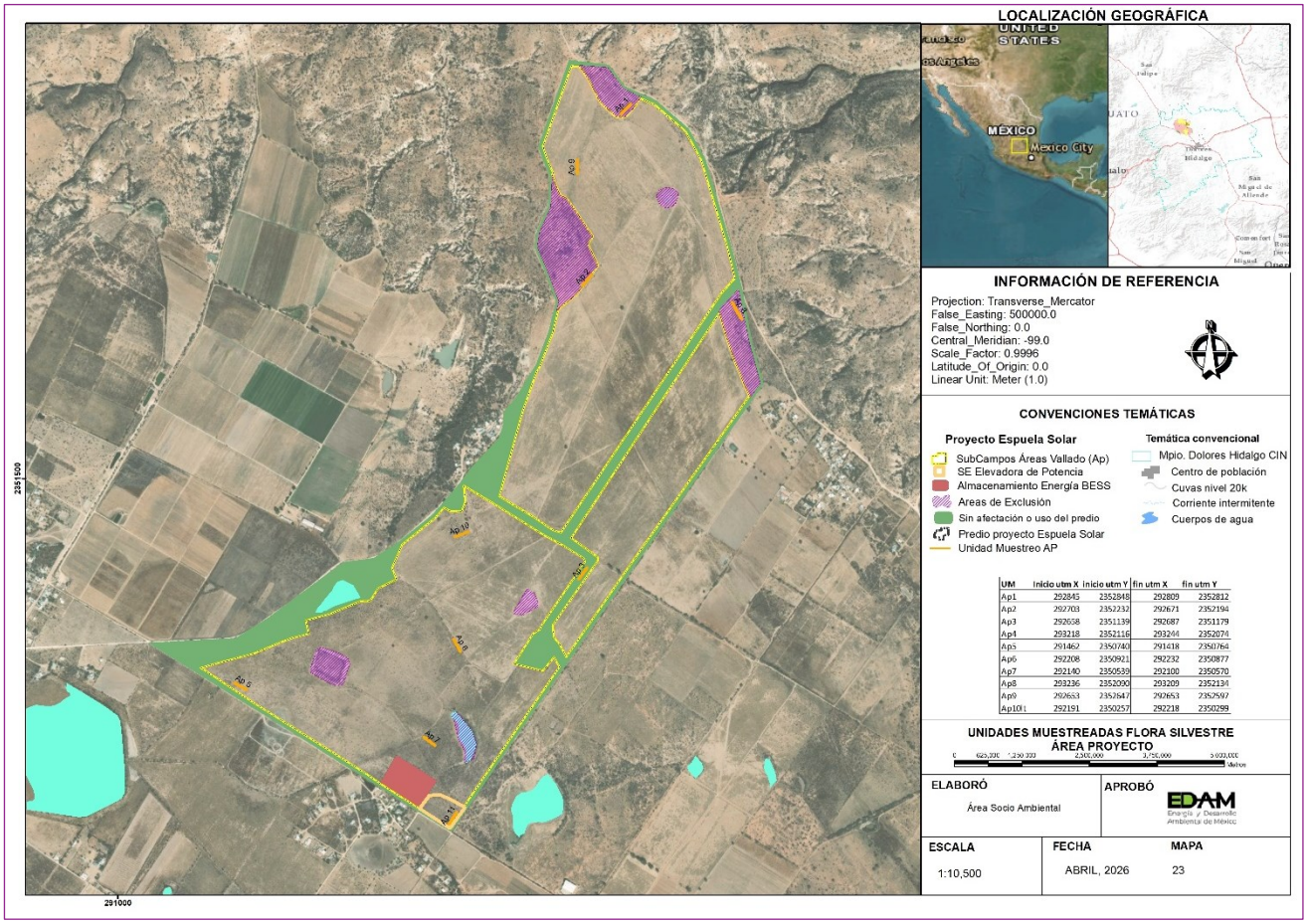


Figura 22. Ubicación de las unidades de muestreo (transecto naranja) en el Área de Proyecto Espuela Solar

Estrato arbóreo

A lo largo de todo el transecto se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DN) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo (DAP), sea igual o mayor a 7.5 cm, considerada aquellas con alturas iguales o mayores a 25 cm (con excepción de las formas de vida columnares, donde el umbral es de 10 cm de altura), en el mismo sitio de 50m se registra el número de individuos de las formas de vida cactácea (columnares).

Estrato arbustivo

En el subsitio de 20 m, se mide y registra, 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. en el mismo sitio de 20 m se registra el número de individuos de las formas de vida cactácea (globosas) y rosetófilas.

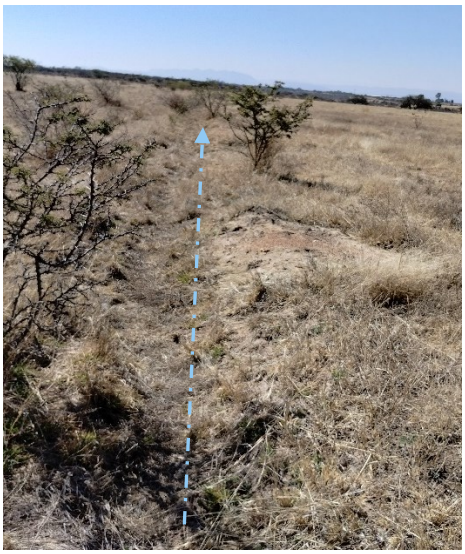
Estrato herbáceo

En el subsitio de 1 m, se registraron las plantas herbáceas, renuevos, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes en el sub-estrato. Adicionalmente, la información de campo sirve para estimar los atributos ecológicos de la vegetación, los datos generales del sitio (coordenadas geográficas, altitud, pendiente, exposición topográfica, suelo desnudo, pedregosidad, especies características del sitio).

Cabe señalar que de las cartas de los usos de suelo y vegetación de la serie VI de INEGI**.** se obtuvo el análisis para determinar las superficies de los tipos de uso de suelo y vegetación, con respecto al sistema ambiental regional, carta de uso de suelo y vegetación tipo escala 1: 250 000 F14-07 y las cartas topográficas uso de capa de información de uso de suelo de producción agrícola con empleo de las cartas escala 1: 50 000 F14D33 y F14C43 en sus especificas del área de proyecto Ap y su ámbito de Influencia de proyecto AIp, también con apoyo en las cartas escala de 1:20 000 (F14C33f, F14C34d y F14C43 e, F14C44a).

En el área de proyecto, para el emplazamiento del proyecto (Vallado de los SC de transformación), **no existe ningún tipo de ecosistema natural de vegetación**, la zona del proyecto y su área de influencia está constituida por especies introducidas y exóticas como el caso de *eupcalipto camadulensis y schinus molle* especies empleadas como cortinas rompeviento y/o para limitar lotes interparcelarios, en el área de proyecto existe un uso dominante de agrícola en descanso en la actualidad.

Aunque existió aplicación de riego por bombeo extractivo de aprovechamiento subterráneo de agua, en la actualidad el equipamiento del cabezal ha sido abandonado para su aprovechamiento, por igual existe infraestructura en su interior de acometida eléctrica para el bombeo, mismo que se aprecia sin funcionamiento, y se evidencia tanto surcado como canal de riego sin revestir al interior del predio de proyecto, el cual se aprovechaba para aplicar riego por gravedad.



Canal de riego (por gravedad, sin revestir)



Infraestructura sin servicio de bombeo de aprovechamiento subterráneo, Coordenadas Localización UTM X: 0292799 m UTM Y: 2352818 m

Imágenes de detalle de la infraestructura hidroagrícola

En lo que respecta en la delimitación del Sistema Ambiental se presenta el siguiente análisis donde se representan los usos de suelo localizados en el área de proyecto, área de influencia en la Unidad del Sistema Ambiental regional definido para el proyecto (SAr), también se obtuvieron 12 sitios de muestreo de la vegetación, para realizar el comparativo entre lo reportado en las unidades de análisis del SAr y Ap.

Tabla 15. Coordenadas de los Muestreos (SAr y Alp)

UM	UTM Eje X	UTM Eje Y	Uso del suelo y/o vegetación tipo
SAr 1	289275	2348166	Agrícola Pecuario
SAr 2	290092	2348685	VSa/ Mezquital Xerófilo
SAr 3	292188	2347386	Pastizal Natural
SAr 4	292759	2352809	Pastizal Natural
SAr 5	294305	2350294	Pastizal inducido
SAr 6	295125	2352444	Pastizal Natural
SAr 7	294072	2351602	Pastizal inducido
SAr 8	292411	2353377	Pastizal Natural
SAr 9	289513	2354377	Pastizal Natural
SAr 10	288556	2352969	Agrícola Pecuario
SAr 11	292430	2348753	Pastizal Natural
SAr 12	294741	2347121	VSa/ Mezquital Xerófilo

Se llevó a cabo la recopilación de datos de las especies que conforman los distintos estratos existentes observados en los sitios de muestreo donde se levantó la información concerniente a la componente de vegetación.

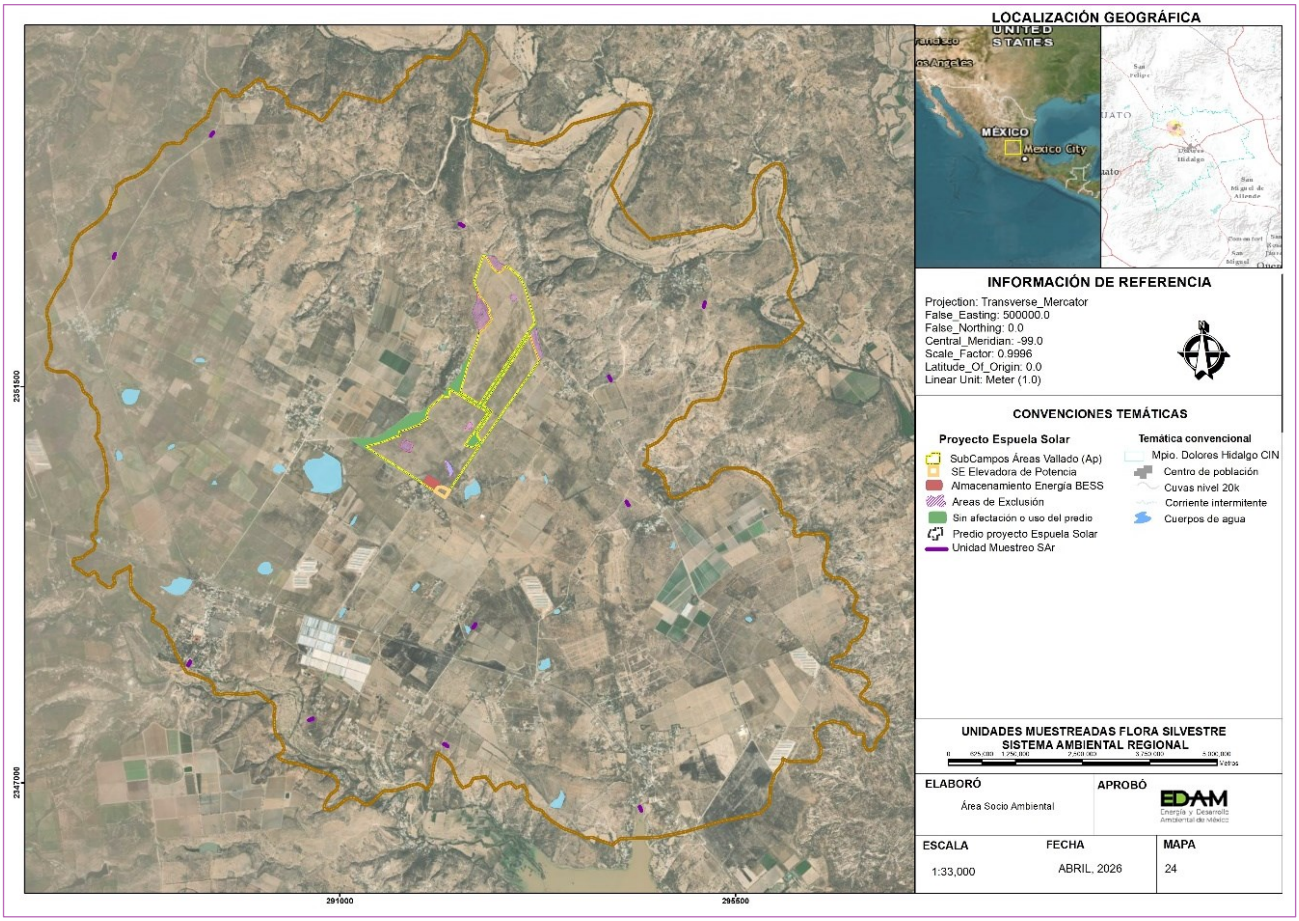


Figura 23. Ubicación de las unidades de muestreo en Sistema Ambiental regional

Esfuerzo o suficiencia del muestreo.

Las curvas de acumulación de especies permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

Son un conjunto de estimadores no-paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Smith y van Belle, 1984; Colwell y Coddington, 1994; Palmer, 1990), requieren solamente datos de presencia-ausencia.

CHAO 1: Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra

$$Chao\ 1 = s + \frac{a^2}{2b}$$

Donde

S = número de especies en una muestra a = número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de "*singletons*") b = número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

ACE La estimación de cobertura de muestra es la proporción de todos los individuos de las especies raras, el estimador ACE de la riqueza de especies es.

BOOTSTRAP: Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

$$S + \sum \quad (1 - pj)^n$$

S = número de especies en una muestra.
pj la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie

La demostración estadística se realizará con los cuatro grupos de flora, para lo cual fue necesario construir matrices con los sitios, número de individuos y especies (Datos de abundancia de especies).

Después de realizar las matrices necesarias, se realizaron las corridas estadísticas por medio del programa EstimasteS910, donde fue necesario realizar las aleatorizaciones y el número de especies registradas en la campaña efectuada en fechas de 12 al 17 de febrero de 2026, a continuación, se presentan los resultados de cada tipo de vegetación.

Análisis de la información.

Con la información de campo, se capturó y esta fue vaciada en una base de datos en hoja de cálculo, de donde se procedió a hacer el análisis estadístico, de las curvas de acumulación con el uso de estimadores no paramétricos, el análisis estadístico se llevó a cabo como ya se mencionó con los modelos no paramétricos descritos, mismos que se desarrollaron para cada tipo de vegetación y estrato. Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

En este sentido con los datos reales (entradas) con los índices **Chao 1**, **ACE y Jack 1** solo depuramos estos índices para poder elaborar el gráfico, del cual obtuvimos nuestras curvas de acumulación de especies y con ello evaluamos la eficiencia del muestreo, dividiendo nuestros datos observados entre los índices ecológicos determinando el porcentaje de la eficiencia del muestreo.

Método de corrida de las bases de datos se migraron los datos de las abundancias de las especies en los sitios de muestreos realizados, en formato de texto delimitado por tabulaciones, para importar la matriz y ejecutar en el paquete de Estimates, seleccionando en la barra superior "File" y luego

"Load Imput File", para buscar el archivo matriz, se despliega una ventana que sintetiza la información precedente de la matriz.

Los dos formatos iniciales y más usados son: opción "Formato 1, especies en las filas / muestras en las columnas"; y opción "Formato 2, muestras en las filas / especies en las columnas", una vez especificado el formato, el programa hace la aleatorización de los datos y deja la matriz lista para realizar las estimaciones de la riqueza observada y esperada.

Posteriormente en la ventana de "Diversity" en la barra superior vamos a la ventana del comando "Compute Diversity Stats" el cual nos permite obtener la tabla de resultados, exportamos la salida de los resultados

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas para los diferentes estratos en la unidad de análisis del Sistema Ambiental; lo cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo.

Enseguida se puede observar en las gráficas siguientes, en los diferentes estratos de flora (arbóreo, arbustivo, herbáceas y suculentas) los resultados indican que el esfuerzo de muestreo utilizado es bueno y es adecuado para estimar los diferentes indicadores de riqueza y diversidad de las especies ecológicas presente dentro del área del proyecto.

En la figura 24 a) que corresponde al estrato arbóreo muestra el comportamiento de los métodos no paramétricos en cuanto a la cantidad de sitios, especies y número de individuos identificados en el área de estudio. En este caso se observa que los diferentes métodos tienden a una asíntota lo que nos indica que el muestreo es demostrativo y suficiente. n la obtención de nuestras curvas de acumulación de especies para el área de influencia del proyecto, trabajamos los índices de Chao 1, ACE y Jack 1, comparados a nuestros datos reales tratados; como ya se mencionó el índice de Chao 1, es un estimador de abundancia para muestras de alta riqueza, de acuerdo a nuestro análisis se rectifica que se determinó una eficiencia de muestreo de 73.4 % para el estimador ACE se determinó un índice de representatividad es de 63.09% y de Jack 1 con el 85.11 % 1 los cuales son aceptables.

Samples	*S Mean (runs)*	*Chao 1 Mean*	*ACE Mean*	*Jack 1 Mean*
0	**0**	**0**	**0**	**0**
1	0.56	0.56	0.56	0.56
2	0.92	0.92	1.07	1.1
3	1.17	1.17	1.45	1.4
4	1.3	1.3	1.69	1.54
5	1.4	1.4	1.94	1.61
6	1.44	1.44	2.03	1.64
7	1.49	1.49	2.12	1.69
8	1.65	1.65	2.46	1.89

9	1.68	1.68	2.51	1.92
10	1.79	1.79	2.74	2.07
11	1.93	1.93	3.03	2.26
12	2	2	3.17	2.35
Suficiencia/ representatividad		**85.11%**	**63.09%**	**85.11%**

La figura 24 b) pertenece al estrato arbustivo se puede observar el comportamiento de las especies, destacando que los tres estimadores tienden a realizar una asíntota al final de la curva, estos estimadores si cumplen con un valor por encima del 85% (Chao 1 Mean 97.14%; ACE Mean 95.29%; Jack 1 Mean 87.58%) de confiabilidad siendo el mínimo permitido, por lo tanto, se otorga certeza al esfuerzo de muestreo efectuado.

Samples	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	ACE Mean	Jack 1 Mean
0	0	0	0	0
1	4.66	5.03	4.66	4.66
2	7.34	8.08	9.26	9.97
3	8.94	9.99	11.28	12.57
4	10.3	11.3	12.45	14.8
5	11.7	12.81	13.91	17.01
6	12.69	13.77	14.66	18.4
7	13.54	14.64	15.57	19.41
8	14.62	15.64	16.44	20.7
9	15.32	16.34	17.05	21.28
10	15.9	16.74	17.26	21.44
11	16.57	17.3	17.71	21.74
12	17	17.5	17.84	19.41
Suficiencia/ representatividad		**97.14%**	**95.29%**	**87.58%**

En la figura 24 c) referente al estrato herbáceo, acorde a la entrada de los datos obtenidos el estimador Chao 1 siendo el más riguroso tenemos una confiabilidad de 92.4 %; ACE con una eficiencia del 88.5% y en relación a estimador Jack 1, estimador del número de las especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras, se determinó con una eficiencia de muestreo del 64.19 %.

Samples	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	ACE Mean	Jack 1 Mean
0	0	**0**	**0**	**0**
1	3.03	3.58	4.12	3.03
2	5.34	6.41	7.4	7.65
3	7.36	8.76	9.41	11.1
4	8.83	10.46	10.98	13.38
5	10.27	12.51	12.74	15.69
6	11.64	13.84	14.03	17.86
7	12.84	15.34	15.46	19.84
8	14.03	16.98	16.78	21.84
9	15.11	17.78	17.8	23.54
10	16.1	18.4	18.77	25.14
11	17.04	18.9	19.52	26.59
12	18	19.49	20.34	28.08
Suficiencia/ representatividad		**92.4%**	**88.5%**	**64.1%**

En la figura 24 d) Por último, tenemos que para el grupo de las especies suculentas también se determinó el análisis de la obtención de curvas de acumulación, donde se observa el comportamiento de las especies obtenidas, todos los estimadores tienden a realizar la asíntota, lo cual indica que el número de especies del área de estudio no aumentará con el número de muestras, el estimador Chao 1 se determinó una eficiencia de muestro de 75.17 %, el índice ACE fue de 87.58% y para lo concerniente al índice de Jack 1, este se encuentra en un 91.86 %.

Samples	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	ACE Mean	Jack 1 Mean
0	0	0	0	0
1	4.12	5.39	6.47	4.12
2	5.68	6.63	8.25	7.23
3	6.75	7.84	10.04	8.98
4	7.62	8.94	11.06	10.27
5	8.31	10.06	11.65	11.11
6	8.92	11.27	12.52	11.93
7	9.57	12.54	13.51	12.94
8	10.09	13.77	14.3	13.63
9	10.72	15.95	15.69	14.62
10	11.13	17.37	16.62	15.25
11	11.56	19.16	17.59	15.85
12	16.5	21.95	18.84	16.58
Suficiencia/ representatividad		**75.17%**	**87.58%**	**91.86%**

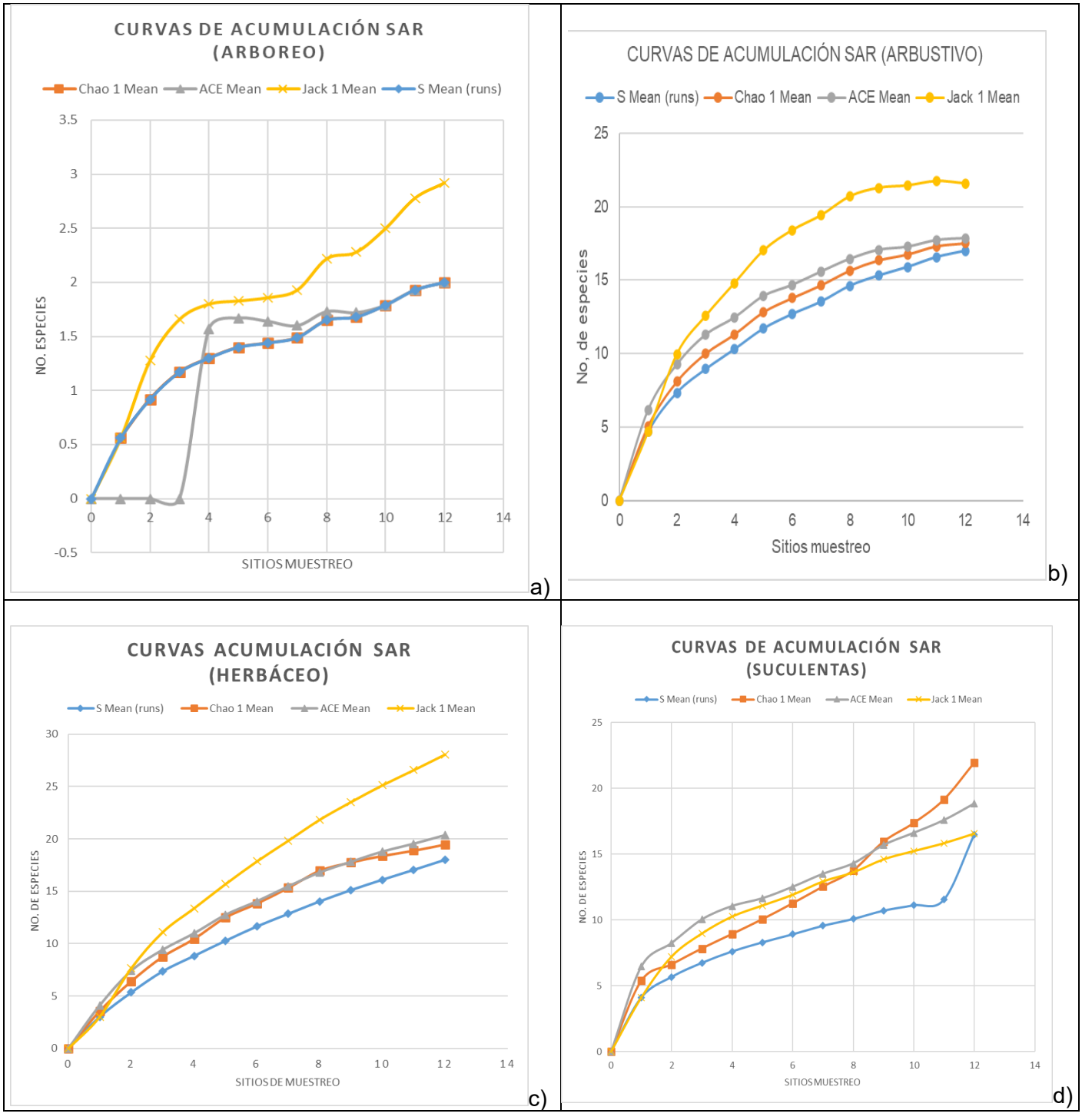


Figura 24. Curvas de acumulación por estratos de la unidad SAr

De acuerdo a los datos presentados podemos observar que, en el estrato arbóreo, tanto para el estrato arbustivo, herbáceo así mismo también como el grupo de las suculentas, dentro del área del proyecto; el esfuerzo de muestreo es válido para medir biodiversidad.

En la unidad de análisis perteneciente al Área de Proyecto, la curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma en la manera de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos.

Las curvas de acumulación permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

En el estrato arbóreo se encontraron cuatro especies diferentes, en donde se utilizaron dos métodos paramétricos diferentes; Chao 1 y Bootstrap para poder demostrar que el muestreo es seguro, representativo y confiable. Dados los resultados se pudo observar que todos los métodos muestran resultados por encima del 80% lo cual demuestra que el muestreo es representativo y suficiente.

Por su parte en lo que respecta a el área del proyecto Espuela Solar, se determinó la suficiencia de la representatividad de la obtención de datos y registros de la componente de la flora silvestre encontrada en la superficie de desarrollo del proyecto, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Samples	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	**0**	**0**	**0**
1	1	1.05	1
2	1.49	1.59	1.8
3	1.89	2.04	2.27
4	2.22	2.34	2.66
5	2.54	2.67	3.04
6	2.75	2.91	3.28
7	3.1	3.42	3.74
8	3.28	3.7	3.96
9	3.5	4.07	4.24
10	3.7	4.38	4.48
11	3.87	4.71	4.68

12	4	4.96	4.82
	Suficiencia	**80.65%**	**82.99%**

En la figura 25 a) la gráfica perteneciente al estrato arbóreo muestra el comportamiento de los métodos no paramétricos en cuanto a la cantidad de sitios, especies y número de individuos identificados en el área de proyecto. En este caso se observa que los diferentes métodos tienden a una asíntota lo que nos indica que el muestreo cuenta con buena suficiencia.

En el estrato arbustivo Los porcentajes de confiabilidad obtenidos de los modelos no paramétricos estuvieron por arriba del 81% por lo tanto, se le otorga certeza al esfuerzo de muestreo efectuado.

Samples	**S Mean (runs)**	**Chao 1 Mean**	**Bootstrap Mean**
0	0	0	0
1	3.05	3.42	3.05
2	4.99	5.99	5.97
3	6.29	8	7.65
4	7.61	9.33	9.33
5	8.69	10.15	10.64
6	9.99	11.69	12.3
7	11	12.86	13.53
8	11.94	13.86	14.65
9	12.81	14.67	15.7
10	13.62	15.4	16.68
11	14.3	16.06	17.5
12	15	16.99	18.38
	Suficiencia	**88.29%**	**81.61%**

En la figura 25 b) en la cual se observa el comportamiento de las especies, destacando que los dos estimadores tienden a realizar una asíntota al final de la curva, estos estimadores si cumplen con un valor por encima del 81% de confiabilidad considerando una buena eficiencia de representatividad al esfuerzo de muestreo efectuado.

Por su parte en el estrato de las herbáceas, los porcentajes de confiabilidad obtenidos de los modelos no paramétricos oscilan en un 82%, en los dos estimadores analizados, lo cual determina que son buenos en la representatividad.

Samples	S Mean (runs)	**Chao 1 Mean**	**Bootstrap Mean**
0	0	**0**	**0**
1	2.45	3.56	2.45
2	4.02	5.87	4.92
3	5.71	8.78	7.14
4	7.12	10.58	8.92

5	8.42	11.83	10.52
6	9.51	13.28	11.85
7	10.47	14.09	12.99
8	11.24	14.84	13.9
9	12.09	15.4	14.87
10	12.76	15.73	15.6
11	13.41	16.36	16.31
12	14	16.96	16.95
	Eficiencia	**82.5%**	**82.6%**

En la figura 25 c) en la cual se observa el comportamiento de las especies, destacando que los tres estimadores analizados se obtuvo un promedio de 82.55%, lo cual determina, estimadores son válidos para medir biodiversidad.

En lo que respecta al grupo de suculentas identificadas en la unidad de análisis del Área de Proyecto, los porcentajes de confiabilidad obtenidos de los dos modelos no paramétricos analizados presentan un porcentaje por encima del 85.9%. por lo cual le es otorgada certeza al esfuerzo de muestreo efectuado.

Samples	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	**0**	**0**	0
1	1.25	1.52	1.25
2	2.02	2.36	2.46
3	2.82	3.56	3.53
4	3.6	4.75	4.54
5	4.4	6.15	5.57
6	5.03	7.2	6.37
7	5.64	8.04	7.14
8	6.23	8.71	7.86
9	6.79	9.14	8.56
10	7.26	9.27	9.13
11	7.65	8.91	9.57
12	8.12	8.97	9.99
	Suficiencia	**90.52%**	**81.28%**

En la figura 25 d) el cual corresponde a las suculentas se puede observar el comportamiento de las especies obtenidas, todos los estimadores tienden a realizar la asíntota, lo cual indica que el número de especies del área de estudio no aumentará con el número de muestras, por lo tanto, dichos estimadores se encuentran por arriba del 85% que son válidos para medir biodiversidad.

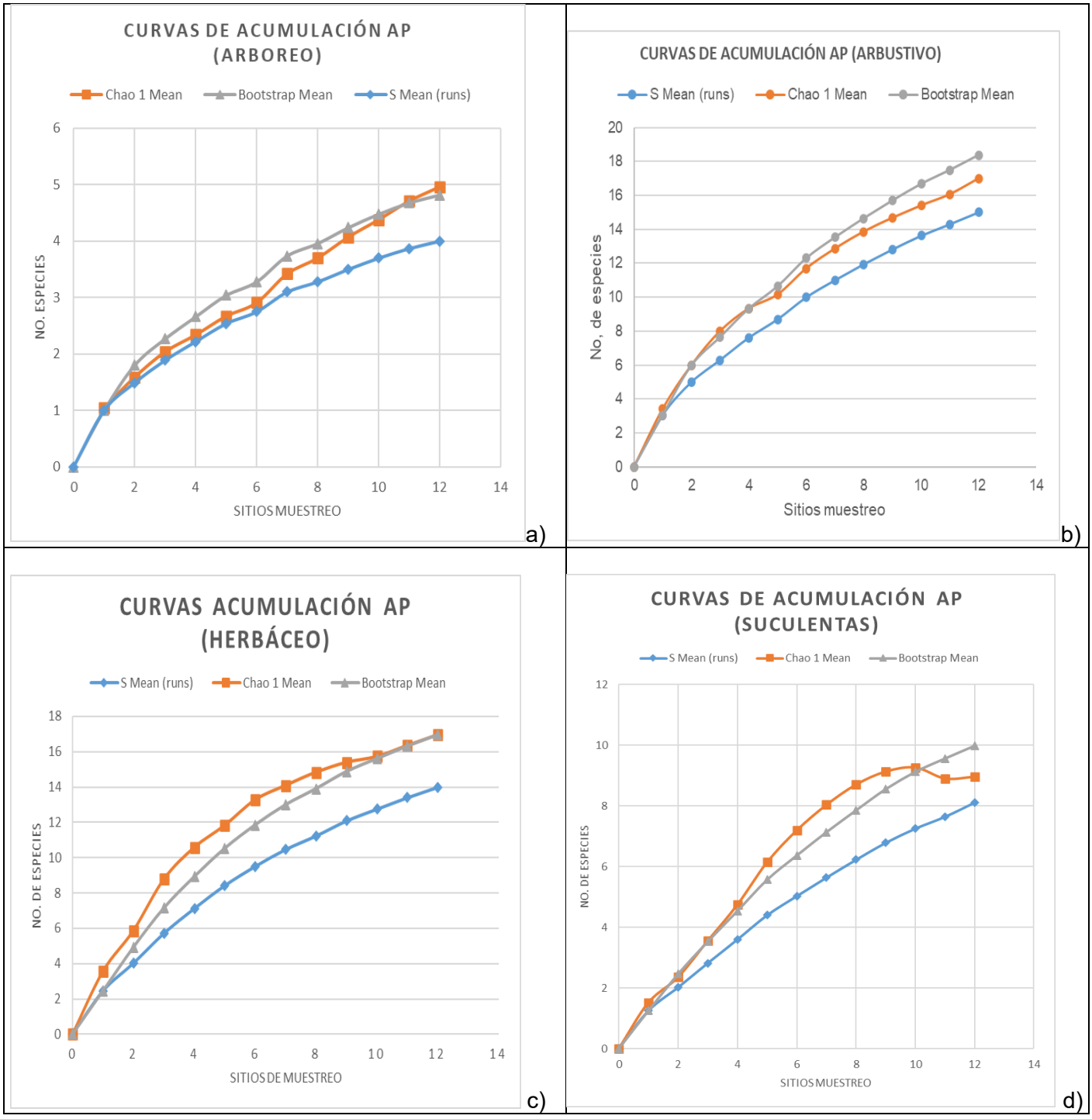


Figura 25. Curvas de acumulación por estratos en el Área de Proyecto.

Después de analizar la suficiencia del muestreo se puede llegar a la conclusión de que el muestreo para las especies y cada uno de los estratos son suficientes y confiables para el reconocimiento de las especies de flora del área de proyecto Ap

Esto permite la relación entre estrato y especie, sin embargo, los cálculos que se obtengan por especie deben ser utilizados con discreción ya que son influidos por los datos de densidad, dominancia y frecuencia.

El análisis de la diversidad y estructura de componente de flora silvestre en este estudio se realizó a partir de la estimación de los indicadores que se describen a continuación:

Índice de diversidad de Margalef (Mg), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), y equitabilidad de Pielou (J'); los cuales se procesaron en hoja de cálculo de Excel 2010 de la paquetería de *Microsoft*.

En el siguiente apartado de la información de la componente de flora silvestre se integra la composición florística de los sitios muestreados, dando a conocer los parámetros más notables como la densidad, frecuencia y cobertura o dominancia. Con la suma de los valores relativos de los últimos tres, se obtiene el valor de importancia (IVI) de cada una de las especies, Se puede observar que los VI fluctuaron desde 0 a 300%.

Cálculo de dominancia (Simpson)

Para determinar el índice de dominancia se utilizó el índice de (Simpson), previamente se trabajaron los registros obtenidos en campo de los sitios de muestreo, para proceder a realizar el análisis correspondiente. Una vez ordenados los datos es posible emplear el coeficiente seleccionado para la obtención del índice de dominancia mencionado a continuación.

El índice de Simpson basándose en el principio de riqueza y abundancia contempla la siguiente fórmula para la obtención de dominancia:

$\Lambda = \Sigma\ pi^2$

Dónde:

Λ: dominancia

pi: es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N.

Para estimar en principio el índice de diversidad de especies se emplea la fórmula de Shannon winer, descrita a continuación

$$H = -\sum_{i=1}^{n} pi \cdot (ln\ pi)$$

Dónde:

H = Diversidad de especies.

pi = es la proporción del número de individuos de la especie *i* con respecto a *n*

Cálculo de la dominancia relativa método de Simpson para datos obtenidos del sitio del predio del proyecto.

En principio se obtiene el grado de dominancia que representa cada una de las especies dentro de cada sitio y en segundo lugar se obtiene el grado de dominancia de las especies para el total del área.

Obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; se realizó la misma operación para cada una de las especies.

Ln (*pi*) = logaritmo natural de Abundancia relativa.

Así mismo se determinó el índice de equidad de Shannon fue necesario conocer la diversidad de cada sitio, una vez obtenido este valor es posible aplicar la fórmula de equidad Shannon como se expresa a continuación.

E = *H* / *ln S*

Dónde:

E = equidad
H = diversidad
Ln(S) = logaritmo natural del número total de especies existentes dentro la parcela (unidad muestreal).

Índice de **Shannon-Wiener** (H') Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5.

Índice de valor de importancia ecológica (IVI).

Se aplicó la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por Lamprecht (1990), la cual es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia y se obtiene de la siguiente forma:

$$IVI = AR + FR + DR$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia
AR = Abundancia relativa, es la proporción porcentual del número de individuos de cada especie entre el número total de los árboles multiplicados por 100.
FR = Frecuencia relativa, se obtienen a partir del porcentaje de sitios en los que aparece una especie entre el total de sitios muestreados multiplicado por 100.
DR = Dominancia relativa (área basal), es el total de área basal por especie entre el total de área basal de todas las especies, multiplicado por 100.

Los valores del índice de valor de importancia están entre 1 -300.

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.

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 que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Estrato **herbáceo del Área de Proyecto (Ap) Espuela Solar**.
Sitios de muestreo:
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 14

Tabla 16. Determinación de los índices ecológicos del estrato herbáceo

Familia	Nombre científico	Nombre común	S 01	S 02	S 03	S 04	S 05	S 06	S 07	S 08	S 09	S 10	S 11	S 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Poaceae	*Aristida sp. L.*	Pasto local	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5
Asphodelaceae	*Asphodelus fistulosus L.*	Gamoncillo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Asteraceae	*Bidens sp. A*	Aceitilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Poaceae	*Bothriochloa laguroides (DC.) Herter*	Popotillo	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	4	7
Poaceae	*Chloris sp.*	Forrajero	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0	4	1	11	18
Amarantaceae	*Dysphania incisa (Poir.) Sand.-Ort. & Zumaya*	Epazote de monte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	5
Poaceae	*Eragrostis hirsuta (Michx.)*	Zacate agua	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	5
Poaceae	*Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka*	Falso tridente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	8
Brassicaceae	*Lepidium virginicum L.*	Lentejilla de campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Polemoniaceae	*Loeselia coerulea G.Don*	Jarrito	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10
Poaceae	*Melinis repens (Willd.) Zizka*	Pasto africano rosado	3	0	0	1	0	0	8	0	0	1	6	4	23	38
Poaceae	*Muhlenbergia montana (Nutt.) Hitchc.*	Pasto de montaña	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	5
Poaceae	*Setaria grisebachii E.*	Pasto	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium Cav.*	Pera perilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	3
			3	**0**	**0**	**16**	**0**	**2**	**8**	**5**	**4**	**4**	**14**	**11**	**67**	**112**

Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia (cobertura)	Dominancia (cobertura)/ha	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)	pi	Ln(pi)	Índice de Shannon-Wiener	H' max	Equidad
4.478	7.143	0.20	0.33	4.082	15.702	0.045	-3.106	0.139		
1.493	3.571	0.50	0.83	10.204	15.268	0.015	-4.205	0.063		
1.493	3.571	0.50	0.83	10.204	15.268	0.015	-4.205	0.063		
5.970	10.714	0.20	0.33	4.082	20.766	0.060	-2.818	0.168		
16.418	14.286	0.50	0.83	10.204	40.908	0.164	-1.807	0.297		
4.478	7.143	0.20	0.33	4.082	15.702	0.045	-3.106	0.139		
4.478	7.143	0.50	0.83	10.204	21.825	0.045	-3.106	0.139		
7.463	3.571	0.20	0.33	4.082	15.116	0.075	-2.595	0.194		
1.493	3.571	0.50	0.83	10.204	15.268	0.015	-4.205	0.063		
8.955	3.571	0.20	0.33	4.082	16.608	0.090	-2.413	0.216		
34.328	21.429	0.50	0.83	10.204	65.961	0.343	-1.069	0.367		
4.478	3.571	0.20	0.33	4.082	12.131	0.045	-3.106	0.139		
1.493	3.571	0.50	0.83	10.204	15.268	0.015	-4.205	0.063		
2.985	7.143	0.20	0.33	4.082	14.210	0.030	-3.512	0.105		
100.000	**100.000**		**8.17**	**100.000**	**300.000**	**1.000**		**2.154**	**2.639**	**0.816**

Para el **estrato de las herbáceas**, del Área de Proyecto tenemos que la relación en el área de proyecto, 14 especies, las cuales están representadas en siete familias, *Amaranthaceae, Asphodelaceae, Astaraceae, Poaceae, y Brassicaceae, Polemoniaceae, y Solanaceae* en las que resalta por su Índice de Valor de Importancia ecológica (IVI) la familia de las *Poaceae,* con la especie de *Melinis repens y Chloris sp.*

Los resultados de los índices ecológicos nos refieren que, se identifican especies oportunistas, muy representativas de comunidades arvenses en los campos de cultivo y ruderales sobre el área de proyecto Espuela Solar.

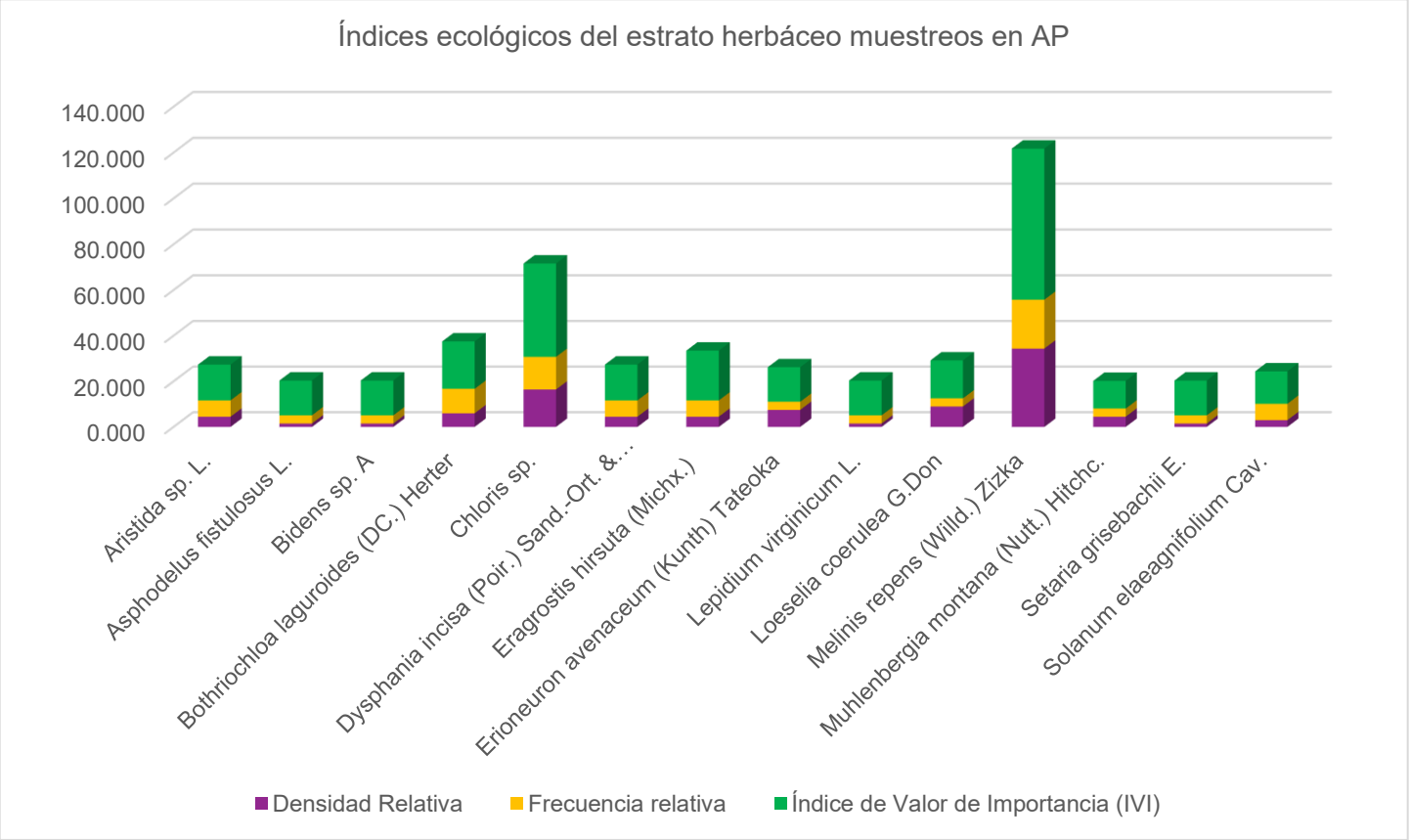


Figura 26. Gráfico de índices ecológicos del estrato herbáceo.

Se observa que las especies de pastos *Melinis repens y Chloris sp* obtuvieron el Índice de Valor de su Importancia, más alto,

Estrato **Arbustivo de Área de Proyecto (Ap) Espuela Solar**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 15

Tabla 17. Determinación de los índices ecológicos del estrato arbustivo.

Familia	Nombre científico	Nombre comú	S 01	S 02	S 03	S 04	S 05	S 06	S 07	S 08	S 09	S 10	S 11	S 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Astareceae	*Baccharis pteronioides DC.*	Carátacua	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7
Astareceae	*Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H.Rob. & Brettell*	Azomiate	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13
Astareceae	*Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.*	Tatalencho	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Astareceae	*Verbesina serrata Cav.*	Vara blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Astareceae	*Viguiera linearis (Cav.) Sch.Bip. ex Hemsl.*	Jarilla	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Astareceae	*Zaluzania augusta (Lag.) Sch.Bip.*	Hierba blanca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Euphorbiaceae	*Jatropha dioica Sessé*	Sangre de drago	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7
Fabaceae	*Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd.*	Engordacabrla	7	0	0	57	0	0	3	0	0	0	0	0	67	112
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.*	Palo azúl	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7
Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa Ortega*	Espino	0	0	0	0	0	0	0	34	1	0	0	2	37	62
Fabaceae	*Mimosa monancistra Benth.*	Chascarrillo	14	0	0	34	0	1	15	3	0	0	0	19	86	143
Fabaceae	*Neltuma laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose*	Algarrobo	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	9	15
Fabaceae	*Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.*	Huizache	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3
Fabaceae	*Vachellia schaffneri (S.Watson) Seigler & Ebinger*	Huizache priet	28	0	20	21	0	27	13	19	4	3	5	23	163	272
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata Kunth*	Tepozán	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
			64	**0**	**20**	**129**	**0**	**29**	**31**	**56**	**6**	**3**	**6**	**46**	**390**	**650**

Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia (cobertura)	Dominancia (cobertura)/ha	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)	pi	Ln(pi)	Índice de Shannon-Wiener	H' max	Equidad
1.026	50.000	0.9	1.50	1.733	52.759	0.010	-4.580	0.047		
2.051	25.000	3.15	5.25	6.067	33.118	0.021	-3.887	0.080		
0.513	0.000	1.51	2.52	2.908	3.421	0.005	-5.273	0.027		
0.256	0.000	0.2	0.33	0.385	0.642	0.003	-5.966	0.015		
0.256	0.000	0.21	0.35	0.404	0.661	0.003	-5.966	0.015		
0.256	0.000	1.05	1.75	2.022	2.279	0.003	-5.966	0.015		
1.026	0.000	0.89	1.48	1.714	2.740	0.010	-4.580	0.047		
17.179	0.000	14.41	24.02	27.754	44.934	0.172	-1.761	0.303		
1.026	0.000	10.47	17.45	20.166	21.191	0.010	-4.580	0.047		
9.487	0.000	1.73	2.88	3.332	12.819	0.095	-2.355	0.223		
22.051	0.000	2.11	3.52	4.064	26.115	0.221	-1.512	0.333		
2.308	0.000	3.81	6.35	7.338	9.646	0.023	-3.769	0.087		
0.513	0.000	1.42	2.37	2.735	3.248	0.005	-5.273	0.027		
41.795	0.000	3.56	5.93	6.857	48.652	0.418	-0.872	0.365		
0.256	25.000	6.5	10.83	12.519	37.776	0.003	-5.966	0.015		
100.000	**100.000**	**51.92**	**86.53**	**100**	**300**	**1**		**1.647**	**2.708**	**0.608**

En el **estrato arbustivo** en la unidad del Ap se identificaron 15 especies, distribuidas en cuatro familias, resultando con mayor representatividad la familia *Fabaceae* de las cuales destaca las especies de *Baccharis pteronioides y Barkleyanthus salicifolius* (Astareceae).la cual se trata de una especie oportunista, después con mayor representativa le siguen especies de *Fabaceas Vachellia schaffneri , Mimosa monancistra* y *Dalea bicolor* especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno en suelo, así la composición de este estrato también predomina especie de la familia *Scrophulariaceae*, con *Buddleja cordata* especie introducida en la zona.

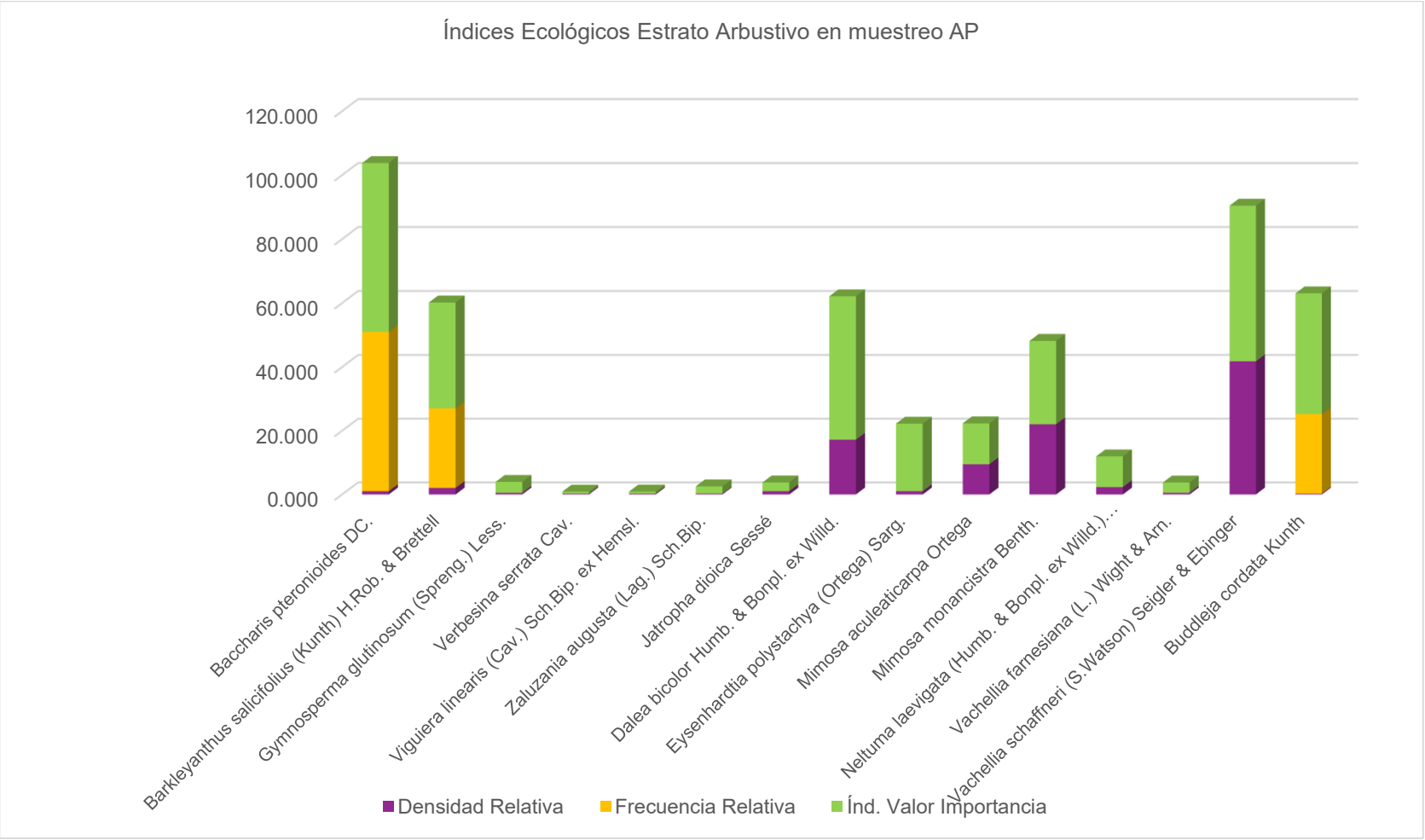


Figura 27. Gráfico de índices ecológicos del estrato arbustivo.

Estrato **Arbóreo de Área de Proyecto (Ap) Espuela Solar**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 4

Tabla 18. Determinación de los índices ecológicos del estrato arbóreo.

Familia	Nombre científico	Nombre común	S 01	S 02	S 03	S 04	S 05	S 06	S 07	S 08	S 09	S 10	S 11	S 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis Dehnh.*	Eucalipto rojo	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	8	13
Fabaceae	*Neltuma laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose*	Algarrobo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Anacardiaceae	*Schinus molle L.*	Pirúl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Fabaceae	*Vachellia schaffneri (S.Watson) Seigler & Ebinger*	Huizache prieto	0	0	0	1	0	1	1	4	1	9	0	1	18	30
			0	0	5	2	0	1	1	4	4	9	1	1	28	47

Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia (cobertura)	Dominancia (cobertura)/ha	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)	pi	Ln(pi)	Índice de Shannon-Wiener	H' max	Equidad
28.571	18.182	4.70	7.83	27.373	74.127	0.286	-1.253	0.358		
3.571	9.091	2.00	3.33	11.648	24.311	0.036	-3.332	0.119		
3.571	9.091	8.00	13.33	46.593	59.255	0.036	-3.332	0.119		
64.286	63.636	2.47	4.12	14.386	142.308	0.643	-0.442	0.284		
100.000	100.000	17.17	28.62	100.000	300.000	1.000		0.880	1.386	0.635

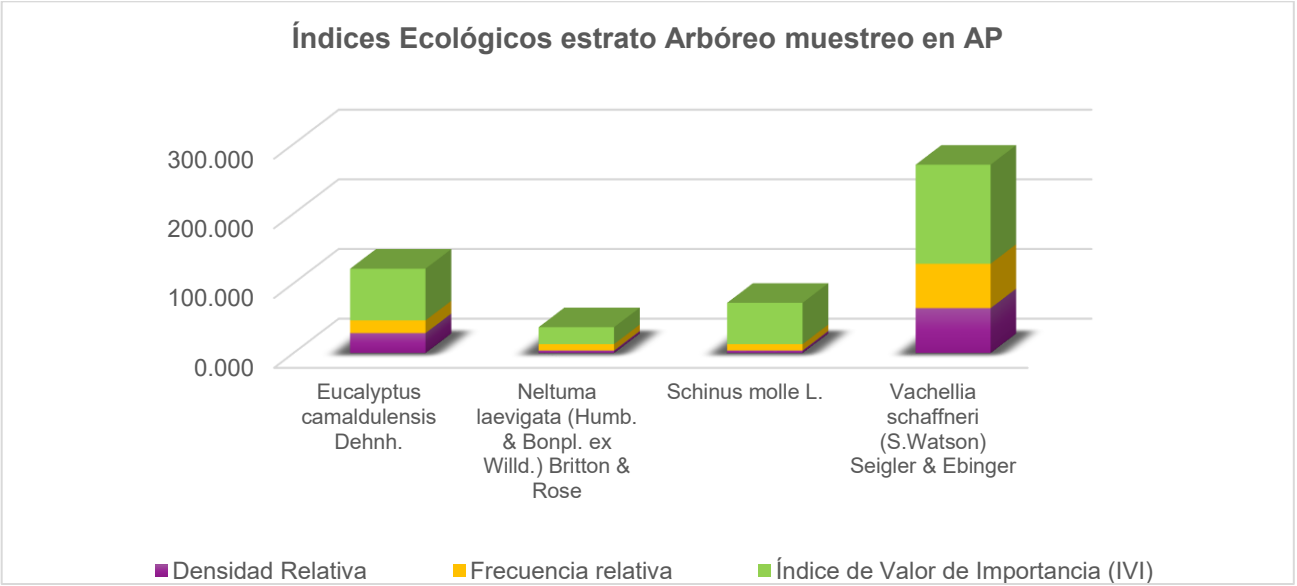


Figura 28. Gráfico de índices ecológicos del estrato herbáceo.

Al respecto de las especies registradas del estrato arbóreo dos especies de las *Fabaceae* son representativas de la zona con las actividades de uso agrícola y pecuario, así mismo otra especie de la familia de las myrtaceae representada por eucalipto y de la *Anacardiaceae*, en este caso de pirul, se tratan de especies exóticas introducidas.

En este estrato la especie dominante es el huizache *Vachellia schaffneri* Aunque en esta zona es considerado como maleza, el huizache ofrece servicios ambientales como soporte ecológico suelen plantarse a la orilla de los predios, se utiliza como barrera rompevientos y cerco vivo, ofrece también refugio de aves.

En este apartado se caracterizan las especies de *Cactáceas* y la familia de *Asparagaceae*, se conjuntan por su clasificación de suculentas

Estrato **Suculentas Área de Proyecto Espuela Solar**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha

Riqueza especifica: 8

Tabla 19. Determinación de los índices ecológicos del grupo de suculentas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa
Asparagaceae	*Agave applanata Lem. ex Jacobi*	Maguey de castilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	5	10.000
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M.Knuth*	Cardenche	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15	30.000
Cactaceae	*Ferocactus latispinus (Haw.) Britton & Rose*	Biznaga ganchuda	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3	6.667
Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console*	Garambullo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3.333
Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha F.A.C.Weber*	Nopal cascarón	1	0	0	4	0	0	0	1	4	4	0	0	14	23	46.667
Cactaceae	*Opuntia robusta Pfeiff.*	Nopal camueso	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	3.333
Cactaceae	*Opuntia streptacantha Lem.*	Nopal cardón	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3.333
Cactaceae	*Opuntia tomentosa Salm-Dyck*	Nopal chamacuelo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	3	6.667
			1	0	0	15	0	1	1	3	4	4	1	0	30	50	100.00

En este grupo destacan las nopaleras, que se establecieron principalmente en los linderos del predio de proyecto como es el caso de la magueyera.

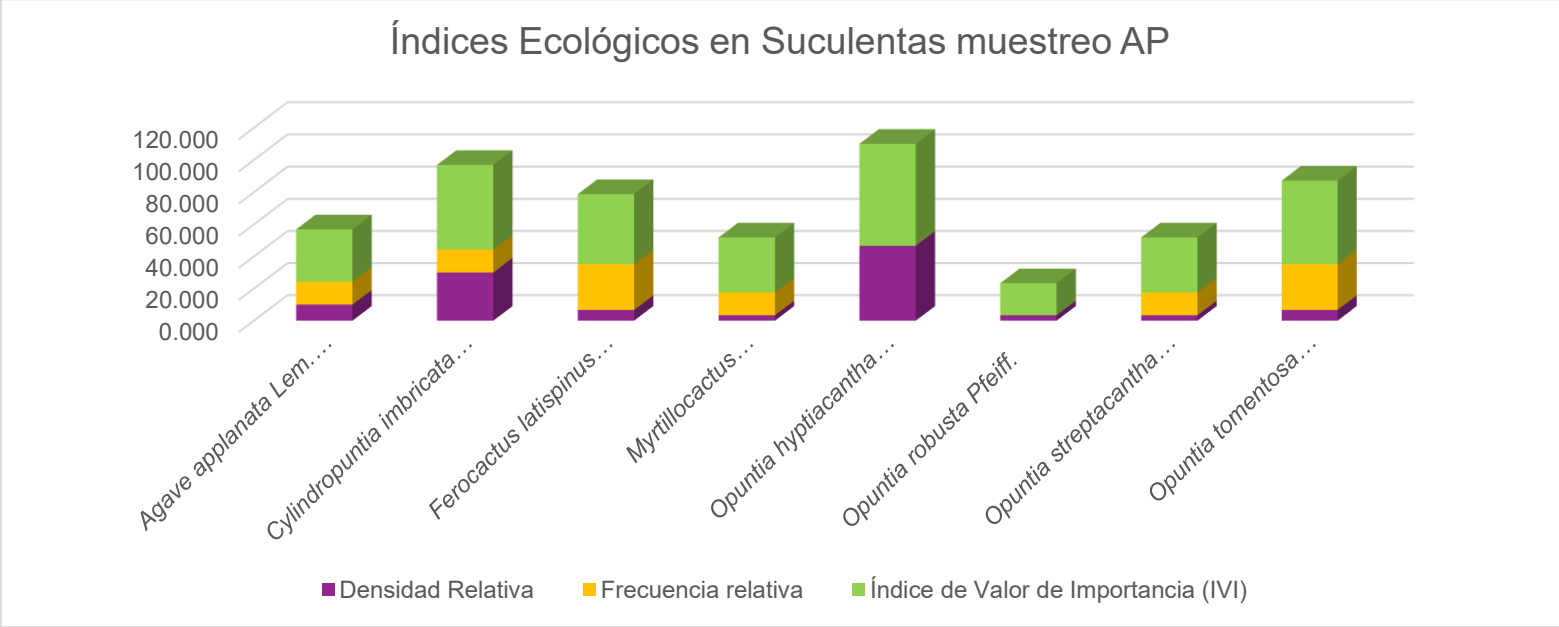


Figura 29. Gráfico de índices ecológicos del grupo de suculentas.

Por su parte en la unidad de análisis del **SAr** se relevaron 12 sitios de muestreo empleando la metodología de parcela circular con un radio de 12.61 m, cubriendo una superficie de 500 m^2 se identificaron 46 especies distribuidas en nueve familias, el estrato mejor representado es el herbáceo con 18 especies, seguido del estrato arbustivo con 16 especies y de suculentas con 12 especies al final el estrato arbóreo solo se determinaron dos especies bien representadas del ecosistema por huizaches y mezquites.

Estrato **Herbáceo Sistema Ambiental regional**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 18

Tabla 20. Determinación de los índices ecológicos del estrato herbáceo (SAr)

Familia	Nombre científico	Nombre común	SA 01	SA 02	SA 03	SA 04	SA 05	SA 06	SA 07	SA 08	SA 09	SA 10	SA 11	SA 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Asteraceae	*Aphanostephus ramosissimus DC.*	Manzanilla cimarrona	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Poaceae	*Aristida adscensionis L.*	Pasto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	8
Poaceae	*Aristida sp.*	pasto local	0	0	0	0	4	2	3	1	2	4	0	0	16	27
Asteraceae	*Bidens sp.*	aceitilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Poaceae	*Bothriochloa laguroides (DC.) Herter*	Popotillo	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	8
Poaceae	*Bouteloua gracilis (Kunth) Lag. ex Griffiths*	Navajita	0	0	4	2	0	3	5	5	0	0	0	2	21	35
Scrophulariaceae	*Buddleja perfoliata Kunth*	Salvia de bolita	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
Poaceae	*Chloris sp.*	Pasto agua	0	1	2	0	0	0	0	1	1	3	0	1	9	15
Poaceae	*Eragrostis sp.*	poaceal	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Poaceae	*Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka*	Falso tridente	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	13
Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.*	Tatalencho	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	12
Poaceae	*Heteropogon contortus (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.*	Barba negra	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	3
Polemoniaceae	*Loeselia coerulea G.Don*	Jarrito	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	7
Poaceae	*Melinis repens (Willd.) Zizka*	Pasto africano rosado	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	12
Poaceae	*Muhlenbergia montana (Nutt.) Hitchc.*	Pasto de montaña	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	5	8
Lamiaceae	*Salvia sp.*	ruderal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Poaceae	*Setaria sp.*	Pegadera	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Asteraceae	*Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.*	Gigantón	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3
			9	**4**	**8**	**3**	**4**	**20**	**13**	**15**	**3**	**11**	**2**	**8**	**100**	**167**

Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia (cobertura)	Dominancia (cobertura)/ha	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)	pi	Ln (Pi)	Índice de Shannon-Wiener	H' max	Equidad
1.000	1	2.632	19.58	39.160	11.401	15.033	0.010	-4.605	0.046		
5.000	1	2.632	3.53	7.060	2.055	9.687	0.050	-2.996	0.150		
16.000	6	15.789	0.06	0.120	0.035	31.824	0.160	-1.833	0.293		
1.000	1	2.632	7.26	14.520	4.227	7.859	0.010	-4.605	0.046		
5.000	1	2.632	44.18	88.360	25.725	33.357	0.050	-2.996	0.150		
21.000	6	15.789	0.03	0.060	0.017	36.807	0.210	-1.561	0.328		
3.000	1	2.632	24.03	48.060	13.992	19.624	0.030	-3.507	0.105		
9.000	6	15.789	3.32	6.640	1.933	26.723	0.090	-2.408	0.217		
2.000	1	2.632	0.09	0.180	0.052	4.684	0.020	-3.912	0.078		
8.000	1	2.632	0.25	0.500	0.146	10.777	0.080	-2.526	0.202		
7.000	1	2.632	0.07	0.140	0.041	9.672	0.070	-2.659	0.186		
2.000	2	5.263	13.32	26.640	7.756	15.019	0.020	-3.912	0.078		
4.000	1	2.632	0.19	0.380	0.111	6.742	0.040	-3.219	0.129		
7.000	3	7.895	3.25	6.500	1.892	16.787	0.070	-2.659	0.186		
5.000	2	5.263	1.13	2.260	0.658	10.921	0.050	-2.996	0.150		
1.000	1	2.632	13.74	27.480	8.000	11.632	0.010	-4.605	0.046		
1.000	1	2.632	14.74	29.480	8.583	12.214	0.010	-4.605	0.046		
2.000	2	5.263	22.97	45.940	13.375	20.638	0.020	-3.912	0.078		
100.00	**38**	**100.00**	**171.74**	**343.48**	**100.00**	**300.00**	**1.000**	**59.515**	**2.514**	2.890	0.870

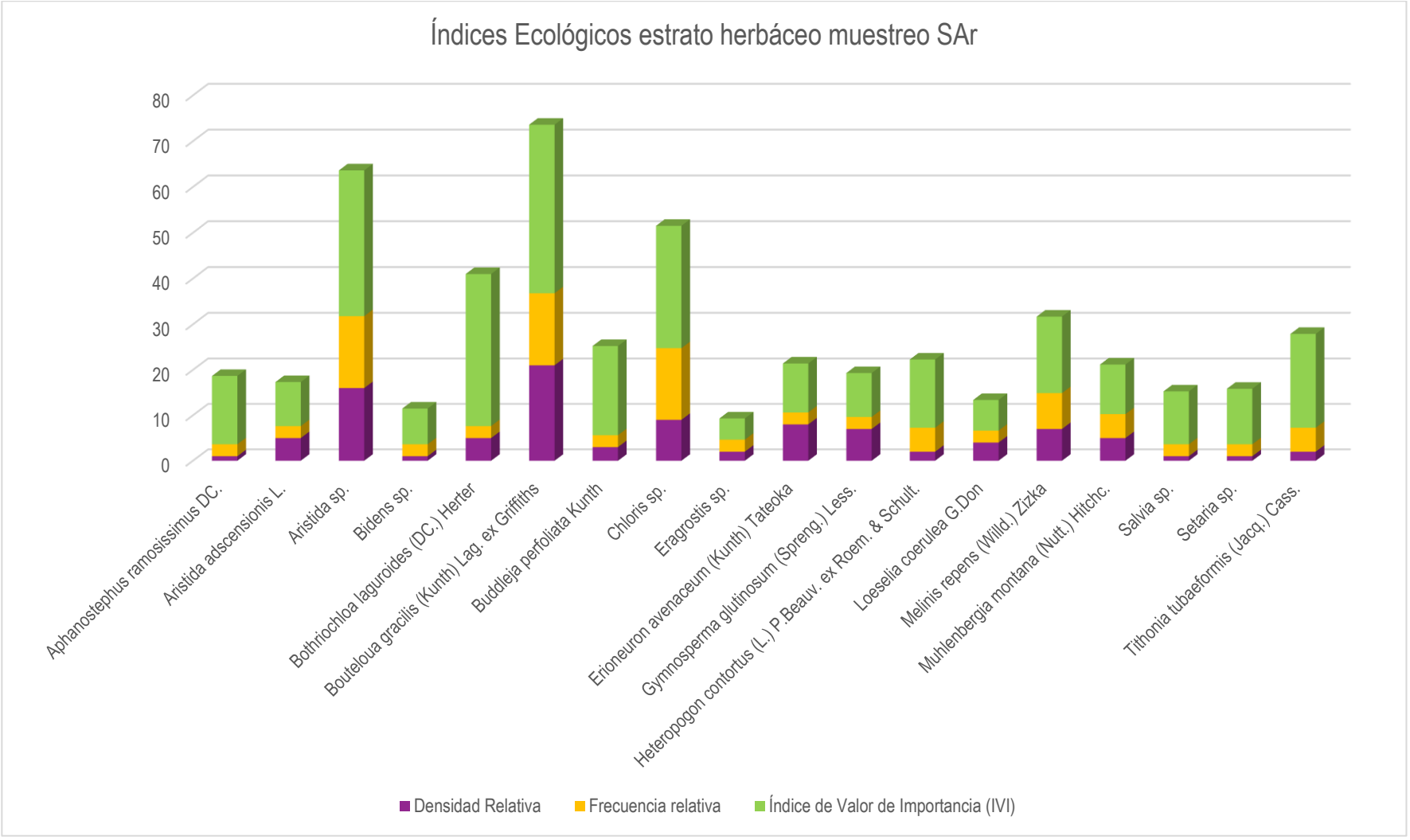


Figura 30. Gráfico de índices ecológicos del estrato herbáceo (SAr).

Estrato **Arbustivo, Sistema Ambiental regional**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 17

Tabla 21. Determinación de los índices ecológicos del estrato arbustivo (SAr).

Familia	Nombre científico	Nombre común	SA 01	SA 02	SA 03	SA 04	SA 05	SA 06	SA 07	SA 08	SA 09	SA 10	SA 11	SA 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Asteraceae	*Baccharis pteronioides DC.*	Carátacua	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6	10
Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H.Rob. & Brettell*	Azomiate	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15
Asteraceae	*Brickellia veronicifolia (Kunth) A. Gray*	Peistó	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	5
Scrophulariaceae	*Buddleja sessiliflora Kunth*	Hierba de Tepozán	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Fabaceae	*Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd.*	Engordacabrla	4	1	14	0	45	0	2	25	1	31	0	22	145	242
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.*	Palo azúl	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	7
Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.*	Tatalencho	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	3
Euphorbiaceae	*Jatropha dioica Sessé*	Sangre de drago	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa Ortega*	Espino	0	0	1	0	0	9	1	0	6	0	0	0	17	28
Fabaceae	*Mimosa monancistra Benth.*	Chascarrillo	0	1	25	1	76	73	90	80	15	15	0	0	376	627
Fabaceae	*Neltuma laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose*	Algarrobo	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	6	10
Asteraceae	*Parthenium incanum Kunth*	Mariola	0	0	0	0	1	0	0	17	0	0	0	0	18	30
Fabaceae	*Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.*	Huizache	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3	7	12
Fabaceae	*Vachellia schaffneri (S.Watson) Seigler & Ebinger*	Huizache prieto	0	9	3	2	7	23	8	2	6	16	11	12	99	165
Asteraceae	*Verbesina serrata Cav.*	Vara blanca	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	7	12
Asteraceae	*Viguiera linearis (Cav.) Sch.Bip. ex Hemsl.*	Jarilla	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	38	63
Asteraceae	*Zaluzania augusta (Lag.) Sch.Bip.*	Hierba blanca	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	10	17
			15	**3**	**40**	**7**	**128**	**84**	**96**	**123**	**25**	**49**	**0**	**25**	**749**	**1248.33**

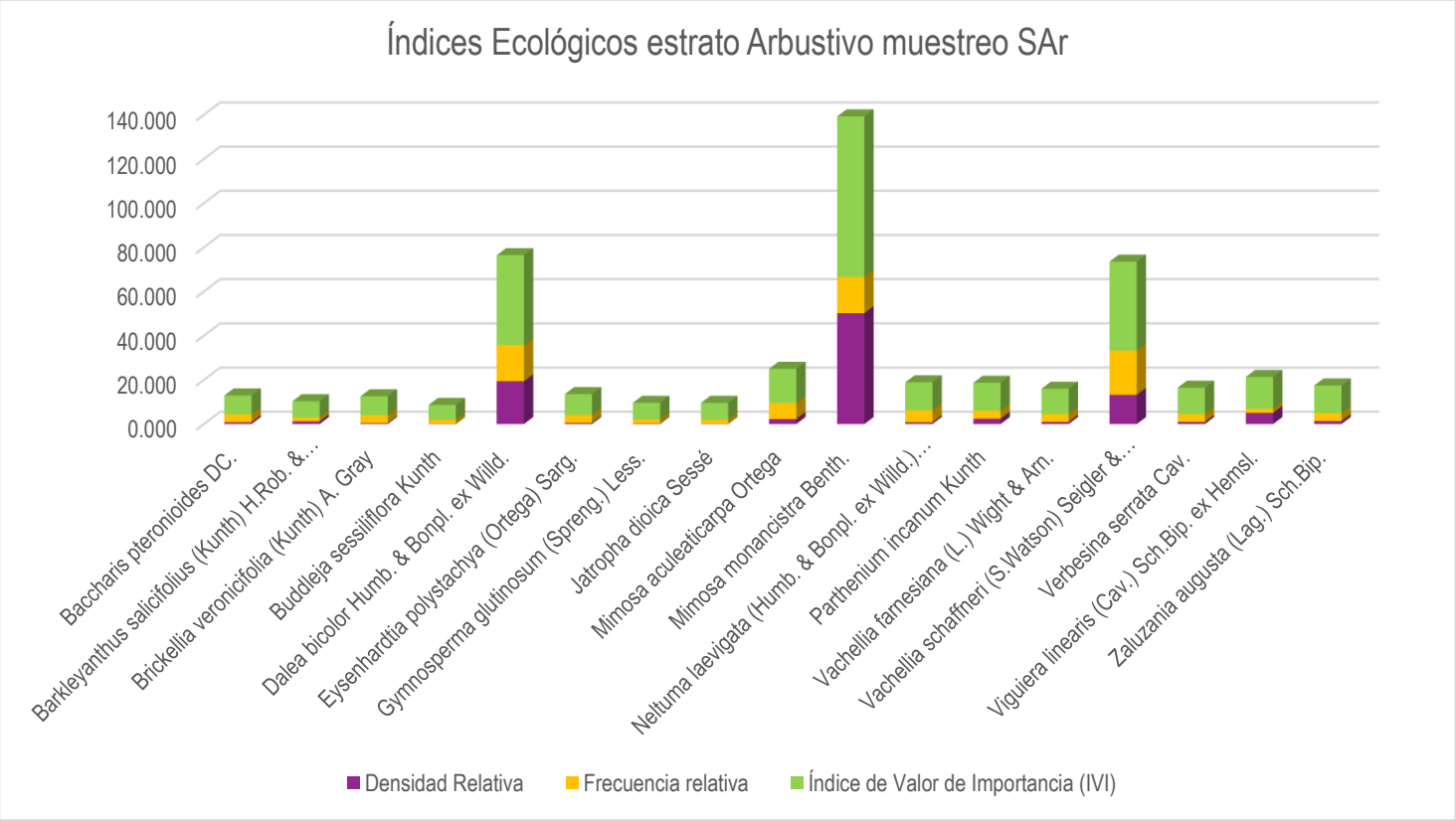


Figura 31. Gráfico de índices ecológicos del estrato arbustivo (SAr).

Estrato **Arbóreo, Sistema Ambiental regional**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 2

Tabla 22. Determinación de los índices ecológicos del estrato arbóreo (SAr).

Familia	Nombre científico	Nombre común	SA 01	SA 02	SA 03	SA 04	SA 05	SA 06	SA 07	SA 08	SA 09	SA 10	SA 11	SA 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Fabaceae	*Neltuma laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.)*	Algarrobo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Fabaceae	*Vachellia schaffneri (S.Watson) Seigler & Ebinger*	Huizache prieto	0	5	0	2	0	0	7	1	0	1	1	0	17	28
			0	**5**	**0**	**2**	**0**	**0**	**8**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**18**	**30**

Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia (cobertura)	Dominancia (cobertura)/ha	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)	pi	Ln (Pi)	Índice de Shannon-Wiener	H' max	Equidad
5.556	1	14.286	0.50	5.000	33.333	53.175	0.056	-2.890	0.161		
94.444	6	85.714	1.00	10.000	66.667	246.825	0.944	-0.057	0.054		
100.000	7	100.00	1.5	15.00	100.00	300.00	1.000	2.948	0.215	0.693	0.310

En relación con la familia de cactáceas, se realizó un análisis a parte, puesto que la suculencia de este grupo de vida vegetal fue incluida las especies de la familia *Asparagaceae*, identificadas durante la campaña de muestreo de la vegetación en la unidad de análisis del SAr.

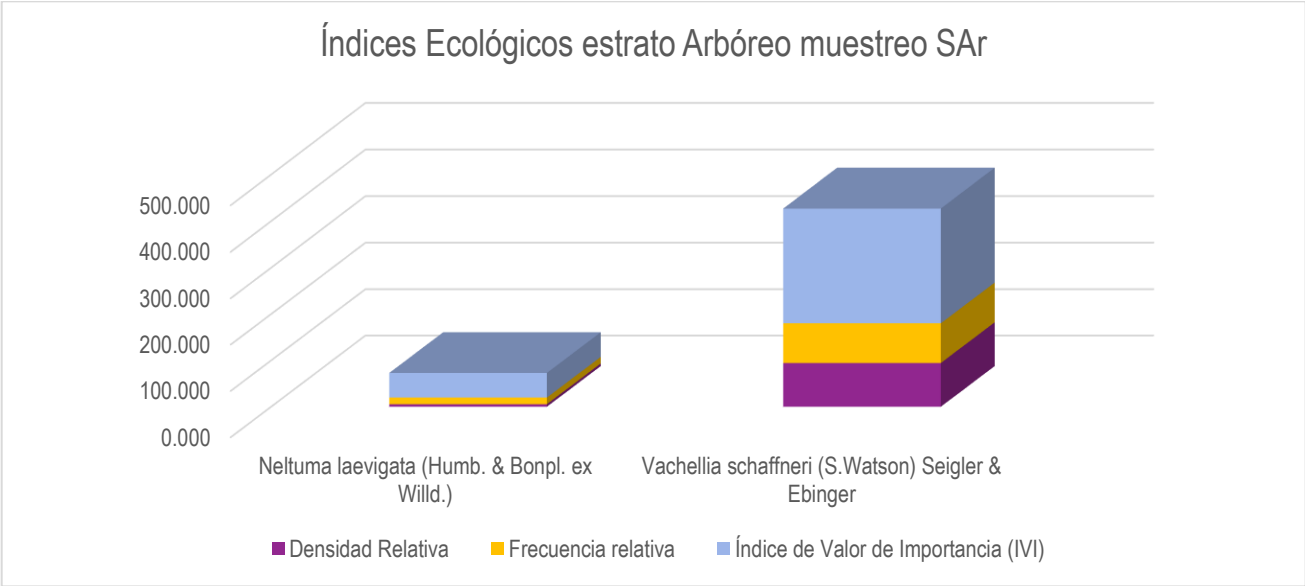


Figura 32. Gráfico de índices ecológicos del estrato arbóreo (SAr).

Estrato **Suculentas Sistema Ambiental regional**.
Sitios de muestreo:12
Área de subsitio: 500 m^2
Superficie de muestreo: 0.6 ha
Riqueza especifica: 12

Tabla 23. Determinación de los índices ecológicos del grupo de suculentas (SAr).

Familia	Nombre científico	Nombre común	SA 01	SA 02	SA 03	SA 04	SA 05	SA 06	SA 07	SA 08	SA 09	SA 10	SA 11	SA 12	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Asparagaceae	*Agave americana L.*	Maguey blanco	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Asparagaceae	*Agave flexispina Trel.*	Maguey	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	10	17
Asparagaceae	*Agave lechuguilla Torr.*	Maguey lechuguilla	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Cactaceae	*Coryphantha cornifera (DC.) Lem.*	Biznaga partida de cuernos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M.Knuth*	Cardenche	3	8	3	4	6	5	3	3	2	2	12	2	53	88
Cactaceae	*Ferocactus latispinus (Haw.) Britton & Rose*	Biznaga ganchuda	1	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	0	8	13
Cactaceae	*Mammillaria magnimamma Haw.*	Biznaga de espina solitaria	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console*	Garambullo	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	4	7
Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha F.A.C.Weber*	Nopal cascaron	6	6	5	5	2	5	2	1	10	5	26	4	77	128
Cactaceae	*Opuntia robusta Pfeiff.*	Nopal camueso	5	0	1	1	0	1	0	0	0	2	11	0	21	35
Cactaceae	*Opuntia streptacantha Lem.*	Nopal cardón	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Cactaceae	*Opuntia tomentosa Salm-Dyck*	Nopal chamacuelo	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	10
			16	**17**	**11**	**11**	**11**	**14**	**9**	**16**	**12**	**9**	**51**	**7**	**184**	**306.66**

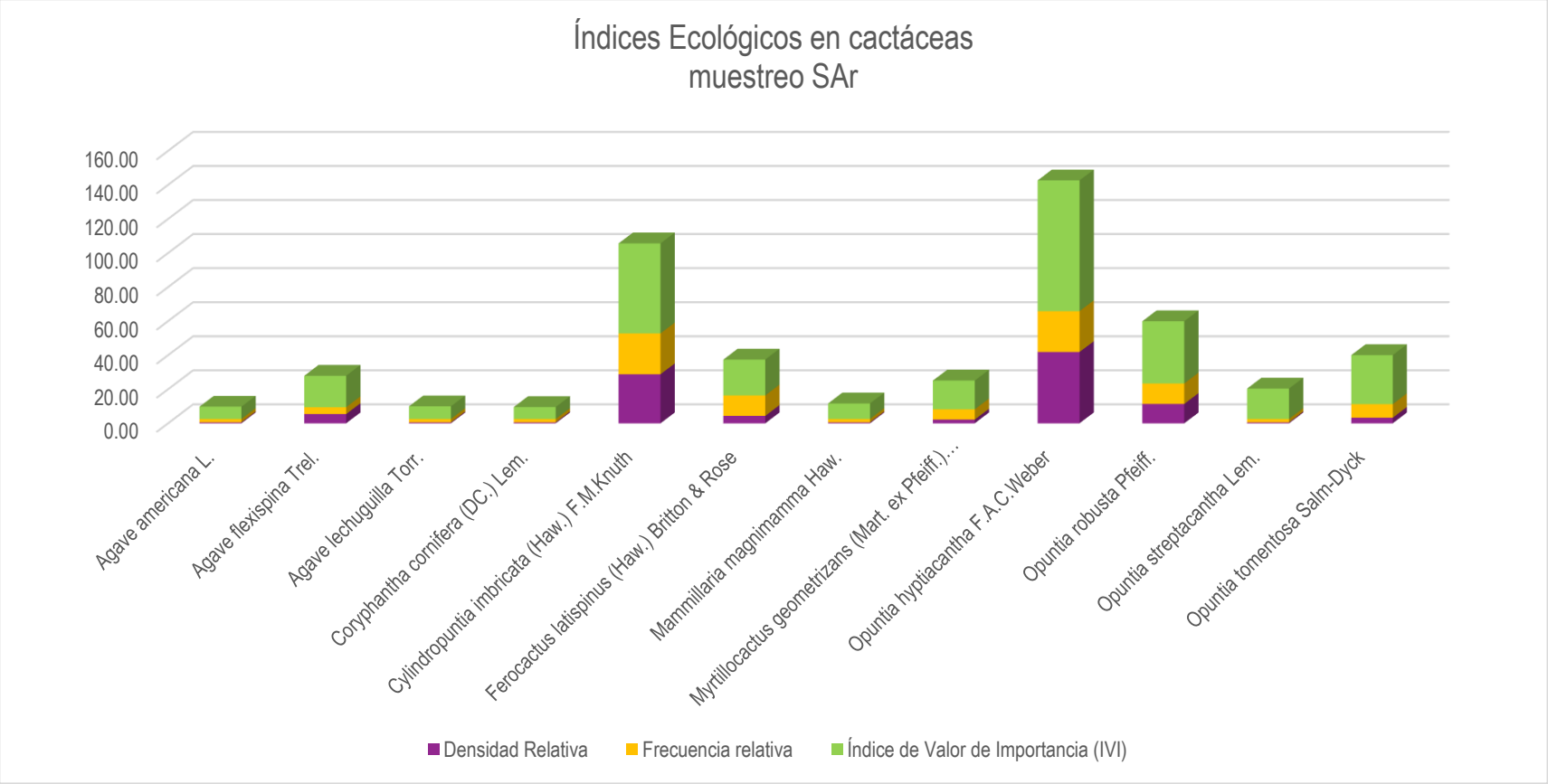


Figura 33. Gráfico de índices ecológicos del grupo de suculentas (SAr)

Diagnóstico de la vegetación. Como se puede apreciar, a partir de los datos registrados en el levantamiento de la información de las unidades de muestreo verificadas en cada unidad de análisis del proyecto sometido a evaluación, se define que, de acuerdo con los resultados del índice de Simpson, el estrato herbáceo de la unidad del SAr tuvo una mayor dominancia y diversidad (2.89) comparada con la unidad de análisis del Ap y su área de influencia (2.63).

Los cálculos de índices de diversidad en el área de influencia del proyecto, así como de su análisis elaborado para los estratos ordenados por su forma biológica, se determinaron los índices de diversidad de Shanon-winnwe (H), diversidad máxima (Hmax) y equidad (J) de lo cual obtuvimos los siguientes valores.

Tabla 24. Determinación de Índices Ecológicos (herbáceo)

Índice Ecológico	Ap	SAr
Riqueza específica (S)	14	18
Índice Shanon-Wiener (H)	2.15	2.51
Diversidad máxima (H max)	2.63	2.89
Equidad (J)	0.816	0.870
Diferencia de diversidad	0.485	0.376

Para el estrato herbáceo el Índice de Shanon-Wiener fue obtenido con valor de 2.15 en el AP y de 2.51 en SAr lo cual indica que en el SAr existe una buena diversidad para este estrato, ya que en la zona del área de proyecto se observa una comunidad alterada, asociada a especies ruderales que aparecen como oportunistas en hábitats con disturbio, esto por la acción del ser humano. Por su parte, la diversidad potencial obtenida fue de un valor de 2,.63, lo que indica una máxima diversidad media en Ap y de una H max mediada de 2.89 en el SAr

Por otro lado, el índice de equidad de Shannon nos muestra que existe ligera diferencia entre la equidad del Ap (0.816) y del SAr un valor de (0.870), por lo que, en el SAr, existen especies mejor representadas que otras especies ubicadas en el área de influencia y en el emplazamiento del proyecto Espuela Solar.

Tabla 25. Determinación de Índices Ecológicos (arbustivo)

Índice Ecológico	AIp	SAr
Riqueza específica (S)	15	17
Índice Shanon-Wiener (H)	1.617	1.620
Diversidad máxima (H max)	2.701	2.833
Equidad (J)	0.608	0.571
Diferencia de diversidad	1.061	1.216

Para el estrato arbustivo el Índice de Shanon-Wiener obtenido es de 1.617 en el Ap y de un valor de 1.620 para la unidad del SAr lo cual indica una baja diversidad de ecosistema en el Ap y muy similar para el SAr, ya que en la zona se observa una comunidad alterada, asociada a especies ruderales dadas las actividades antropogénicas de la zona. Por su parte, la diversidad potencial obtenida fue de un valor de 2.701, lo que indica una máxima diversidad baja en Ap y de una H max mediana de 2.833 muy similsr en el SAr.

En lo que respecta al índice de equidad de Shannon nos muestra que existe ligera diferencia entre la equidad del Ap (0.608) y el SAr (0.571), por lo que, en el Ap, existen especies mejor representadas que otras ubicadas en el área de influencia y de la unidad del SAr.

Otro aspecto notorio dentro de la composición de especies es que **no se incluyen especies endémicas ni bajo estatus de protección dentro del área de estudio del proyecto**, también se encontraron que las principales especies con respecto a su dominancia coinciden con los índices de importancia más altos con las mismas especies

Tabla 26. Determinación de Índices Ecológicos (arbóreo)

Índice Ecológico	AIp	SAr
Riqueza específica (S)	4	2
Índice Shanon-Wiener (H)	0.880	0.215
Diversidad máxima (H max)	1.386	0.693
Equidad (J)	0.635	0.310
Diferencia de diversidad	0.506	0.479

En el área de proyecto el estrato arbóreo es bastante reducido de las cuatro especies identificadas en el Ap, dos son especies consideradas exóticas y también introducidas (eucalipto y pirul) aunque en el SAr, solo se caracterizaron dos especies de fabáceas bien representados en la zona (huizache y mezquite) que como se pudo evidenciar el porte del desarrollo de la vegetación en predominante la vegetación secundaria de porte bajo menor a 1.5 m de altura y con diámetros inferiores a 7 cm.

Por su parte las herbáceas rastreras de porte bajo, pastos y gramíneas, en el SAr se identifican principalmente especies oportunistas y en algunos puntos sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan especies arvenses, cabe destacar que para el desarrollo de proyecto No se afectarán ningún tipo de vegetación, ni especies introducidas.

Tabla 27. Determinación, de Índices Ecológicos (suculentas)

Índice Ecológico	AIp	SAr
Riqueza específica (S)	8	12
Índice Shanon-Wiener (H)	1.418	1.602
Diversidad máxima (H max)	2.079	2.485
Equidad (J)	0.682	0.645
Diferencia de diversidad	0.661	0.833

En esta agrupación de las especies de suculencencia las cuales se encuentran representadas por las familias de cactáceas y de *asperagaceae*, en donde tenemos que, del Área de Proyecto (Ap) contiene una riqueza de ocho especies y para la unidad de SAr fue de 12 donde existen cuatro especies (dos Magueyes y dos Biznagas, más en el SAr y contrario se ubicó Maguey de castilla solo en el Ap, no obstante que esta es introducida y no de manera natural, en cuanto a los valores de Diversidad, equidad y la diferencia de diversidad, se constata que en el SAr, cuenta con mejor representatividad de acuerdo a los valores de índice de *Shanon* estos se consideran bajos en ambas unidades de análisis, El Ap donde se pretende el desarrollo del proyecto Espuela Solar, se observó una cobertura vegetal de agricultura de temporal, y está considerado como un uso de suelo no forestal.

Conclusión.

De los 24 unidades o sitios de muestreo, obtenidas 12 muestras para la unidad SAr y 12 en el área de proyecto Espuela Solar con una superficie de 500 m^2 cada una donde se definieron los diferentes tipos de forma de la vegetación (árbol, arbusto, hierba, cactácea) presentes en el Ap, extendiendo así, la muestra en toda la superficie del área del proyecto, evitando que el muestreo fuera sesgado, y aportando mayor precisión sobre las especies registradas en cada superficie muestreada o estrato y permitiendo caracterizar todos los usos de suelo y vegetación definidos dentro del Ap y compararlos con respecto a su igual en el SAr

Del estrato herbáceo se registraron en total 22 especies, repartidas en 9 familias de plantas vasculares, las familias mejor representadas son, *Poacea* y *Asteraceae* y en estrato arbustivo con 18 especies distribuidas en cuatro familias, las mejor representadas son *Scrophulariaceae* y *Fabaceae*; para el estrato con forma de vida arbórea se identificaron cuatro especies distribuida en tres familias, donde resalta las Fabaceas (*Neltuma laevigata y Vachellia schaffneri*) aunque en el Ap se tienen dos especies más, estas corresponden a especies exóticas e introducidas (*Eucalyptus camaldulensis ySchinus molle L.*) por lo que fue el estrato menos diverso.

Y para la forma de vida de *Cactáceae* y *Asparagaceae*, la riqueza específica y diversidad de especies, se obtuvo por una riqueza especifica de 12 especies florísticas con una diversidad media acorde a los Índices de Shannon-Wiener, obtenidos de las unidades de muestreo realizado en la unidad del Sistema ambiental regional y por consiguiente en el área del proyecto Espuela Solar, las especies registradas en el SAr son ampliamente representativas de aquellas del área del proyecto Espuela Solar.

Las especies registradas en el sistema ambiental regional son representativas de aquellas especies registradas en el área del proyecto, siendo similar para aquellas registradas por tipo de uso de suelo (Agricultura de temporal anual), la similitud en la composición florística de ambas unidades de análisis entre SAr y Ap principalmente en su área de influencia.

En lo que respecta a la riqueza y diversidad de especies el sistema ambiental regional es levemente mayor de manera general que, en el área de proyecto Espuela Solar, en el terreno de emplazamiento de proyecto las especies con mayor valor de importancia corresponde a especies asociadas a cultivos, especies compuestas indicadoras de disturbio, así como de otras especies oportunistas.

De acuerdo con el análisis de la tasa de cambio de uso de suelo en el área de estudio, cabe señalar que la alteración a la que ha estado sometida, provocada principalmente por el cambio a uso de suelo a extensiones de producción agrícola -pecuaria y pradera, otro aspecto muy marcado en el área de Influencia de proyecto AIp, el establecimiento de granjas avícolas.

En el área de proyecto de los muestreos realizados No se encontró alguna especie listada en la 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.

Por último recalcar que por el desarrollo del proyecto, no se removerán especies de vegetación ni menos remoción de vegetación que se considere como terreno forestal, ya que aquellas zonas donde se ubicaron algunos relictos de arbustos producto de áreas agrícolas en descanso o abandonadas, en este

sentido como ya se informó, que estas zonas y los cuerpos de agua inducidos (jagueyes) y otros para el control de punto de extracción del aprovechamiento de agua subterránea, que alguna vez opero para la producción de forraje, No serán intervenidas por ninguna obra o actividades de la Planta Fotovoltaica Solar, ya que estas zonas serán se3gregadas como áreas de exclusión del proyecto Espuela Solar.

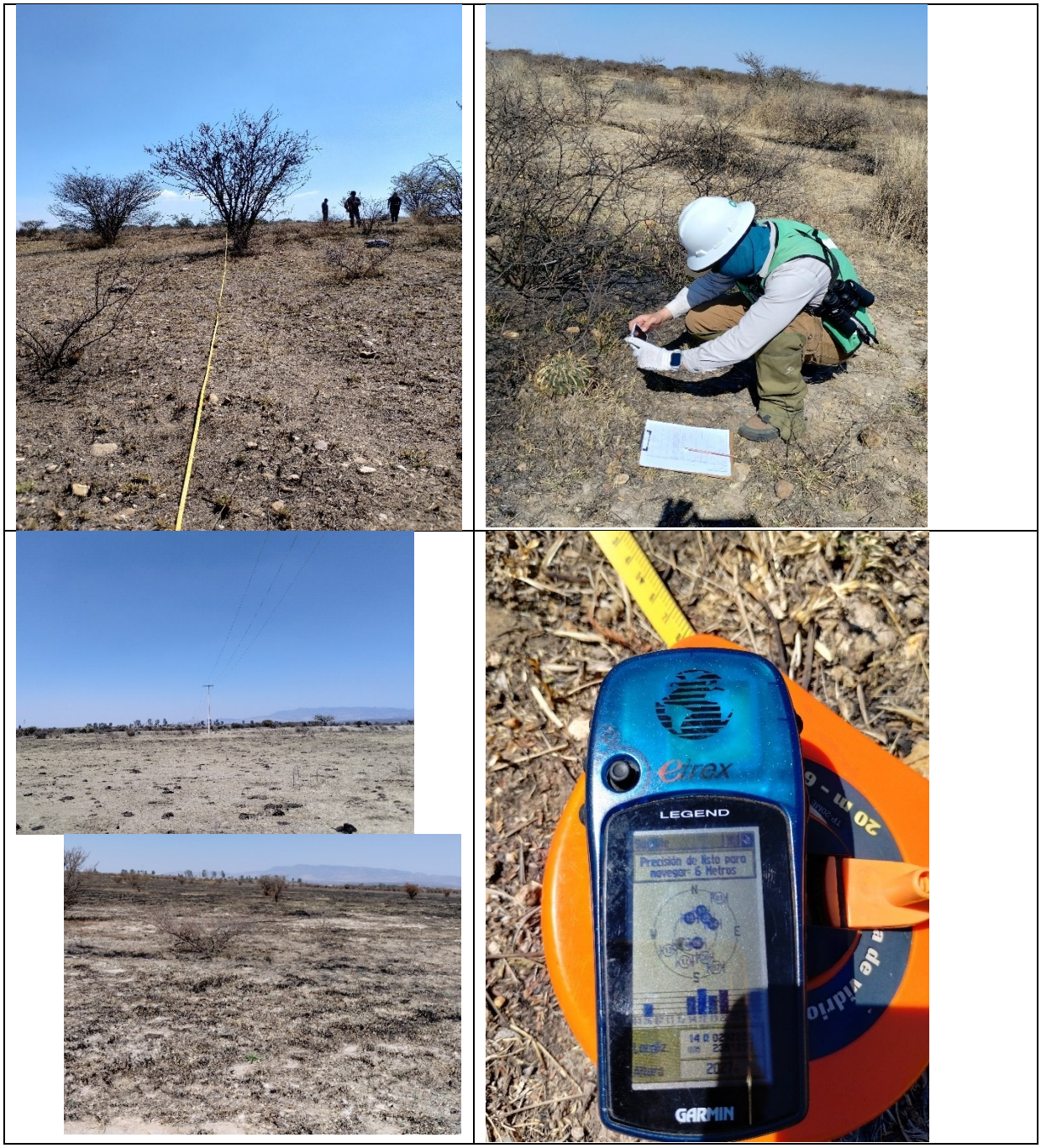


Figura 34. Obtención de datos y registro de la flora silvestre presente en el área de proyecto (Ap)

b) Fauna silvestre

Para el presente estudio se aplicaron metodologías específicas y apropiadas para cada grupo zoológico, el objetivo principal fue identificar y cuantificar la diversidad de especies de fauna presentes, así como reconocer aquellas a las que, por sus características biológicas e importancia ecológica, resultan vulnerables y por consiguiente se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de protección nacional según la NOM-059-SEMARNAT 2010 o internacional como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), por sus siglas en inglés.

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. Identifica 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 que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

La **UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)**, es la autoridad mundial en materia de conservación de la naturaleza y los recursos naturales que establece los estándares que promueven políticas de conservación de la biodiversidad. Se basa en 9 categorías, de las cuales sólo las 6 primeras se consideran como categorías para la clasificación de riesgos.

• **Extinto (EX):** Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto.

• **Extinto en estado silvestre (EW):** Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

• **En peligro crítico (CR):** Un taxón está En Peligro Crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro Crítico y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" refiere a una reducción del tamaño de la población por arriba del 80 % en los últimos de 10 años o tres generaciones, mientras que el criterio "E" indica una probabilidad de extinción superior al 50 % en los últimos de 10 años o tres generaciones.

• **En peligro (EN):** Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" para esta categoría refiere a una reducción del tamaño de su población por arriba del 70 % en los últimos 10 años o tres generaciones. El criterio "E" indica una probabilidad de extinción superior al 20 % dentro de 20 años o cinco generaciones.

• **Vulnerable (VU):** Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" se basa en la reducción del tamaño de la población mayor al 50 % en los últimos diez años otras generaciones. El criterio "E" refiere a una probabilidad de extinción en estado de vida silvestre al menos del 10 % dentro de 100 años.

• **Casi amenazado (NT):** Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.

• **Preocupación menor (LC):** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

• **Datos insuficientes (DD):** Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

• **No evaluado (NE):** Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación con estos criterios.

Consulta bibliográfica

Para la caracterización regional de la fauna, se consultó bibliografía actualizada, principalmente a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO, 2026), el cual mantiene un compendio de datos sobre la biodiversidad del país, cuyos datos se basan en estudios de investigación y colecciones científicas. Asimismo, se revisaron publicaciones científicas que pudieran aportar información regional o local útil para integrar un listado de las especies de vertebrados con distribución potencial en el Sistema Ambiental Regional (SAr) y Área del Proyecto (Ap), así como para verificar y/o constatar la correcta determinación taxonómica de los registros obtenidos en los muestreos realizados.

Fauna Silvestre

Metodología (Trabajo de Campo)

La fauna por considerar como grupo taxonómico representativo para determinar el estatus de la biodiversidad presente en el área, serán los vertebrados. Con el fin de monitorear la fauna presente en el Sistema Ambiental, se procedió a fragmentar los muestreos a fin de obtener datos más certeros y acordes al estatus ambiental en el que se encuentra el sistema. Previo al trabajo de campo, se revisó la literatura que compila información para el estado de Guanajuato, con el fin de elaborar listados potenciales de las especies de vertebrados que se encuentran en la región del área del proyecto y su respectivo sistema ambiental; estos listados fueron depurados considerando la región biogeográfica, tipo de vegetación, altitud y distribución de las especies en los diferentes ambientes presentes en el área del proyecto, consultados en bibliografía especializada de cada grupo taxonómico.

Para poder llevar a cabo la caracterización faunística de la zona, se llevaron a cabo 24 muestreos de fauna de la región divididos en dos unidades ambientales principales; 12 unidades en Área de Proyecto y 12 en el Sistema Ambiental Regional, que sirvieron como puntos de partida y comparación de la diversidad y composición entre ellas. Dichas unidades están definidas como: Área del Proyecto (Ap), que corresponde al área que se acondicionará para la construcción del Parque Fotovoltaico y, por otro lado, el Sistema Ambiental Regional (SAr), que equivale a la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación de impacto ambiental.

Para dichas unidades se tomaron puntos de muestreo en los que se registraron las coordenadas UTM, elevación, nombre de las especies registradas y cantidad de individuos registrados. Estos datos se utilizaron para elaborar las bases de datos mediante las cuales se elaboraron los análisis de la composición, la estructura de las comunidades faunísticas, el listado general de especies, además las especies fueron fotografiadas en la medida de lo posible, debido a que algunas de ellas por sus hábitos o su propia biología no resultan posibles de fotografiar o son especies de un solo encuentro**.**

Debido a que los muestreos de fauna dependen en su totalidad de la estacionalidad y de las condiciones se llevó, a cabo una metodología específica para cada grupo taxonómico.

Herpetofauna (Anfibios y reptiles)

Se efectuaron registros de la herpetofauna a través del método de búsqueda activa a lo largo de transectos en la unidad del SAr con una longitud de 50 m y una amplitud de recuento de organismos de hasta 5 metros a cada lado en donde se buscaron organismos por cada microhábitat potencial en donde se pudieran resguardar estas especies, el muestreo se llevó a cabo principalmente en horarios matutinos, en las horas de actividad de la herpetofauna de acuerdo con Jiménez Velázquez *et al.*, 2012, las horas de restricción en el muestreo estuvieron en función de las condiciones climáticas, en las que a las horas de mayor temperatura, los organismos se resguardan, teniendo un segundo pico de actividad de herpetofauna durante las crepusculares y durante la noche.

En algunos casos los ejemplares fueron capturados manualmente para tener certeza de sus características morfológicas para una identificación precisa. Una vez determinados y fotografiados los ejemplares que eran capturados, se liberaron en el mismo sitio donde estos eran registrados



Figura 35. Registro de tomas de la herpetofauna (SAr).

La nomenclatura empleada para la herpetofauna registrada, está basada en el trabajo de Lemos-Espinal (2015), las clasificaciones sistemáticas vigentes en Frost (2026) y Uetz *et al.* (2026); se utilizaron los nombres comunes establecidos por los habitantes de la zona y nombres encontrados en la literatura.

Mastofauna (Mamíferos).

Para el muestreo de mamíferos se llevaron a cabo métodos directos e indirectos. En cuanto a los métodos indirectos de muestreo, se utilizaron principalmente los rastros, de acuerdo con lo propuesto por Aranda Sánchez (2012), identificando principalmente excretas y huellas, a estos rastros se les coloco una escala y se les tomo registro fotográfico, para su posterior identificación, también, como método indirecto se empleó el fototrampeo tanto en el Ap como en el SAr. En cuanto al método directo, se implementó la técnica de observación directa





Figura 36. Registro de instalación de fototrampa, excretas y huellas de mastofauna (Ap).

La determinación taxonómica de los mamíferos en general se realizó mediante los trabajos de Aranda Sánchez (2012), así como el uso de los nombres comunes.

Ornitofauna (Aves)

Las aves se registraron a través del método de transectos de conteo/avistamiento de longitud definida, siendo estos de 50 m de largo, en la que el observador registra todas las especies y abundancias de las mismas a lo largo del recorrido. Los horarios de observación de aves fueron con los primeros rayos de sol del amanecer aproximadamente de las 06:00 am a 11:00 am y un segundo horario con dos horas previas al anochecer; siendo estos, los picos de mayor actividad para detectar a estos organismos (Navarro-Sigüenza *et al*., 2011), sin embargo, la hora de término estuvo delimitada por la cantidad de organismos presentes y las condiciones de cada sitio; para la observación y registro de las aves se utilizaron monoculares y cámaras fotográficas.



Figura 37. Registro de nido y observación de ornitofauna (Área de Influencia).

Para la determinación de este grupo se utilizaron la guía de campo, *Kauffman* (2001), además del software *Merlin* para atraer aves. La nomenclatura de la ornitofauna se empleó de acuerdo a lo

establecido con la *American Ornithology Union* y al listado vitalicio de *eBird*, usando este último para los nombres comunes.

Análisis de composición.

Con los registros obtenidos en campo de la fauna presente en el Sistema Ambiental Regional y el Área del Proyecto, se elaboró un listado general de las especies; en el que se incluyen los datos taxonómicos de clase, orden, familia, género, especie y nombre común; además de información complementaria, sobre algunos aspectos relevantes de su propia biología como la endemicidad.

Aunado a lo anterior, se incluye un listado que remarca aquellas especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección, establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, y algunos tratados internacionales como los apéndices de la CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres), el índice de vulnerabilidad ambiental para el caso de los anfibios y reptiles (EVS) y la lista roja de la IUCN.

Para obtener los valores de composición de la fauna presente en ambas unidades de muestreo, se realizaron gráficos que nos brindan valores en porcentaje de la representatividad por grupos taxonómicos (Ordenes y Familias) en términos del número de especies que conforman cada categoría, de esta manera es posible observar de manera gráfica aquellos grupos de especies que están mejor representados en el sitio.

Análisis de estructura de comunidades.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de diversos índices, los cuales incorporan en un solo valor, a la riqueza específica y a la equidad o equitabilidad de una comunidad, esto significa que el valor aislado de un solo índice no permite reconocer la importancia relativa de ambos componentes (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

Debido a que los grupos taxonómicos presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad, a cada grupo faunístico, por lo que los análisis antes mencionados, fueron calculados para cada conjunto de especies por grupo faunístico y por unidad ambiental del proyecto (Ap y SAr).

En este contexto, el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados Excel 2016 de Microsoft.

Índice de riqueza de Margalef (Mg)

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Moreno, 2001). La fórmula es:

$$Mg = \frac{S-1}{LogN}$$

Dónde:

S = Número de especies

N = Número de individuos

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´)
Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001):

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \, \mathrm{Ln} pi$$

Dónde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde
ni=número de individuos de la especie i
N=número de individuos de todas las especies.
Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J´)
El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema, se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Dónde:

H´= Índice de Shannon-Wiener
H'max = ln de (S)
S= Total de especies de la muestra
Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos valores cercanos a 0 hablan de la dominancia de una especie sobre las demás.

Resultados

Composición potencial
A partir de la consulta de bases de datos y bibliografía especializada se obtuvo un inventario potencial de los vertebrados terrestres con distribución probable en la región.

Tabla 28. Composición potencial de las especies de vertebrados terrestres para el proyecto.

Clases	Ordenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010		
				Pr	A	P
Amphibia	2	6	10			
Sauropsida	2	8	34			
Mammalia	7	12	19			
Aves	21	61	285			
Totales				27	19	4

*Categorías de NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; A= Amenazada; P=En Peligro de Extinción

En la siguiente tabla se muestra la composición faunística obtenida para Ap y SAr; en el **Anexo (Listado potencial DHCIN)** se muestran la totalidad de las especies del listado potencial, en el cual se incluyen datos sobre su estado de protección y/o conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 29. Composición de las especies de vertebrados terrestres registradas para el proyecto.

Clases	Ordenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010		
				Pr	A	P
Amphibia	1	1	1	0	0	0
Saurópsida	1	1	1	0	0	0
Mammalia	3	5	5	0	0	0
Aves	12	28	60	0	1	0
Totales				0	1	0
*Categorías de NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; A= Amenazada; P=En Peligro de Extinción						

Lo anterior nos brinda un panorama para comprender que el área definida del proyecto es diversa; sin embargo, con los registros obtenidos del muestreo de campo se pudo registrar el 19% de la composición potencial.

Composición del Muestreo.

Como resultado de las diferentes metodologías de muestreo aplicadas para los diferentes grupos de vertebrados terrestres, se obtuvo la composición faunística que caracteriza al Área del Proyecto (Ap) y su respectivo Sistema Ambiental Regional (SAr).

Durante el muestreo de campo se realizaron un total de doce transectos para el Ap y doce para el SAr.

Tabla 30: Coordenadas de transectos realizados en AP.

Unidad ambiental	Transecto	Longitud (m)	Coordenadas UTM (14 Q)				Altitud (msnm)
			X inicial	Y inicial	X final	Y final	
AP	1	50	292847	2352856	292812	2352821	2017
AP	2	50	292703	2352231	292671	2352193	2017
AP	3	50	292687	2351171	292657	2351130	2013
AP	4	50	293218	2352114	293244	2352072	2016
AP	5	50	291418	2350763	291462	2350739	2034
AP	6	50	292208	2350919	292232	2350876	2021
AP	7	50	292099	2350568	292139	2350538	2027
AP	8	50	292190	2350255	292217	2350297	2028
AP	9	50	291679	2349471	291652	2349430	2032
AP	10	50	291278	2348886	291249	2348846	2031
AP	11	50	292008	2349957	291979	2349916	2029
AP	12	50	291944	2351151	291894	2351146	2025

Tabla 31. Coordenadas de Fototrampa

Número	Zona UTM	Coordenada X	Coordenada Y
1	14 Q	613807.44	2479420
2	14 Q	613807.44	2479420

Tabla 32. Coordenadas de transectos realizados para el SAR.

Unidad ambiental	Transecto	Longitud (m)	Coordenadas UTM (14 Q)				Tipo de vegetación	Altitud (msnm)
			X inicial	Y inicial	X final	Y final		
SAR	1	50	289594	2348464	289571	2348420	Mezquital xerófilo	2015
SAR	2	50	290696	2347726	290650	2347707	Mezquital xerófilo	2008
SAR	3	50	292185	2347439	292228	2347414	Pastizal natural	2020
SAR	4	50	294412	2346726	294429	2346679	Pastizal natural	1971
SAR	5	50	294260	2350193	294284	2350149	Pastizal inducido	2008
SAR	6	50	295153	2352454	295136	2352407	Pastizal natural	1970
SAR	7	50	294061	2351613	294084	2351569	Pastizal inducido	2012
SAR	8	50	292363	2353348	292406	2353323	Pastizal natural	2000
SAR	9	50	289564	2354387	289534	2354347	Pastizal natural	2023
SAR	10	50	288446	2353008	288427	2352961	Agrícola-pecuaria	2035
SAR	11	50	292545	2348800	292513	2348761	Agrícola-pecuaria	2028
SAR	12	50	295084	2347373	295099	2347325	Agrícola-pecuaria	2003

A continuación, se muestran los mapas de los sitios de muestreo para el Ap y el SAr, respectivamente.

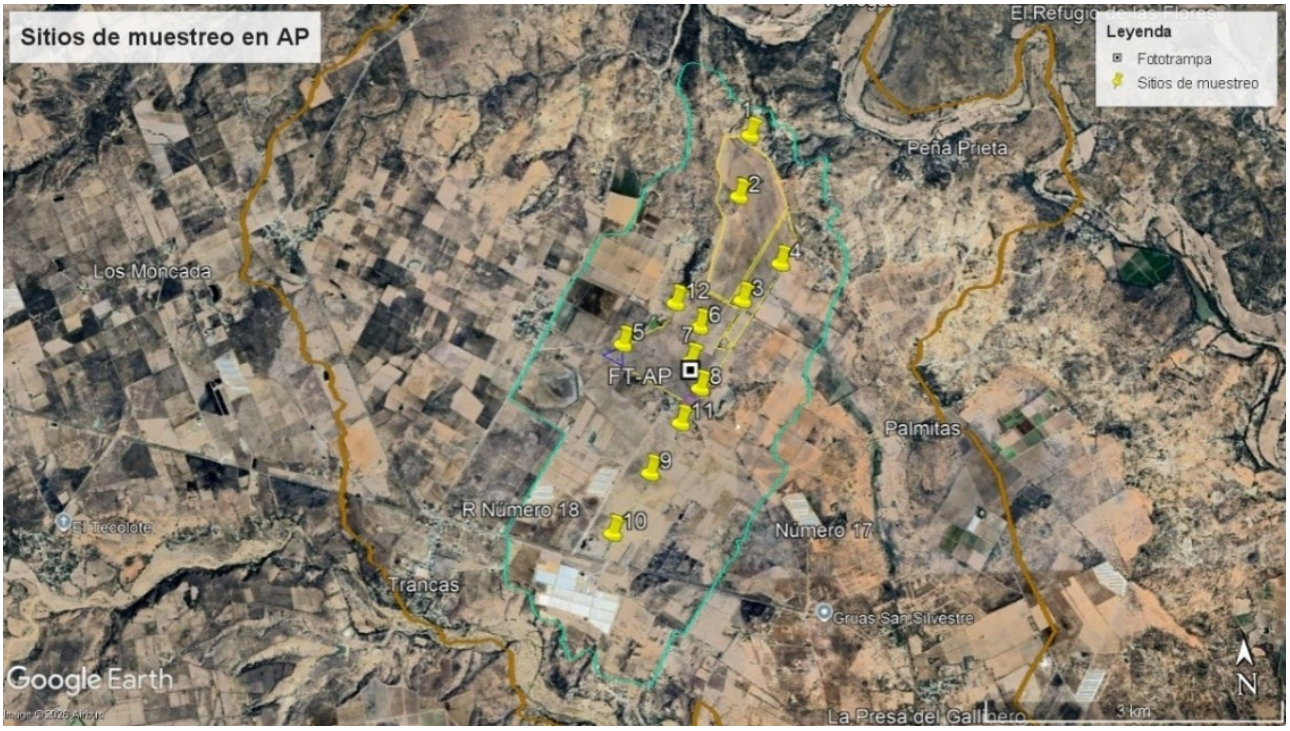


Figura 38. Ubicación de campaña muestreo de Fauna silvestre.

Herpetofauna

Con respecto al trabajo de campo realizado en los muestreos se logró obtener registros tanto de anfibios como reptiles; el grupo de herpetofauna se catalogan como indicadores del buen estado ecosistémico, su ausencia podría deberse a la alta perturbación y fragmentación del hábitat que hay tanto en la región de estudio (Ap) como en el SAr. Se obtuvo una composición conformada por dos especies para el Ap como para el SAr; dichas especies son relativamente frecuentes de encontrar en áreas con los tipos de vegetación muestreados, en la siguiente tabla se presentan los datos de composición herpetofaunística obtenidos.

Tabla 33. Composición obtenida del muestreo de herpetofauna en las unidades ambientales.

Clase	Orden	Área del Proyecto (AP)		Sistema Ambiental Regional (SAR)	
		Familias	Especies	Familias	Especies
Amphibia	Anura	1	1	1	1
Sauropsida	Squamata	1	1	1	1

La composición obtenida del SAR y el AP, resulta ser similar, esto principalmente por las condiciones ambientales presentes en ambas unidades.

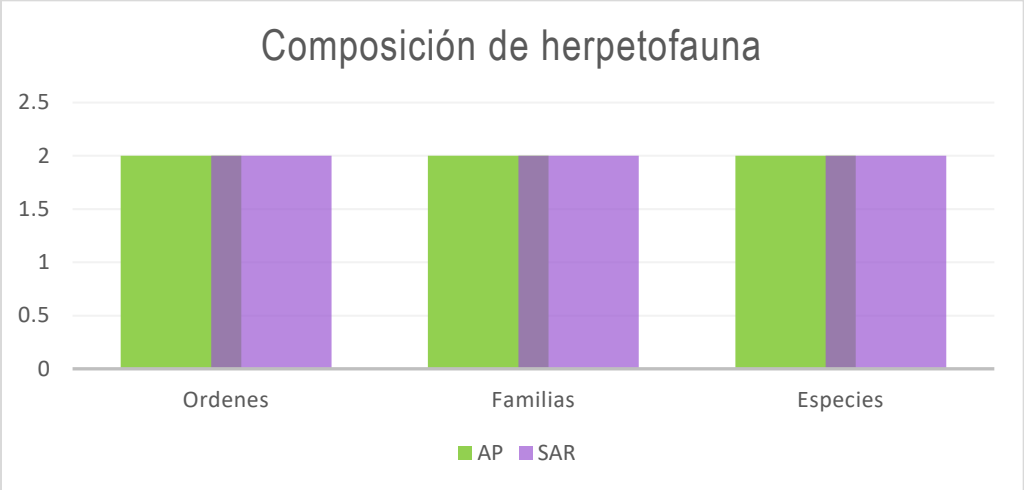


Figura 39. Gráfica de composición de herpetofauna

La familia *Phrynosomatidae* (lagartijas espinosas) y *Ranidae* (ranas), se encontraron en ambas unidades ambientales, sin embargo, no se registraron en todos los sitios de muestreo dentro de las unidades. En la siguiente tabla se presenta el listado de anfibios y reptiles registrados durante el muestreo y la unidad ambiental en la que fueron registradas.

Tabla 34. Listado de especies de reptiles registradas en el muestreo.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Distribución	SAR	AP
Amphibia	Anura	Ranidae	*Rana*	Lithobates neovolcanicus	Rana Leopardo Neovolcánica	No endémico	•	•
Sauróps ida	Squam ata	Phrynosomat idae	*Scelopo rus*	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	No endémico	•	•

En general las especies registradas en el trabajo de campo presentan hábitos particulares a las condiciones ambientales naturales y están bien adaptadas a condiciones de perturbación, principalmente por que aprovechan algunos de los recursos, como la formación de cuerpos de agua artificiales para el ganado, basureros, tiraderos clandestinos o casas abandonadas; la mayor incidencia solar de áreas desprovistas de vegetación, las poblaciones de insectos asociados a los asentamientos humanos, entre otras, uno de los ejemplos de estas especies que se ven beneficiadas por los asentamientos humanos son las lagartijas espinosas de la familia Phrynosomatidae que aprovechan las áreas abiertas para asolearse.

De este listado herpetofaunístico, no se registró ninguna especie bajo alguna categoría de protección ya sea en la Lista Roja de la IUCN, en ningún apéndice del CITES o la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que, al ser taxones abundantes, tolerantes a la perturbación del hábitat y de amplia distribución geográfica, su evaluación, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro o Casi Amenazado. Debido a su amplia distribución no son endémicos a México. Finalmente, el cálculo de vulnerabilidad ambiental (EVS) para los reptiles de México considera que la

rana leopardo neovolcánica tien un nivel de vulnerabilidad bajo y que la lagartija espinosa mexicana tiene un nivel considerado de vulnerabilidad media.

Tabla 35. Categorías de riesgo/protección del muestreo de herpetofauna.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	Cites	EVS	UICN	SAR	AP
Lithobates neovolcanicus	Rana Leopardo Neovolcánica	-	-	-	3 (baja)	LC	•	•
Sceloporus spinosus	Lagartija Espinosa Mexicana	-	-	-	12 (media)	LC	•	•

Mastofauna (Mamíferos)

A pesar de que el listado potencial para la mastofauna amplio en diversidad de especies, los mamíferos suelen ser especies que por sus hábitos y su difícil detectabilidad requieren tiempos de muestreo muy largos para incrementar el inventario de especies; sin embargo, los diferentes métodos de muestreo aportan información que en conjunto se complementan para obtener una composición que permita representar de una mejor manera a los diferentes grupos de mamíferos. En conjunto las técnicas aplicadas de muestreo, permitieron constatar la presencia de siete especies en conjunto para ambas unidades ambientales, en la siguiente tabla se presenta la composición obtenida mediante el conjunto de técnicas de muestreo para mamíferos.

Tabla 36. Composición obtenida del muestreo de mastofauna en las unidades ambientales.

Clase	Ordenes	Área del Proyecto (AP)		Sistema Ambiental Regional (SAR)	
		Familias	Especies	Familias	Especies
Mammalia	Carnivora	3	3	3	3
	Didelphimorphia	1	1	1	1
	Lagomorpha	1	1	1	1
Totales		5	5	5	5

En la siguiente grafica se presenta la composición de mamíferos registrados dentro de las dos unidades ambientales.

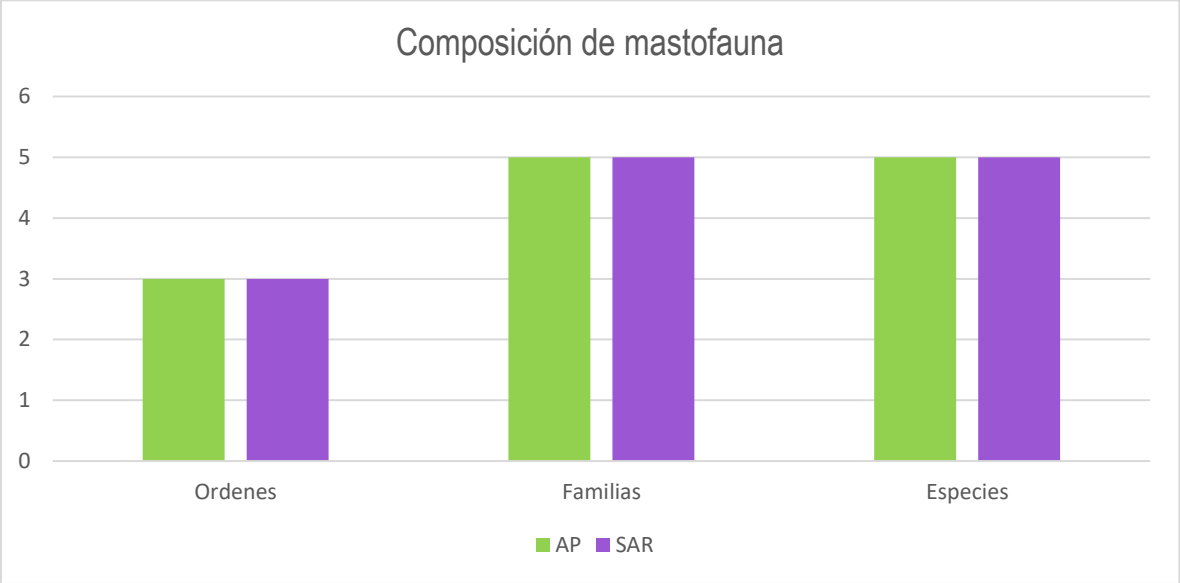


Figura 40: Gráfica de composición de mastofauna.

En la unidad ambiental del AP como del SAR, se registraron todas las especies de mamíferos del muestreo, a continuación, se presenta la lista de especies de mamíferos registrados.

Tabla 37. Listado de especies de mamíferos registrados.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	SAR-AI	AP
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	No endémico	•	•
		Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo Manchado Sureño	No endémico	•	•
		Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	No endémico	•	•
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	No endémico	•	•
	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre Cola Negra	No endémico	•	•

Los principales factores de riesgo para la clase *Mammalia* son las modificaciones del hábitat, ya que puede tener un efecto de barrera para la distribución de la especie, así mismo, puede alterar el paisaje provocando el abandono de hábitats ya que ciertas especies presentan poca tolerancia antropogénica y por último uno de los principales factores la caza furtiva producto de encuentros casuales, la cacería ilegal y la cacería de subsistencia. Para este grupo faunístico no se registró ninguna especie bajo alguna

categoría de protección ya sea en la Lista Roja de la IUCN, en ningún apéndice del CITES o la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ornitofauna (Aves)

Para el caso de las aves, se registraron un total de 60 especies en conjunto, de las cuales el área del proyecto cuenta con la presencia de 48 especies, mientras que el SAR cuenta con 54 especies. La composición de las especies de aves registradas se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 38. Composición obtenida del muestreo de ornitofauna en las unidades ambientales.

Ordenes	Área del Proyecto (AP)		Sistema Ambiental Regional (SAR)	
	Familias	Especies	Familias	Especies
Accipitriformes	1	2	1	2
Anseriformes	1	4	1	4
Cathartiformes	1	1	1	1
Charadriiformes	2	3	2	3
Columbiformes	1	1	1	4
Coraciiformes	1	1	1	1
Cuculiformes	0	0	1	1
Falconiformes	1	3	1	3
Passeriformes	12	29	13	29
Pelecaniformes	2	2	3	4
Piciformes	1	1	1	2
Podicipediformes	1	1	0	0

La composición obtenida de las unidades SAr y Ap, presentan una leve diferencia en el taxón Especie ya que en el Ap se registraron 48 y en el SAr se registraron 54, en el caso del taxón Familia, en el Ap no se registró la familia Cuculidae y Passeridae; por su parte, el SAr no registró la familia Podicipedidae.

En la siguiente grafica se puede comparar de forma apreciativa la riqueza absoluta, obtenida en términos de la ornitofauna presente en cada unidad ambiental.

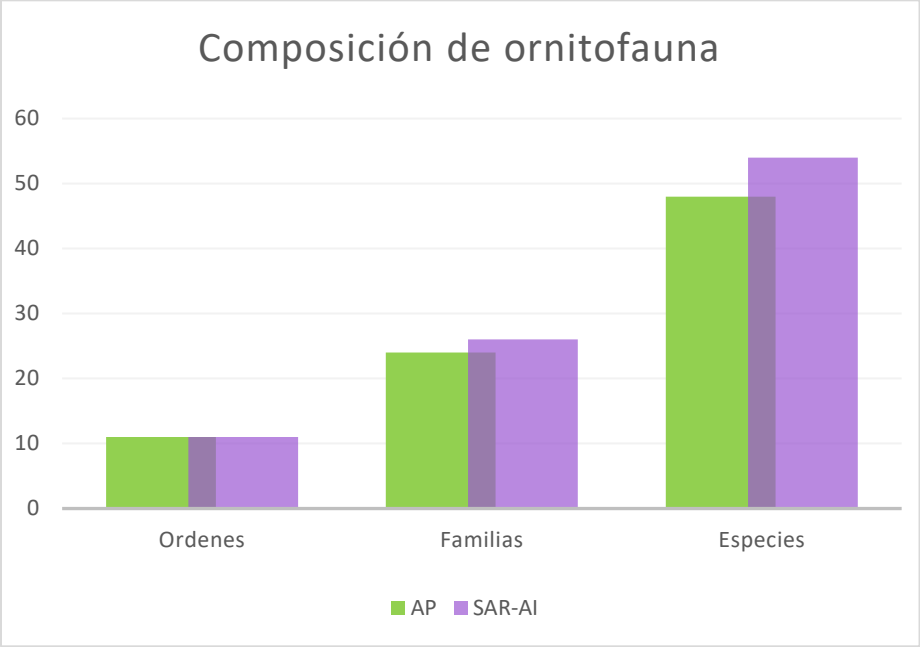


Figura 41: Gráfica de composición de ornitofauna.

Comparando las unidades ambientales, el SAr presenta seis especies más, esto debido a que en las unidades ambientales del SAr como en el Ap los sitios de muestreo que se ubicaron para las observaciones contaban con cuerpos de agua cerca y la vegetación no variaba mucho, es por esta razón que la diferencia entre unidades ambientales es apenas de seis especies. Sin embargo, dada su alta tasa de movilidad de este grupo faunístico y al no existir una barrera física o biogeográfica entre ambas unidades, se infiere que todo el conjunto o la mayoría de las especies sea por lo menos transitoria dentro del AP. A continuación, se presenta el listado de las especies de aves registradas para las unidades ambientales.

Tabla 39. Listado de especies de Aves.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Residente o migratoria	SAr-AI	Ap
Residencia: R= Residente; MI= Migratoria de invierno; MV=Migratoria de verano; T=Transitoria.								
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	Todo el año	R	●	●
			Elanus leucurus	Milano Cola Blanca	Todo el año	R	●	●
	Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	Todo el año	R	●	●
			Anas diazi	Pato Mexicano	Todo el año	R	●	●
			Aythya collaris	Pato Pico Anillado	Todo el año	R	●	●
			Spatula discors	Cerceta Alas Azules	Todo el año	R	●	●
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	Todo el año	R	●	●
	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	Todo el año	R	●	●
		Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero Blanco	Todo el año	R	●	●
			Calidris minutilla	Playero Diminuto	Todo el año	R	●	●
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Todo el año	R		●
			Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	Todo el año	R		●
			Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Todo el año	R	●	●
			Zenaida macroura	Huilota Común	Todo el año	R		●

	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín Pescador Norteño	Todo el año	R	•	•
	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos Norteño	Todo el año	R		•
	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Carancho	Todo el año	R	•	•
			Falco columbarius	Halcón Esmerejón	Todo el año	R	•	•
			Falco sparverius	Cernícalo Americano	Todo el año	R	•	•
	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	Todo el año	R	•	
		Corvidae	*Corvus corax*	*Cuervo Común*	Todo el año	R	•	•
			Corvus cryptoleucus	Cuervo Llanero	Todo el año	R	•	•
		Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón Mexicano	Todo el año	R	•	•
			Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	Todo el año	R	•	
		Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria Tunera	Todo el año	R	•	•
			Quiscalus mexicanus	Zanate Mexicano	Todo el año	R	•	•
			Sturnella lilianae	Pradero Altiplanero	Todo el año	R	•	•
		Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	Todo el año	R	•	•
		Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño	Todo el año	R	•	•
			Toxostoma crissale	Cuicacoche Crisal	Todo el año	R	•	

			Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche Pico Curvo	Todo el año	R	●	●
		Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Coronado	Todo el año	R	●	●
		Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	Todo el año	R	●	●
			Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	Todo el año	R		●
			Melozone fusca	Rascador Viejita	Todo el año	R	●	●
			Passerculus sandwichensis	Gorrión Sabanero	Todo el año	R	●	●
			Pooecetes gramineus	Gorrión Cola Blanca	Todo el año	R	●	
			Spizella breweri	Gorrión de Brewer	Todo el año	R	●	●
			Spizella pallida	Gorrión Pálido	Todo el año	R	●	
			Spizella passerina	Gorrión Cejas Blancas	Todo el año	R	●	●
		Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Todo el año	R		●
		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	Todo el año	R	●	●
		Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero Rabadilla Canela	Todo el año	R		●
		Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del Desierto	Todo el año	R	●	●
			Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	Todo el año	R		●
			Thryomanes bewickii	Saltapared Cola Larga	Todo el año	R	●	●

		Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	Todo el año	R	●	●
		Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	Todo el año	R		●
			Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenal	Todo el año	R	●	●
			Sayornis nigricans	Papamoscas Negro	Todo el año	R	●	●
			Sayornis saya	Papamoscas Llanero	Todo el año	R	●	●
			Tyrannus crassirostris	Tirano Pico Grueso	Todo el año	R	●	●
			Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	Todo el año	R	●	●
	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	Todo el año	R		●
		Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	Todo el año	R	●	●
			Egretta thula	Garza Dedos Dorados	Todo el año	R		●
		Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	Todo el año	R	●	●
	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	Todo el año	R		●
			Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	Todo el año	R	●	●
	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Todo el año	R	●	

Al analizar la composición de las especies presentes las unidades ambientales, es posible observar la presencia de algunas especies que si bien pueden distribuirse de manera general en toda la región tienen cierta afinidad sobre ambientes con poca cobertura vegetal o bien zonas con perturbación ligera a moderada, como el caso de la familia *Columbidae* y algunas especies del orden *Passeriformes*; estas especies se benefician de los asentamientos humanos, potreros, ranchos, cuerpos de agua, etc., al ser especies oportunistas para construir nidos en casas, arboles de ornato e incluso aprovechar tiraderos de residuos para obtener materiales para nido o alimento, es por ello que son especies muy abundantes en zonas rurales y urbanas.

En cuanto a su estado de protección y/o conservación se registró una especie dentro de la categoría de riesgo de Amenazado (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cinco especies más dentro del apéndice II del CITES.

Tabla 40. Categorías de riesgo/Protección de las especies de aves registradas.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	CITES	SAr	Ap
Circus hudsonius	Gavilán Rastrero	-	LC	II	●	●
Elanus leucurus	Milano Cola Blanca	-	LC	II	●	●
Anas diazi	Pato Mexicano	A	LC	-	●	●
Caracara plancus	Carancho	-	LC	II	●	●
Falco columbarius	Halcón Esmerejón	-	LC	II	●	●
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	LC	II	●	●

Análisis de la diversidad

En términos del conocimiento de la estructura de las comunidades faunísticas que se registraron durante el muestreo, se calcularon los diferentes índices de diversidad, por cada grupo y con la finalidad de poder compararlos entre sí. Estos valores nos muestran en que grupos taxonómicos la diversidad, riqueza y otros atributos de las comunidades fueron mayores y para que unidad ambiental de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 41. Valores de los índices de diversidad y estructura de las comunidades faunísticas

Grupo taxonómico	Unidad ambiental	Diversidad (Sahannon H')	Riqueza (Margalef Mg)	Equiparabilidad (J')	Dominancia (D)	Diversidad (D-1)
Herpetofauna	APp	0.410116318	0.378923182	0.591672779	0.755102041	0.244897959
	SAr	0.61	0.434294482	0.881290899	0.58	0.42
Mastofauna	Ap	1.432821975	1.242669869	0.890262348	0.28	0.72
	SAr	1.353927191	1.313834955	0.841242263	0.310657596	0.689342404
Ornitofauna	Ap	3.368163042	7.736184862	0.870056355	0.048603514	0.951396486
	SAr	3.695602568	8.520091913	0.92645208	0.030722227	0.969277773

Para el caso de la herpetofauna, los valores de diversidad y riqueza difieren y en términos ecológicos de la estructura es distinta, los valores de equiparabilidad, que implican que tan homogénea o heterogénea resulta una comunidad en términos de sus abundancias, riqueza y composición de especies es mayor en el SAr (J´= 0.881290899), lo que indica que las especies registradas tienen una distribución estructural homogénea, en el caso de la dominancia los valores que presentan Ap y SAr son

inversos, ya que en el Ap los valores de abundancia de *Lithobates neovolcanicus* son mayores en comparación a *Sceloporus spinosus* dentro de esa unidad ambiental, por su parte, en el SAR el índice de dominancia es menor, *L. neovolcanicus* presente aún mayor abundancoa que *S. spinosus,* sin embargo, los registros fueron menores.

Las aves presentaron un valor más elevado de diversidad para el SAr (H´=3.695602568), en comparación con el Ap (H´=3.368163042), en el caso de los valores obtenidos en el índice de riqueza, tanto en Ap como en SAr, se asemejan los índices obtenidos debido a la alta perturbación y fragmentación del hábitat presente, el SAr resulta ser levemente mayor (Mg=8.520091913) lo cual indica que fue posible registrar mayor número de individuos en SAr; aunado a lo anterior, la equiparabilidad fue mayor para el SAr (J´=0.92645208) mientras que la dominancia fue mayor para el Ap (D=0.048603514),en este caso principalmente dada por la Cerceta de Alas Verdes.

Por último, para los mamíferos el SAr, resulto tener mayor riqueza en comparación con el Ap, caso contrario el que presenta el índice de diversidad donde el AP tiene un valor más elevado, asimismo, el Ap registró un valor de Dominancia de 0.310657596, debido a la abundante presencia de ejemplares de la familia Leporidae.

Lo descrito anteriormente para cada grupo taxonómico se muestra a continuación de manera gráfica, con lo que se permite demostrar que unidad ambiental cuenta con los valores más altos de diversidad, riqueza, equitabilidad y dominancia.

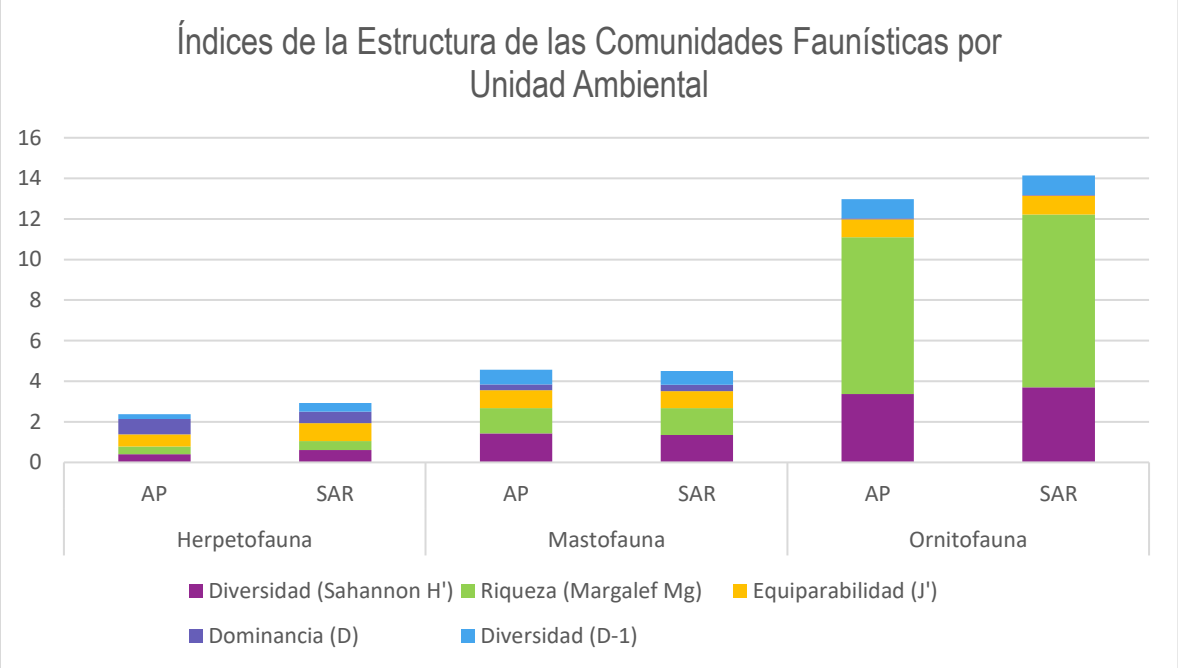


Figura 42. Índices de estructura de las comunidades faunísticas por unidad ambiental.

Análisis de curvas de acumulación

Para reconocer la eficiencia del muestreo y su grado de completitud, se realizaron análisis de curvas de acumulación de especies, estas curvas muestran como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de unidades de muestreo. En este sentido, cuanto mayor es la unidad de muestreo, mayor será el número de especies registradas, ya que las curvas están directamente relacionadas por el grado de agregación de especies (*Magurran*, 2004). En este tipo de análisis influyen los aspectos aleatorios del muestreo, de tal manera que, si el orden en que se fueron añadiendo los muestreos fuera diferente, también la forma de la curva sería diferente, es por esta razón que se utilizan datos aleatorizados para eliminar el efecto del muestreo y obtener una curva "suavizada" (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013); para tales efectos se utilizaron 100 aleatorizaciones con reemplazamiento.

Área del proyecto (Ap)

Los registros del grupo de herpetofauna para el área del proyecto se conformó por dos especies que, si bien no representan el total de la herpetofauna local, su registro es importante ya que se consideran especies generalistas que pueden estar presentes en el sitio durante todo el año. Para este grupo faunístico, gran parte de los registros de las especies dependen de las condiciones ambientales del momento en que se ejecuta el muestreo, al ser especies preponderantemente dependientes de la temperatura, humedad, insolación y otros factores climáticos, por lo que no se debe perder de vista que estos valores estimados pueden verse completamente modificados durante la temporada de lluvias u otras estaciones del año, incrementándose los valores de riqueza esperada.

De acuerdo a la gráfica siguiente, los estimadores señalaban una completitud al 100% por lo que solo se colocó a los estimadores ICE y Chao 2 en el gráfico.

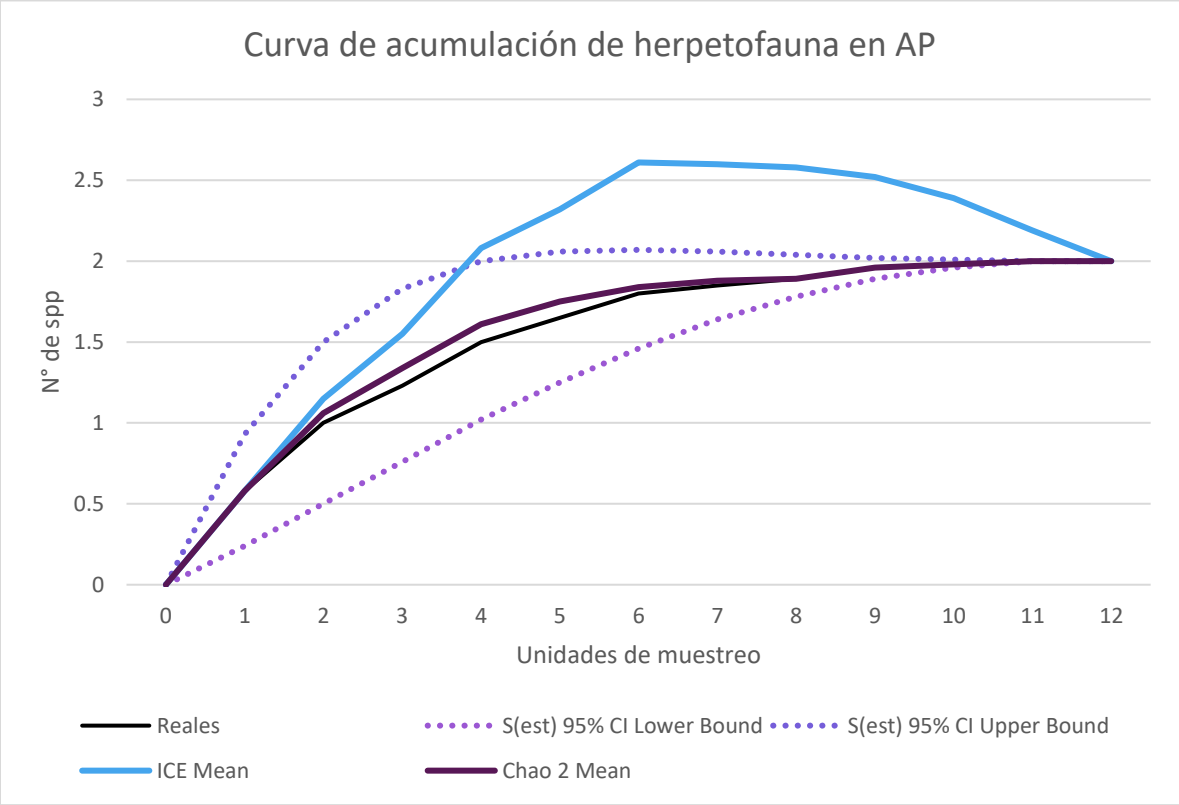


Figura 43. Acumulación de especies de herpetofauna en AP

En cuanto a la mastofauna, se proporcionó un valor del 87.56% para el estimador más exigente (ICE) y una completitud del 100% en el estimador Chao 2, estos valores deben tomarse solo como referencia para las condiciones de este muestreo.

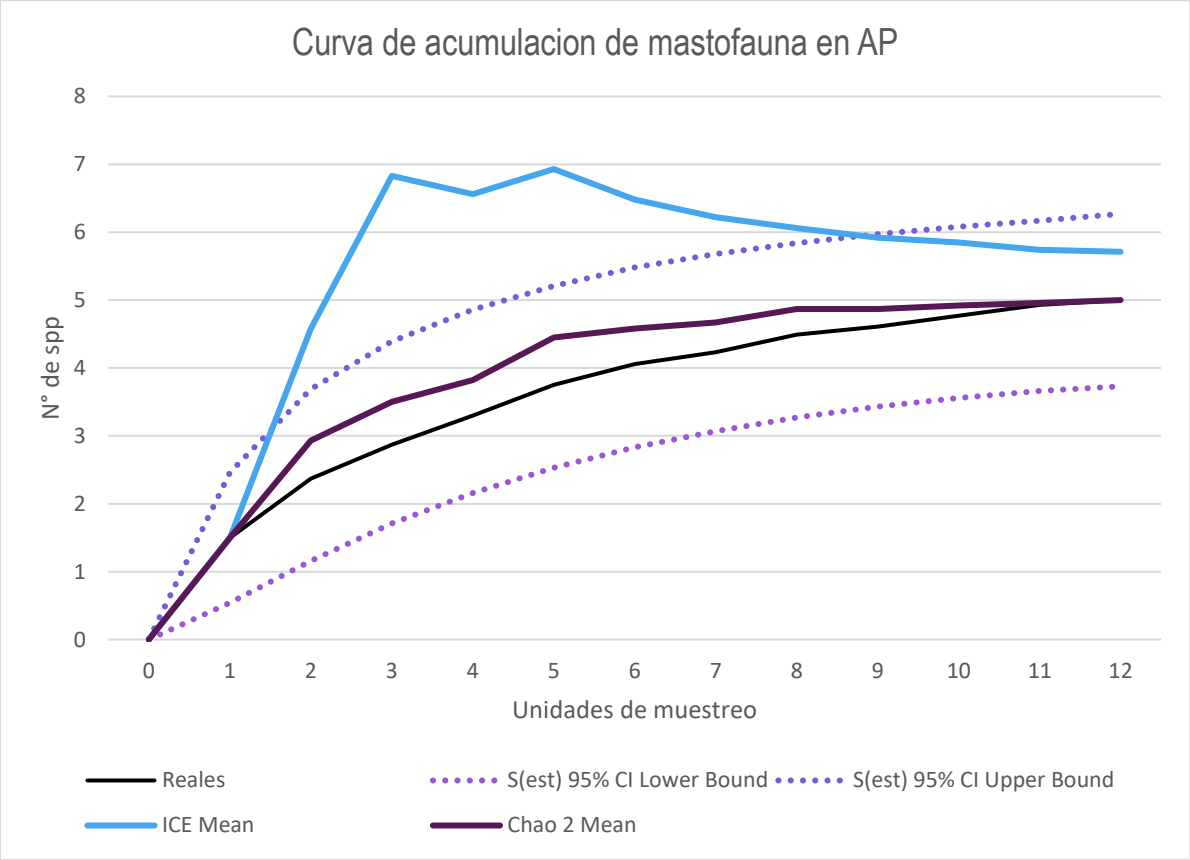


Figura 44. Curva de acumulación de especies de mastofauna en AP

Pasa el grupo de Ornitofauna en Ap, se obtuvo una completitud del 94.23% al obtenerse un total de 48 especies, de las 50.94 estimadas por ACE que en este caso se comporta como el estimador más riguroso, tal como se muestra en la siguiente figura.

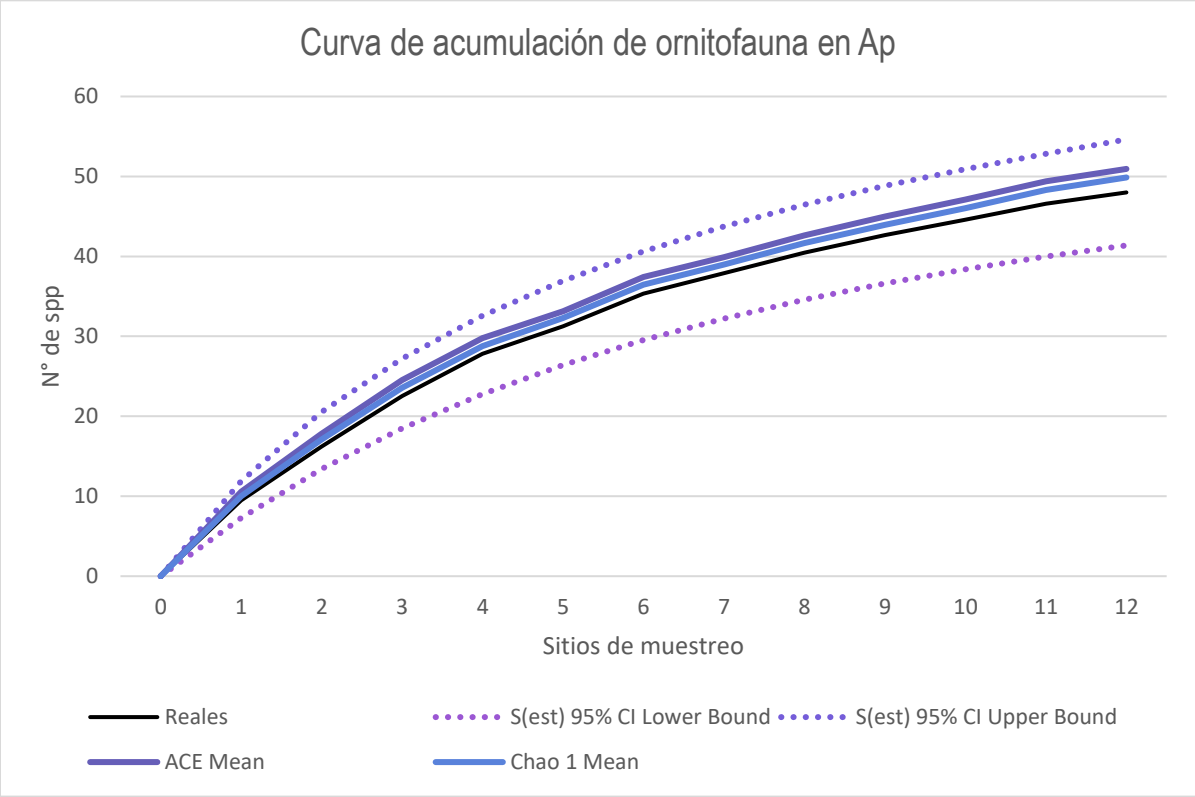


Figura 45. Curva de acumulación de especies de ornitofauna en AP

Para todos los casos de la fauna registrada en el Ap, los estimadores que se utilizan como comparativos del esfuerzo de muestreo, son congruentes entre sí, prediciendo relativamente la misma cantidad de especies que conforman la diversidad local del sitio, por lo que se puede concluir en este sentido que el muestreo es significativo obteniendo una muestra representativa de la fauna local.

Unidad Sistema Ambiental Regional (SAr)

Para el SAr, la completitud de la herpetofauna fue del 66.67% registrando dos especies de las 3 estimadas por ICE, siendo este el estimador más riguroso. Chao 1 y Chao 2, indican una completitud de muestreo al 100% prediciendo 2 especies de las 2 registradas.

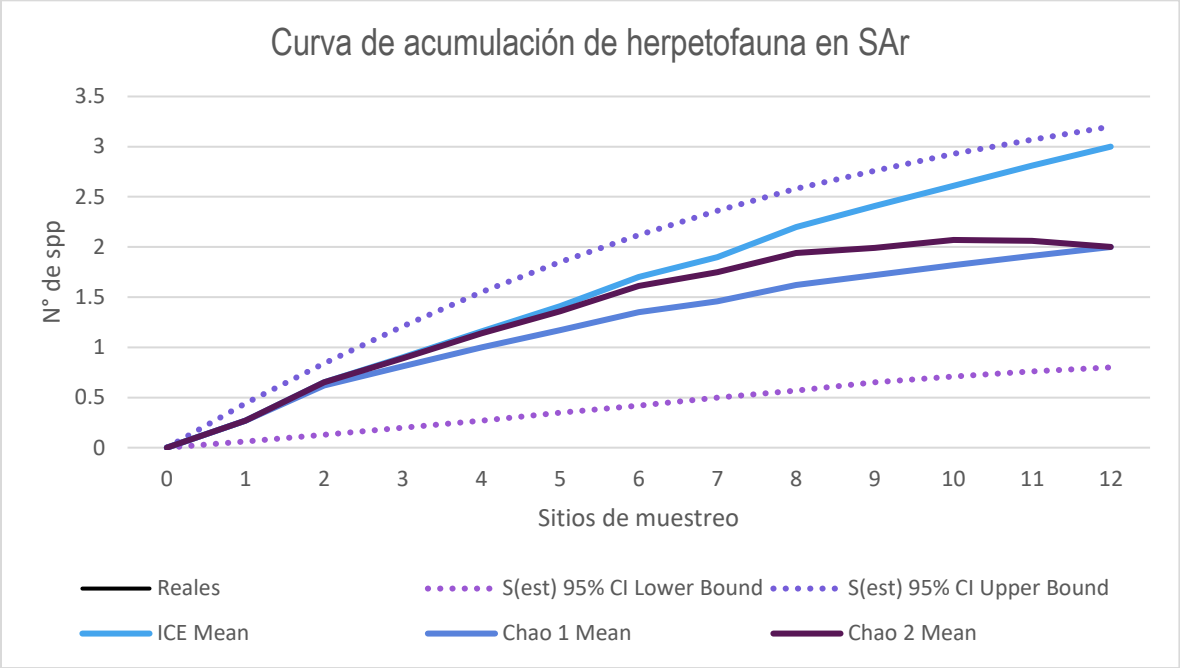


Figura 46. Curva de acumulación de especies de herpetofauna en SAr.

En cuanto a los mamíferos la completitud del muestreo del SAr nuevamente nos arrojó un valor de 100% por parte del estimador Chao 1, sin embargo, el estimador ACE fue más riguroso prediciendo 5.72 especies de las 5 encontradas, con valor de completitud de 87.41%.

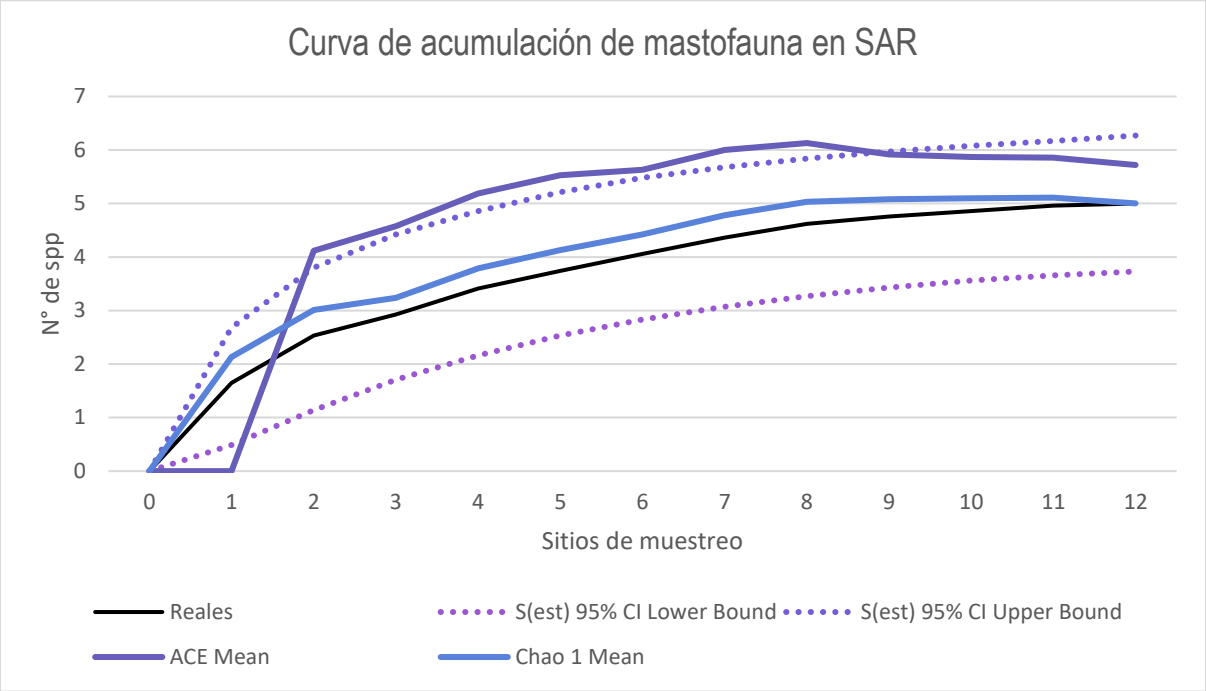


Figura 47. Curva de acumulación de especies de mastofauna en SAr.

Finalmente, en el caso de la ornitofauna del muestreo del SAR, al obtener una composición de 54 especies de las 54.24 y 54 especies que los estimadores predicen resulta ser considerada buena, en donde el estimador ACE se comporta como el más riguroso (99.56%), en comparación con Chao 1 (100%).

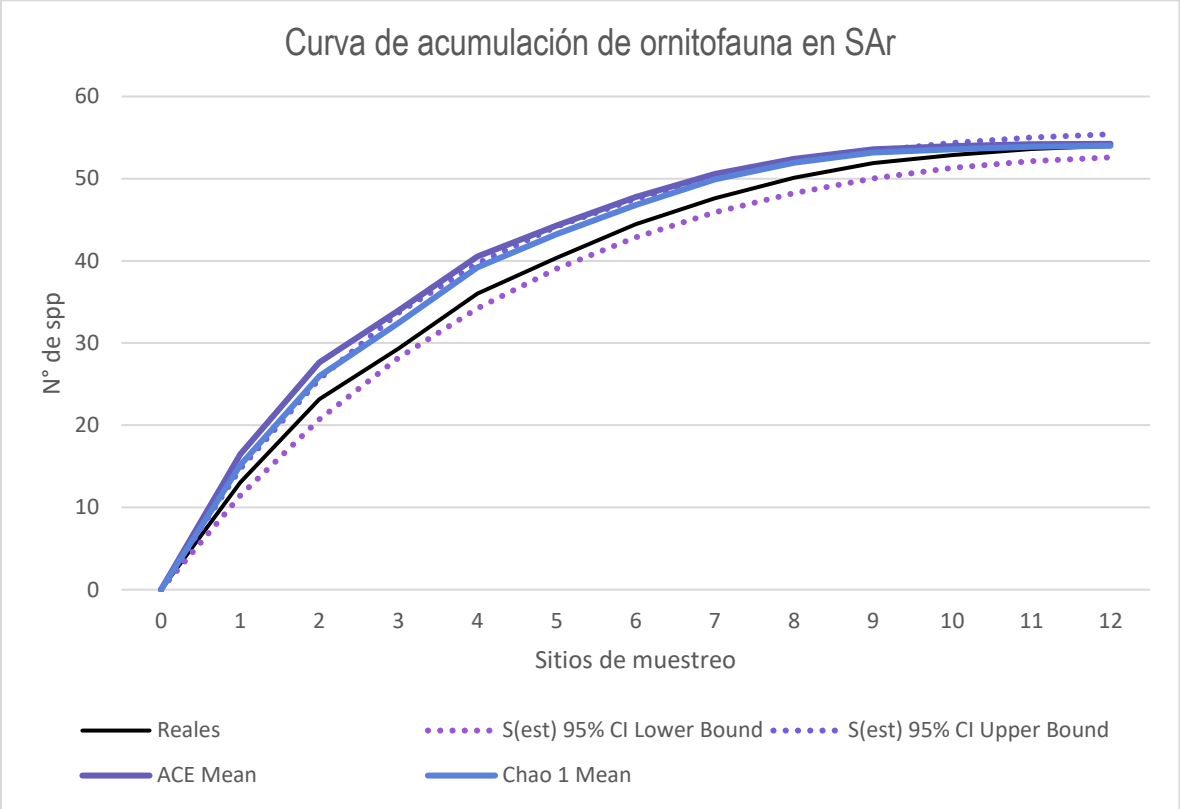


Figura 48. Curva de acumulación de especies de ornitofauna en SAr.

En general los valores de completitud obtenidos para el muestreo de la fauna tanto del Ap como del SAr, se consideran representativos mayoritariamente, ya que para el caso de la comparación de los estimadores utilizados, el número de especies predichas no varía por más de 1 especie y se presentan valores para la mayoría de los caso por encima del 90% de la completitud de un muestreo considerándolos estimadores menos estrictos para cada caso, el restante de las especies no registradas pueden ser especies migratorias, transitorias, estacionales o bien menos frecuentes, es decir, probablemente no es posible detectarles durante todo el año y su encuentro puede ser casual y no tan recurrente, siendo la composición de especies de fauna registrada el componente más representativo de la comunidad.

Conclusiones y consideraciones para el diagnóstico.

Los valores de diversidad y riqueza nos ayudan a inferir sobre que grupos taxonómicos resulta importante la aplicación de medidas de prevención y/o mitigación de impactos con mayor énfasis, para este caso a pesar de que en prácticamente todos los grupos la diversidad y riqueza suele ser mayor en el SAr, no se debe de perder de vista que las especies y su distribución no están restringidas en su tránsito por barreras y que por lo tanto todo el conjunto de especies puede ser transitorio o residente del Ap, aunado a lo anterior, la presencia y distribución local de todas las especies está sujeta a los cambios estacionales, por lo que estos valores de diversidad pueden verse modificados a lo largo de un ciclo anual (temporada de secas y temporada de lluvias).

Se debe destacar que en el presente muestreo se lograron registrar un total de **67** especies entre ambas unidades ambientales (1 anfibio, 1 reptil, 60 aves y 5 mamíferos). La riqueza en conjunto en el SAr (61 especies) fue mayor que en Ap (55 especies), el conteo total de individuos fue de 1008 individuos pertenecientes a los tres grupos de fauna registrados: 474 en Ap y 534 en el SAr.

La diversidad de especies de fauna fue mayor en el SAR que en el AP, probablemente debido al menor grado de deterioro ambiental, sin embargo, al igual que en gran parte de país la perdida de la biodiversidad está sucediendo más rápido de lo que las poblaciones naturales pueden soportar para recuperarse; una de las principales causas es la pérdida del hábitat y aunque existen diversas especies bien adaptadas a los cambios antropogénicos, muchas otras tienden a perder poblaciones locales o a ser desplazadas por especies invasoras o exóticas, lo cual compromete el equilibrio ecológico de las regiones naturales.

La mayoría de las especies registradas no son endémicas esto debido a la carencia de barreras biogeográficas que favorezcan los endemismos en la región. Una especie registrada tanto en SAR como AP es considerada bajo la categoría de riesgo de Amenazado (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cinco especies registradas están incluidas en algún apéndice de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas (Cites, 2017).

Tras el análisis de la composición y estructura de las comunidades faunísticas del área del proyecto y su respectiva comparación para referencia, con el área del SAr, nos es posible apreciar que el AP, se encuentra en un grado más perturbada que el SAr, debido principalmente a las actividades y presencia antropogénica que presentan en el área, predominando los ranchos, cuerpos de agua para ganado, asentamientos urbanos, tiraderos de basura clandestinos, zonas de cultivo y pastoreo, lo cual brinda una mayor homogeneidad ecosistémica, que se traduce en una menor riqueza y diversidad para la mayoría de los grupos de fauna.

El "mediano" registro observado durante el monitoreo de campo posiblemente es debido a la modificación del ambiente natural presente en el área de estudio, por lo que especies nativas pudieron verse desplazadas a ambientes mejor conservados, lo cual, es congruente con lo obtenido en campo, encontrándose principalmente especies capaces de soportar dichos cambios, siendo mayormente abundantes especies en las unidades de análisis determinadas para el proyecto Espuela Solar.

IV.2.3 PAISAJE

La respuesta de apreciación y su reconocimiento según el perfil de cada punto observador, está condicionada por tres tipos de factor:

a) **Condiciones y mecanismos sensitivos y los preceptivos inherentes al punto observador,**
b) **Condicionantes culturales**
c) **Relaciones del observador con el paisaje contemplado**

Cuando se asigna a un encargado de realizar la evaluación, recibe una percepción o una sensación y entonces genera una respuesta estética, la evaluación le exige realizar un proceso de valoración que trae consigo una nueva problemática. Cuando se le asigna un valor a un paisaje determinado donde hay que tener presente que este, tiene elementos o componentes mutuamente interdependientes, como son:

-Componente cognoscitivo. Conocimiento de un objeto, persona o cosa, está muy influido por el sistema de organización selectiva del conocimiento en general de acuerdo con los principios de aprendizaje y organización de estímulos.

-Componente sensitivo. Emoción conectada con un objeto, que valora su carácter motivacional. Componente de tendencia a la acción o situación. La rapidez de comportamiento asociado con un valor es el resultado de experiencias individuales en el intento de satisfacer sus deseos (Groves y Hahalas, 1976).

Estos componentes, conocimientos, sentimiento y tendencias de acción formarían un sistema de valor complejo muy interrelacionado que es difícil de analizar para evitar sesgos. Con el objeto de determinar los posibles impactos a fin de evaluar y orientar acciones que atenúen su integración paisajística. Es por ello que, al analizar el concepto de degradación de los paisajes, se deben tomar en cuenta cuatro indicadores fundamentales:

Funciones socioeconómicas y potencial de recursos;
Mecanismos de autorregulación y regeneración;
Capacidad productiva de los paisajes y
Los procesos geoecológicos negativos.

Así mismo estos indicadores resultan de la pérdida de sus atributos y propiedades sistémicas que son: las diversas estructural, el funcionamiento, la estabilidad del paisaje y de los mecanismos de control (Mateo y Ortiz 2001). Para definir la evaluación de la calidad del paisaje, se debe incluir además de las características intrínsecas; la calidad visual del entorno, ya que la presencia de determinados elementos o actuaciones pueden adicionar o contrarrestar la calidad al paisaje.

Tabla 42. Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio de Proyecto (Ap).

Recursos visuales / Terrenos visualmente frágiles	Presencia	
	SI	NO
Áreas Naturales Protegidas.		X
Cuerpos de agua recreativos, escénicas o naturales establecidas por una institución estatal		X
Áreas recreativas de gestión pública o privada		X
Estructuras arquitectónicas y lugares de importancia cultural.		X
Lugares históricos o arqueológicos incluidos en los Catálogos Nacional o Estatal de sitios históricos.		X
Vistas escénicas.		X
Paisajes urbanos importantes (corredores visuales, monumentos, esculturas, plantaciones paisajísticas y/o espacios verdes urbanos).		X
En Elementos arquitectónicos y estructuras de importancia que representen el estilo de la comunidad.		X

Los criterios finales de evaluación corresponden a la siguiente puntuación que se presenta a continuación.

Tabla 43. Escala de valoración de la calidad visual

Valoración	Calidad	Descripción
2.2 – 3	Alta	Áreas con atributos visuales singulares o excepcionales, tanto en su composición interna como en su organización. Asociada por lo general a áreas prístinas (originarias).
1.6 – 2.1	Media	Áreas atractivas visualmente, sin características sobresalientes.
1.0 – 1.5	Baja	Áreas sin variedad en la forma, color, línea y textura, o áreas con elementos negativos que alteran significativamente el paisaje. Área carente de elementos singulares o sobresalientes. Por lo general, este tipo de áreas se encuentran modificadas en su composición o estructura por actividades antrópicas.

Fuente: Modificado de MOPT, 1992.

Teoría de conceptualización y calibrado de Modelo

La elaboración de nuevos modelos donde la ecología integra varias disciplinas, de las que toma materiales y conocimientos, donde para elaborar teorías se basa propiamente en modelos matemáticos e interdisciplinarios (Fogden, 2006).

Harvey (1983) que propone un sistema de clasificación de acuerdo, para dar solución a situaciones, procesos, y entendimiento sistémico de las cosas:

1. *Sistema natural análogo*

   a. *Análogo histórico*
   b. *Análogo Espacial*

2. *Sistema físico*

   a. *Modelo Hardware*

      i. *Escala*
      ii. *Análogo*

   b. *Modelo Matemático*

      i. *Determinista*
      ii. *Estocástico*

   c. *Diseño experimental*

3. *Sistema General*

   a. *Sintético*
   b. *Parcial*
   c. *Caja Negra*

Valoración de la Fragilidad Visual del Paisaje (evaluación)

Se identifica como la susceptibilidad o vulnerabilidad del paisaje al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre él. Siendo la expresión del grado de deterioro, que éste experimenta ante la incidencia de determinadas actuaciones.

Para la determinación de la fragilidad visual, se utilizó una adaptación del método de Aguiló y Aramburú (1995). De acuerdo con este método, se asignan valores a una serie de factores que inciden en la conformación del paisaje visual como son, factores biofísicos, visualización de la cuenca, singularidad y accesibilidad visual. Por lo tanto, el valor promedio de cada cuenca visual, determinan el valor total de la unidad de paisaje.

Tabla 44. Matriz de combinación. Sensibilidad

Calidad	Fragilidad		
	A	M	B
A	AA	AM	AB
M	MA	MM	MB
B	BA	BM	BB

A= Alta, M= Media, B=Baja

Clases	
	1
	2
	3
	4
	5

Fuente: modificado de Ramos et al, 1979

De acuerdo con lo anterior, se desprenden una serie de clases o categorías que determina el uso de la zona estudiada en virtud de su sensibilidad, siendo las que a continuación se mencionan:

Clase 1: Zonas de alta calidad y fragilidad. Su conservación resulta prioritaria.

Clase 2: Zonas de alta calidad y fragilidad media o baja. Son aptas, en principio, para la promoción de actividades que requieren calidad paisajística y causen bajos impactos en el paisaje.

Clase 3: Zonas de calidad media y fragilidad alta, media o baja; pueden incorporarse a las anteriores cuando las circunstancias lo aconsejen, tomando en cuenta la visibilidad.

Clase 4: Zonas de calidad baja y fragilidad alta y media, en principio son aptas, para la promoción de actividades que no requieren calidad paisajística y causen bajo impacto en el paisaje.

Clase 5: Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Resultados. Puntos de Observación

Visibilidad

El aspecto de visibilidad se definió por la capacidad de visión que tiene un observador común. Se construyó un mapa de visibilidad para un punto de observación definido en el centroide de lo que será la ubicación del Proyecto, desde el sitio del terreno (Proyecto Espuela Solar) donde se pretende instalar el proyecto, en un entorno de la unidad del Sistema Ambiental. Regional. Respecto a la percepción visual, determinando las áreas visibles y no visibles desde nuestro punto de observación, en función de la peculiaridad del área que conforma el sistema ambiental del proyecto.

El punto de observación definido del proyecto en cual se muestra en la figura 50, el cual se caracterizó por los aspectos básicos que incurren en la conformación del compuesto paisaje,

entrelazado con los elementos característicos, aspectos bióticos (vegetación, fauna), abióticos (relieve e hidro-morfología) así como de las acciones antrópicas (asentamientos y actividades humanas), presentes en la cuenca visual para el proyecto.

La agudeza visual del observador, la curvatura de la tierra y la refracción atmosférica, que aumenta la distancia visible al horizonte, también afectan a la visibilidad de un objeto. Aunque la superficie de la tierra se curva y desaparece a una distancia de aproximadamente en siete kilómetros, las partes superiores de los objetos altos pueden permanecer visibles por encima del horizonte. Al mismo tiempo, el polvo, el vapor de agua y la contaminación del aire casi no le dejarán ver más allá de 20 kilómetros, incluso en un día despejado. Es importante tener en cuenta estos factores a la hora de valorar los impactos visuales mediante un análisis de la cuenca visual.

Descripción de las cuencas visuales y unidades de paisaje.

La identificación de cuencas visuales permitió la caracterización y evaluación del paisaje que estas comprenden. Se describieron a partir de las características visuales espaciales de cada cuenca visual, como señala Litton (1973). De acuerdo con lo señalado por Escribano *et al.*, 1991 y Aguiló, 1993.

Los elementos diferenciadores e indicadores, y el análisis a detalle de cada uno de ellos corresponderá a los objetivos planteados en cada problema de investigación y en la escala de estudio utilizada (D´luna, 1995).

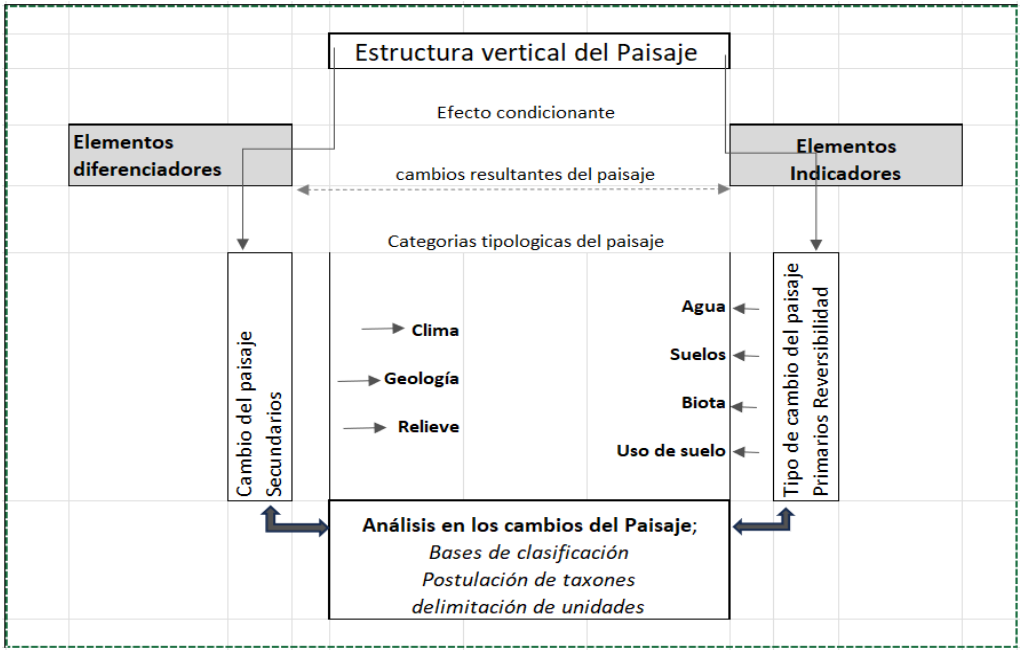


Figura 49. Estructura Vertical valoración paisajista

La definición de unidades de paisaje se efectuó a través de la delimitación de unidades irregulares extensas, cuya división se estableció considerando los aspectos visuales, y que permite a través de sus componentes distinguir un paisaje determinado de otro.

Cuenca delimitada para el proyecto

Esta cuenca visual forma parte de la subprovincia fisiográfica de llanura aluvial, en el sistema ambiental, se constituye de las topoformas en el sitio del predio de Llanura, lomerío y llanura

Valoración de la calidad y fragilidad del paisaje

Una vez sintetizada la información de campo, se realizó el análisis de la calidad visual, al igual que de fragilidad en la microcuenca, bajo la metodología propuesta por Aguiló *et al.,* 1992. Este modelo permitió conocer la calidad visual de la microcuenca descrita, el valor final está sumamente ligado al de la microcuenca definida para el proyecto (SAr). La calidad y fragilidad visual, que integran el sistema ambiental regional del proyecto, se determinó sobre la base de la evaluación cuantitativa de los componentes, factores y categorías estéticas de esta microcuenca. Los resultados se presentan a continuación.

Calidad visual

El análisis de la calidad visual del paisaje en el sistema ambiental del proyecto y sus alrededores, mostró que los valores de calidad son de proporción baja en la mayor parte de la unidad del sistema ambiental definida para el proyecto, en virtud de que el paisaje es común en la región, no contiene elementos que favorezcan la vista, esto debido a las actuaciones humanas de la zona cuyas actividades están muy marcadas con la instalación de parques industriales, en los terrenos ejidales de cultivo, se transformó el paisaje natural y social del Municipio Dolores Hidalgo C.I.N.

Tabla 45. Matriz de evaluación de la calidad de paisaje en cuenca visual

Factores	C.V.
Morfología	1
Vegetación	1
Fauna	2
Agua	1
Acción Antrópica	2
Fondo escénico	1
Singularidad	1
Total	9
Promedio	1.29
Valor	**Baja**

Fragilidad visual

La evaluación de la microcuenca fue determinada para cada uno de los factores contenidos dentro del área visual de cada unidad, dando esto como resultado valores medios en la mayor parte del área evaluada, considerando resultar una superficie que puede soportar impactos a nivel medio.

Tabla 46. Matriz de evaluación de la fragilidad de paisaje en cuencas visuales (CV).

Factor	Elemento de influencia	C.V.
Biofísicos	Pendiente	1
	V. densidad	2
	V. contraste	2
	V. altura	2
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	2
	Forma de la cuenca visual	2
	Compacidad	2
Singularidad	Unicidad de paisaje	1
Visibilidad	Accesibilidad visual	2
Total		16
Promedio		1.77
Valor		**Media**

Fuente: Elaboración propia con datos y referencias 2026.

Sensibilidad

Conforme a la tabla antes mencionada, se manifiesta que el producto de la combinación de los resultados de calidad y fragilidad visual se obtuvo como resultado, la clase de sensibilidad que presenta la cuenca visual. La siguiente Tabla 4.75, muestra las combinaciones de la microcuenca y la clase de sensibilidad.

Tabla 47. Clase de sensibilidad para la cuenca visual (sistema ambiental definido del proyecto).

Cuenca visual (definida para el proyecto)	Nivel de Calidad	Nivel de Fragilidad	Combinación	Clase de Sensibilidad
Cuenca SAr del proyecto	Baja	Media	BM	Clase 4

Fuente: Elaboración propia, conforme a insumos de referencia 2026.

La combinación de los índices de calidad y fragilidad visual expresan la sensibilidad paisajística que presenta un territorio, derivando 5 clases siendo la clase 1 la de mayor valor visual y la 5 la de menor valor, se puede interpretar que el Área de Influencia y Sistema Ambiental del proyecto se encuentra dentro de la clase 4.

Clase 4. Son aptas para la promoción de actividades que no requiera la calidad paisajística y causen bajo impacto en el entorno del paisaje.

Para el cálculo de la cuenca visual se realizó el proceso de análisis apoyados de las herramientas de geo-procesamiento *Spatial Analyst* Tools del módulo *Arc Map* del Arc GIS 10.3, los productos empleados para determinar el cálculo de la microcuenca visual consistieron en las Modelos

Digitales de Terreno de las cartas topográficas con claves F14C33, F14C34 y F14C43, F14C44 y en su escala 1: 50000 con fecha de los datos fuente de 2023 productos obtenidos de la plataforma del conjunto de datos del INEGI, los modelos fueron generados a partir de la nube de puntos ajustada al terreno, identificada con la nomenclatura de geodesia en el año 2015, correspondiente a la norma técnica: NTG-005-2005 Modelos Digitales de Elevación.

Se llevaron a cabo geo-procesos con los archivos de las matrices de pixeles (raster) del modelo digital de terreno, edificación del terreno del proyecto, en la que se obtuvo de primer orden la cuenca visual (*Viewshed*) sin la edificación del proyecto, dando lugar a la microcuenca visual sin construcción como se muestra a continuación.

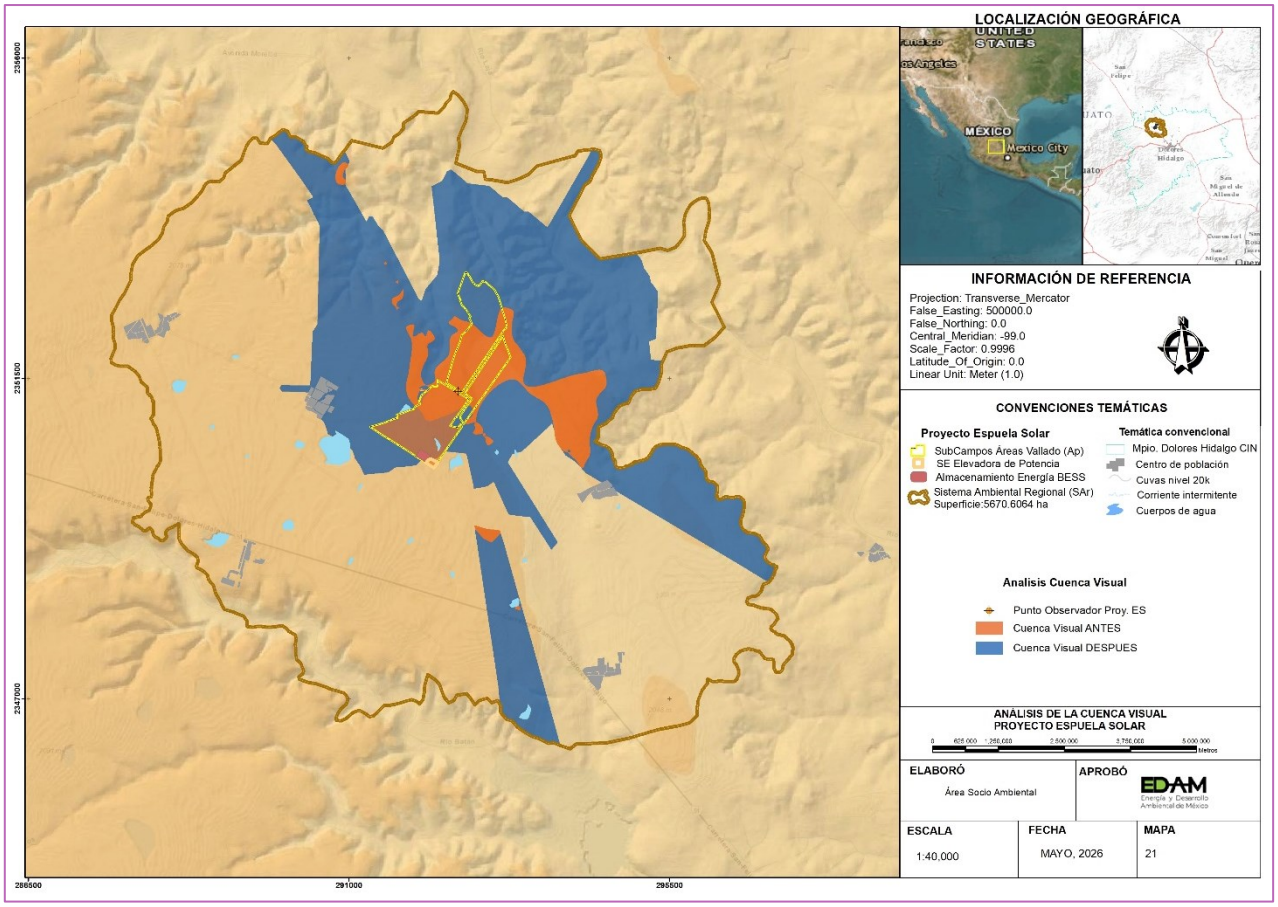


Figura 50. Antes y Después de la implantación de Parque Solar

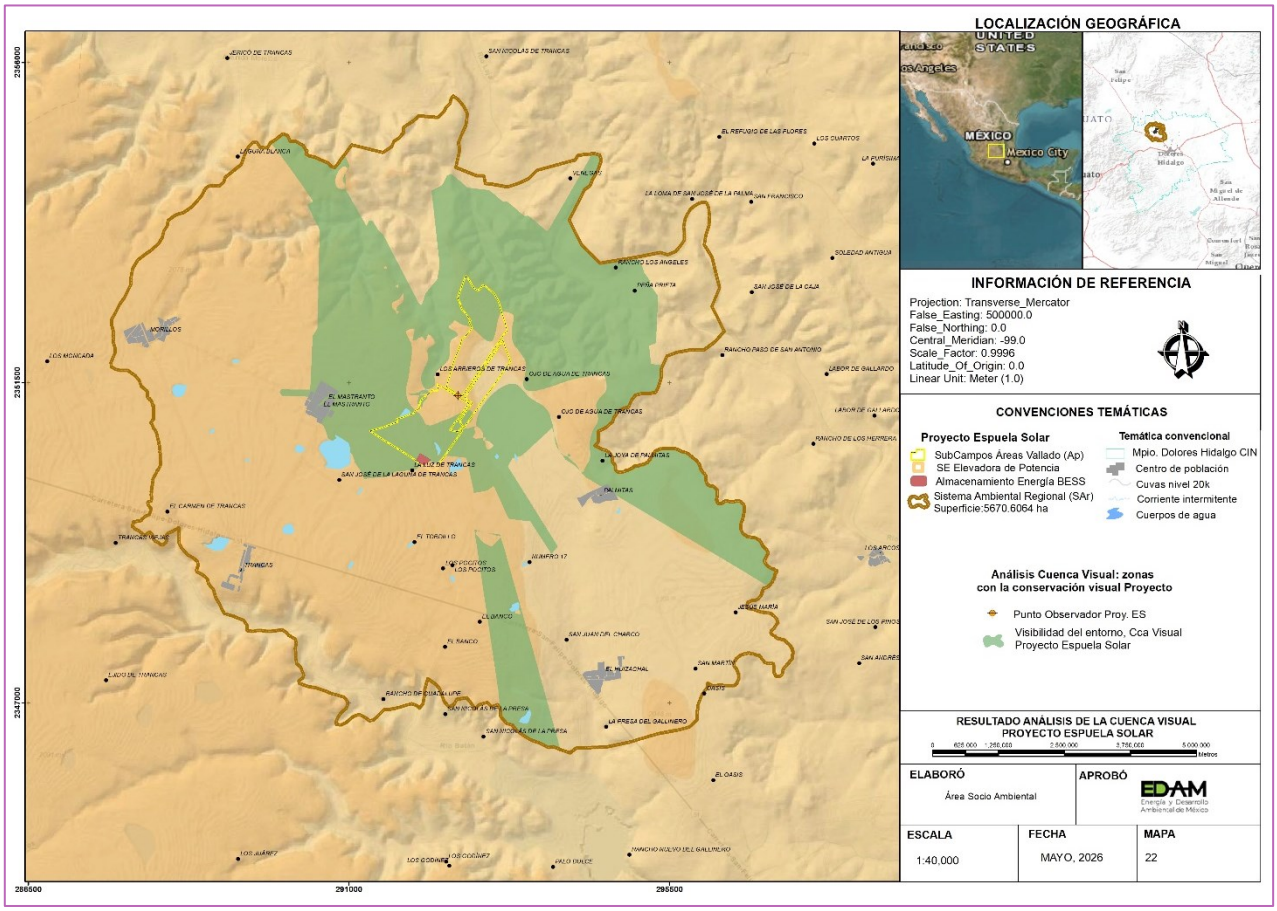


Figura 51. Resultado de la interacción, que obtendrá el proyecto; Visibilidad

Las áreas que son visibles sin la construcción del proyecto fueron computarizadas mediante post-proceso del modelo digital del terreno en el contexto de la microcuenca definida para el sistema ambiental del proyecto, con los procesamientos necesarios a través de las herramientas de aspecto, relieve y de la zona de influencia dada por el proyecto, se consigue modelar las zonas visibles sin el proyecto y posteriormente se adquiere de la misma manera con procesamiento del MDE, el punto de observación y el relieve en la microcuenca para el cálculo de las zonas visibles con el escenario del proyecto instalado, finalmente por el método del algebra de mapas, se determinan los valores que están antes de la edificación del proyecto contrastando con los valores que no están después de la edificación del proyecto.

Análisis de la Cuenca Visual

Las áreas que son visibles sin la construcción del proyecto fueron computarizadas mediante postproceso del modelo digital del terreno en el contexto de la microcuenca definida para el sistema ambiental del proyecto, con los procesamientos necesarios a través de las herramientas

de aspecto, relieve y de la zona de influencia dada por el proyecto, se consigue modelar las zonas visibles sin el proyecto y posteriormente se adquiere de la misma manera con procesamiento del MDE, el punto de observación y el relieve en la microcuenca para el cálculo de las zonas visibles con el escenario del proyecto instalado.

Finalmente, por el método del algebra de mapas, se determinan los valores que están antes de la edificación del proyecto contrastando con los valores que no están después de la edificación del proyecto. En seguida se muestra el resultado de la extracción entre los valores de la microcuenca visual antes y después del establecimiento del proyecto.

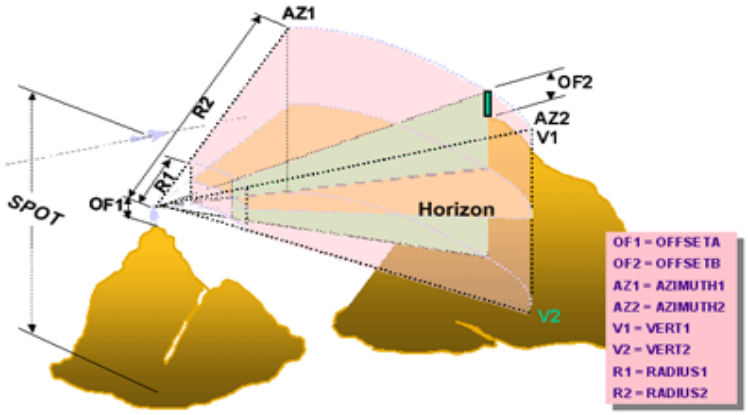


Figura 52. Parámetros para controlar los análisis de cuenca visual (ESRI®)

El uso del suelo son modelos para la utilización del territorio con base al desarrollo de ciertas actividades socioeconómicas, en donde se delimitan ciertas áreas del medio natural para la extracción y explotación de bienes, que generan impactos en los recursos trayendo consigo problemas relativos a la sustentabilidad, así como alteraciones en la aptitud fisiográfica de un espacio determinado muy marcado en la unidad del sistema ambiental del proyecto Espuela Solar.

Se reconoce la relación entre las variables operacionales y la modelación del paisaje, donde se aprecian las mayores relaciones de las geoformas con la energía del relieve, usos del suelo y edafología, y la densidad de disección evidenciado a estos como los principales elementos que generar una dinámica trasformadora en este. De igual forma las variables condicionantes geomorfológica y climática fueron la que más correlación tiene en el modelado del paisaje, mostrando que los procesos morfológicos y morfométrico están ligados a las condiciones climáticas de temperatura y precipitación que condicionan el desarrollo de distintos procesos en los agentes fluviales y gravitacionales.

El área del proyecto del proyecto y el Sistema Ambiental, las cuales sirvieron para realizar la evaluación del paisaje, así como de los recorridos de campo efectuados en el sistema ambiental Calidad visual. Se puede observar que la cuenca visual presentó un valor de calidad visual bajo (C. V.) y un valor de fragilidad visual Medio, que en combinación resulto con una clase de sensibilidad definido como 'Cuenca apta para la promoción de actividades que no requieren la Calidad Paisajista y que causen Bajo impacto en el entorno del paisaje', tal es el caso desde el punto en que se pretende establecer el proyecto Espuela Solar; resultando representativo donde se concentra tal condición, desde la zona centro a la sur, lo cual corresponde a un relieve muy plano, caracterizado por extensas llanuras interrumpidas por lomeríos desde el punto de la planicie del punto observador del Área de proyecto (figura 50).

IV.2.4 ASPECTOS SOCIALES

El municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional se ubica entre los paralelos 21° 21' y 20° 51' de latitud norte; los meridianos 100° 38' y 101° 13' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 2 800 m. Colinda al norte con los municipios de San Felipe, San Diego de la Unión y San Luis de la Paz; al este con los municipios de San Luis de la Paz y San Miguel de Allende; al sur con los municipios de San Miguel de Allende, Salamanca y Guanajuato; al oeste con los municipios de Guanajuato y San Felipe.

La extensión del municipio representa el 5.4% del territorio estatal, que por su tamaño la ubica en el lugar tres del estado, después de San Luis de la Paz y antes de Pénjamo. Cuenta con 512 localidades y una densidad de población de 98.5 hab./km²

La comunidad más poblada es la cabecera municipal Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional con 52,250, donde se concentra la mayoría de la población, seguida por la comunidad Rio Laja con 2416 habitantes; cabe mencionar que en la superficie municipal se tienen más de 890 asentamientos de los cuales 838 solamente constan de una o dos viviendas.

a) Demografía

En 2020, la población en Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional fue de 163,038 habitantes (47.1% hombres y 52.9% mujeres). En comparación a 2010, la población en Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional creció un 10%.
Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (17,002 habitantes), 0 a 4 años (16,905 habitantes) y 10 a 14 años (16,348 habitantes). Entre ellos concentraron el 30.8% de la población total.

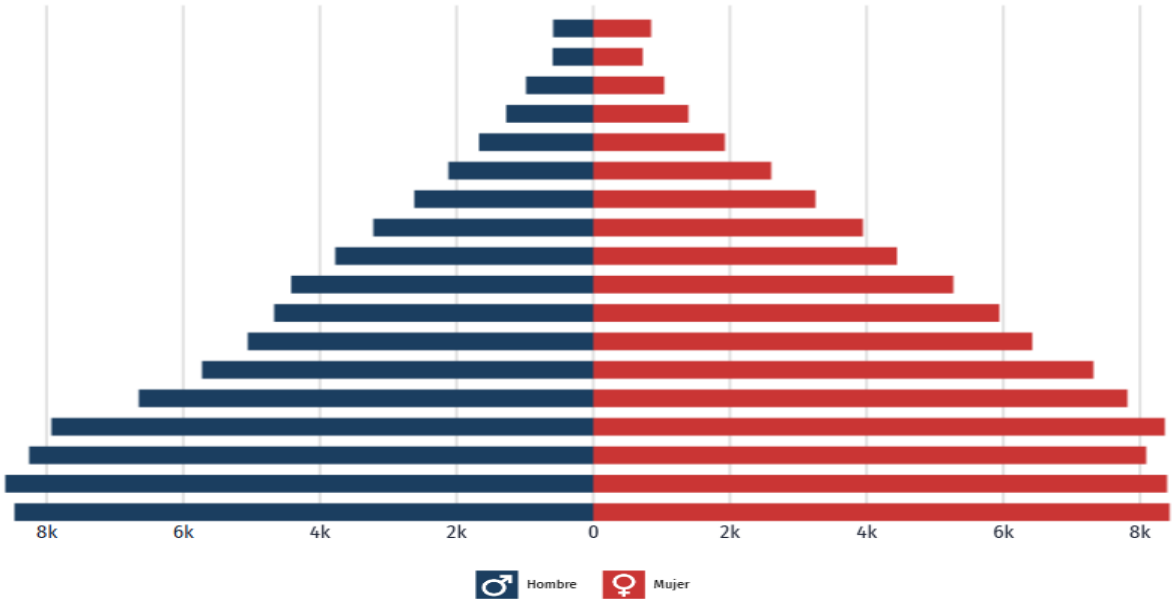


Figura 53. Pirámide poblacional total de Dolores Hidalgo C.I.N. 2020.

La edad mediana del municipio es de 25 años en resultado de censo 2020, Esta medida divide la distribución por edades de una población determinada en dos grupos numéricamente iguales; la mitad de los casos quedan por abajo de la mediana y la otra mitad por encima. Para su cálculo se excluye a la población con edad no especificada. En la posición número uno de los municipios con menor edad mediana, se ubican además de San Luis de la Paz: Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, San Diego de la Unión, Purísima del Rincón, Victoria y Xichu.

Población indígena identificada en el Municipio de Dolores Hidalgo CIN, tiene identificado 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 362 personas, lo que corresponde a 0.22% del total de la población de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Mazahua (83 habitantes), Mixe (79 habitantes) y Tarasco (70 habitantes)

Población Económicamente Activa (PEA)

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Guanajuato fue 58.3%, lo que implicó una disminución de 1.64 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (60%). La tasa

de desocupación fue de 2.54% (72.7mil personas), lo que implicó un aumento de 0.24 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.3%).

En lo que respecta a la tasa de desocupación por sexo tiende a que los hombres, desde el 2020 había obtenido el porcentaje mayor de desempleo, revirtiendo este fenómeno al cierre del 2024, donde la creciente tasa de desocupación en mujeres fue del 2.88% contra el 2.3 de desocupación en hombres a nivel estatal.

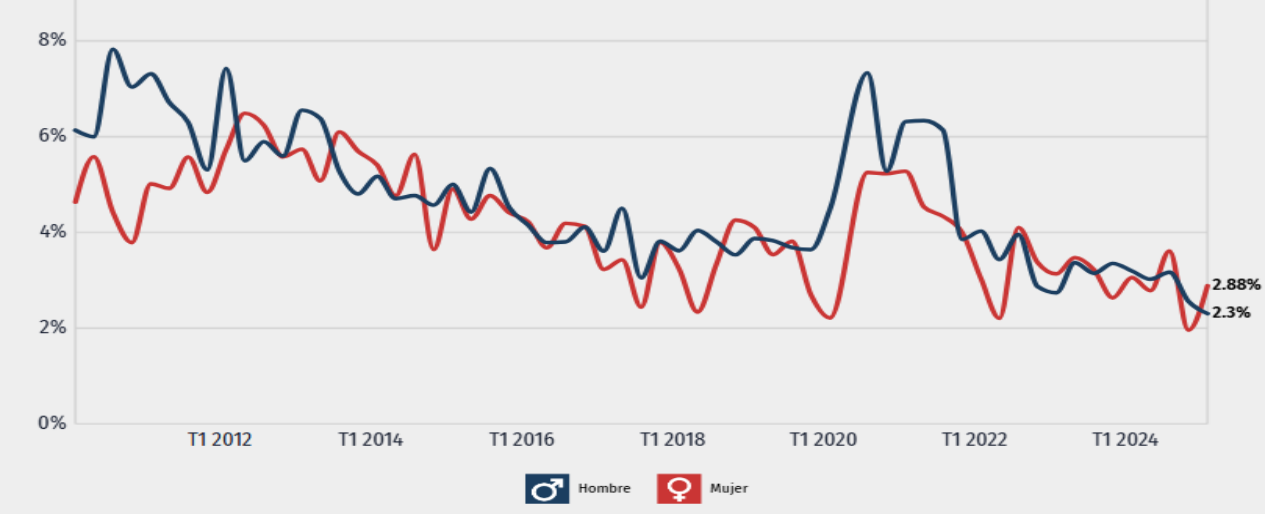


Figura 54. Evolución de la tasa de desempleo en Guanajuato

Calidad de vida.

En este aspecto se presentan las características de las viviendas, particulares habitadas y tasa de crecimiento en el municipio de Dolores Hidalgo, en el 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 29.4% y 25.8%, respectivamente.

La disponibilidad de principales servicios, en las viviendas son; electricidad (98.4%), servicio de agua entubada (96.8%) y de Drenaje (91.2%) así como de servicio sanitario (92.6%).

Relativo a la disponibilidad de bienes se tiene que las viviendas censadas en el municipio disponen de Horno de microhondas un 43.3%, con Lavadora 76% y de uso de refrigerador el 88.6% del total de las viviendas.

El acceso a equipamiento, se cuenta que las viviendas con las cuales disponen de Paneles Solares son del 0.15%, y de calentadores solares de agua es de un 40%, contra apenas el 1% del total de viviendas que cuentan con instalación de Aire acondicionado.

Disponibilidad de transporte: en las viviendas disponen de automóvil (52.3%), de una motocicleta (20.6%) y del uso de Bicicleta (37.8%) En Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 27.1 minutos, 77.9% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 8.13% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 38.5% y 26.4%, respectivamente

La población derechohabiente que cuenta con seguridad social es del 66 %. Las familias que se ven beneficiadas por el seguro popular representan 13,783, las cuales han recibido 86,853 consultas externas. Las unidades médicas en servicio de las instituciones del sector público de salud, del municipio de Dolores Hidalgo C.I.N.

Tabla 48. Características del sector salud

Institución	Unidades de consulta externa
IMSS	1
ISSSTE	1
PEMEX	0
SEDENA	0
IMSS-PROSPERA	1
SSA	20
Total	**23**

Fuente: INEGI. México en cifras. Tabulados de Integración, 2024

Educación.

La distribución porcentual de la población de 15 años y más en Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional según el grado académico aprobado, el grado promedio de escolaridad fue de 8.1. En 2020, los principales grados académicos de la población de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional fueron Secundaria (37.8 mil personas o 37.1% del total), Primaria (33 mil personas o 32.3% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (17.9 mil personas o 17.6% del total).



Figura 55. Población según edades normativas cursando algún grado educativo.

La tasa de analfabetismo de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional en 2020 fue 8.04%. Del total de población analfabeta, 39.9% correspondió a hombres y 60.1% a mujeres. Mientras que el grado de marginación del municipio es de un índice de 55.01, el cual se considera de un grado Bajo.

Tabla 49. Población ocupada según escolaridad.

Escolaridad	Población Ocupada
Sin escolaridad	5 340
Primaria	23 074
Secundaria	24 352
Media superior	12 464
Superior	10 057
No especificado	95
Total	**75 382**

Características económicas

El estado de Guanajuato cuenta con 293 089 unidades económicas registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, que ofrece información detallada sobre los negocios activos en México, incluyendo su ubicación, actividad económica y tamaño.

En el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, existen 6979 Unidades, con un personal ocupado de 18821 habitantes y de lo que se estima una producción bruta total de 3 789.22 millones de pesos al 2020.

Superficie total con agricultura a cielo abierto del Municipio, conforme a datos de salida y según **superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua** de 2016 (realizado en 2018)

Tabla 50. Superficie sembrada por municipio solo de cultivos seleccionados

Tipo	hectáreas
Temporal	25 234.73
De riego	11 177.09
Total	**36 411.82**

Fuente: INEGI. Actualización del marco censal agropecuario 2016.

b) Factores Socioculturales

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el INEGI, en el rubro de migración se tiene los datos referentes a la población mayor de 5 años según su situación de estadía en el año 2025. La información más detallada se tiene para el municipio de Dolores Hidalgo en cuanto

a la migración hacia otros estados de la República, así como migración internacional hacia los Estados Unidos de Norte América y otros Países no especificados.

Las localidades de los centros de población del área de influencia del proyecto Espuela Solar, tienen características socioculturales comunes, como son; una fuerte tradición agrícola y de profesar la religión católica la cual es predominante; se festejan las fiestas patrias, el 16 de septiembre la navidad y el fin de año, además de las fiestas municipales del mes patrio; el 3 de mayo se celebra la advocación a la Santa Cruz, el viernes de Dolores y la Semana santa.

El municipio de Dolores Hidalgo se ubica en un importante estado minero, aunque en el Distrito minero de San Antón de las Minas actualmente no se realizan actividades mineras. En tanto en el estado y principalmente en la capital, las actividades de explotación y beneficio por parte de empresas tanto mexicanas como extranjeras, son relevantes y de fuerte impacto económico para el estado y participación al Producto Interno Bruto.

En el municipio de Dolores Hidalgo, no se tienen detectados vestigios a la fecha, respecto de ruinas arqueológicas.

c) Cultura Popular

Con base a estadísticas del INEGI la gran mayoría de las localidades que se relacionan con la zona minera de interés cuentan con una iglesia, donde la religión que predomina es la católica, para un 96.44% de los habitantes mayores de 5 años del municipio, siguiendo los pobladores con religión no católica que representa el 1.54% y los que no practican religión alguna con un 0.62%.

Además de ser cuna de la Independencia, Dolores Hidalgo es una población fantástica donde innumerables alfareros y ceramistas han hecho de la cerámica de **talavera** su forma de vida al trabajarla en diversas formas. En el mercado de artesanías o las grandes bodegas y almacenes que suelen llevar como marca de su artesanía el apellido de los propietarios. Desde la entrada, la ciudad es un mosaico donde la vista se pierde entre los colores de jarrones, aguamaniles, macetones, vajillas, candelabros, platones, fruteros y demás objetos de cocina y adorno que pueblan el paisaje.

La región fue colonizada durante el régimen del virrey don Martín Enríquez de Almanza (1568-1580), quien fundó la **Congregación de Nuestra Señora de los Dolores**. La región de Dolores Hidalgo se conocía como *Cocomacán*, que significa "lugar donde se cazan palomas", y era habitada por chichimecas.

Cuenta con varios atractivos turísticos de carácter arquitectónico, Museo-Casa Don Miguel Hidalgo, donde habitó el cura y que era conocida como Casa del Diezmo. En su interior se exhiben objetos, muebles y documentos de la época de Independencia. El **Museo de la Independencia** está construido en lo que fuera la cárcel, y actualmente exhibe una semblanza de don Miguel

Hidalgo y Costilla y otra del compositor mexicano **José Alfredo Jiménez**. Sobresalen también los edificios de la **Parroquia de Nuestra Señora de los Dolores**, de la Asunción, el Templo de la Tercera Orden, la Casa de Visitas, la de Abasolo, el Monumento de don Miguel Hidalgo, el dedicado a los Héroes de la Independencia, la Hacienda de la Erre y el Mausoleo de José Alfredo Jiménez.

IV.3 CAMBIO CLIMATICO

Los expertos en la materia definen al cambio climático como "todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo, resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas". Dada la importancia en diferenciar el cambio climático del calentamiento global, ya que este último es definido como la manifestación más evidente del cambio climático y se refiere al aumento promedio de la temperatura terrestre y la temperatura marina global, resultante y recurrente el incremento de la temperatura, aunque también se han observado importantes alteraciones en otros rasgos del clima, como la precipitación y la humedad.

El protocolo de Kyoto es un convenio internacional que intenta limitar globalmente las emisiones de gases de efecto invernadero. El protocolo surge de la preocupación internacional por el calentamiento global que podrían incrementar las emisiones descontroladas de estos gases. El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero.

Los gobiernos signatarios de dichos países pactaron reducir en al menos un 5% en promedio las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) comprende las estimaciones de las emisiones por fuentes y sumideros para el periodo 1990-2006, fue desarrollado por el Instituto Nacional de Ecología conforme a lo establecido en los artículos 4 y 12 de la CMNUCC y en las directrices para la preparación de comunicaciones nacionales de las Partes Anexo I de la CMNUCC, adoptadas en la decisión 17/CP.8 (CMNUCC 2003).

En el caso de la estimación de toneladas de dióxido de carbono equivalente, que generaría por las actividades de desarrollo del proyecto, proveniente de la combustión se cotejo el documento "Fuentes de Área Quema de Combustibles publicada por SEMARNAT", se considera que, por cada litro de gasolina o Diésel consumido por parte de los vehículos,

En este caso empleando el valor del poder calorífico de cada combustible se consultó en la "Lista de combustibles y sus poderes caloríficos 2026 que se considerarán para identificar a los usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo" publicada por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Por otra parte, los factores de emisión correspondientes se encuentran en el "Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de CyGEI", publicado en el DOF el 12 de febrero de 2026.

Como resultado del estimado de consumo para el desarrollo del proyecto se obtiene que se generan: **3,278.795 $t\ CO_2e$** durante todo el ciclo de vida en general del proyecto Espuela Solar por el uso de combustibles utilizados por fuentes móviles.

Tabla 51. Estimado de las toneladas equivalentes emitidas.

ETAPA	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$	$E_{CH_4}[t\ CH_4]$	$E_{N_2O}[t\ N_2O]$
Preparación de sitio y Construcción	199.58	0.01	0.06
Operación y Mantenimiento	79.52	0.01	0.02
Cierre Abandono y Desmantelamiento	194.56	0.01	0.06

la transformación en bióxido de carbono equivalente (E_{CO_2e}) de cada uno de los gases conforme a la valoración potencial de GEI.

Gas o Compuesto	PCG a 100 años
Bióxido de carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	28
Óxido nitroso (N_2O)	265

Finalmente se realizó la transformación en bióxido de carbono equivalente (E_{CO_2e}) de cada uno de los gases.

Tabla 52. Resultados obtenidos de le estimación de emisiones de CyGEI

$E_{CO_2e}(CO_2) = E_{CO_2e}$	$E_{CO_2}[t\ CO_2]$	PCG_{CO_2}	$E_{CO_2}e(CO_2)\ [t]$
	473.66	1	473.66
$E_{CO_2e}(CH_4) = E_{CH_4}\ x\ PCG_{CH_4}$	$E_{CH_4}[t\ CH_4]$	PCG_{CH_4}	$E_{CO_2}e(CH_4)\ [t]$
	0.03	28	0.84
$E_{CO_2e}(N_2O) = E_{N_2O}\ x\ PCG_{N_2O}$	$E_{N_2O}[t\ N_2O]$	PCG_{N_2O}	$E_{CO_2}e(N_2O)\ [t]$
	0.14	265	37.71
		TOTAL	**511.601**

Como resultado final se obtiene que se generarían las siguientes cantidades equivalentes de toneladas para:

Tabla 53. Resultado de la cantidad total de todo el ciclo de vida del proyecto.

ETAPA ***E CO2 e (CO2) [t]***	***Duración (años)***	***Generación en el clico de etapa de proyecto***
Preparación de sitio y Construcción 217.09	1.5	325.6350
Operación y Mantenimiento 84.44	25	2111.0000
Cierre Abandono y Desmantelamiento 209.98	1.5	314.9700
		2751.605 E CO2 e (CO2) [t]

VI.4 CAPACIDAD DE CARGA DEL SISTEMA REGIONAL

La capacidad de carga en la unidad de sistema ambiental regional, debido a la ubicación del área de estudio y considerando que es una zona urbanizada previamente impactada y con presencia de centros de población en las proximidades, no se advierten vestigios de vegetación nativa, una predominancia de asentamientos humanos e infraestructura de servicios.

En el área correspondiente al SAr se encuentra previamente impactada por actividades antropogénicas (principalmente actividad de producción primaria), actividades que han propiciado la fragmentación del hábitat, afectando la biodiversidad terrestre, provocando una restricción en la diversidad de especies. Por lo cual resulta que la capacidad adaptada a la modificación del proyecto Espuela Solar, cuenta con una buena suficiencia en la implantación del proyecto objeto de la presente MIA en su modalidad regional.

VI.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En este apartado se presenta el Diagnóstico Ambiental del proyecto Espuela Solar, el cual se elaboró tomando como base la información reportada en el apartado de la Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental regional. El cual está enfocado a los aspectos de mayor relevancia observados, realizado una comparativa con el área de proyecto.

La disponibilidad de recursos naturales en la zona históricamente ha condicionado el establecimiento y supervivencia de las comunidades. El crecimiento y desarrollo urbano aumenta

la presión sobre los recursos y aumenta la demanda de servicios básicos como la producción primaria.

Como resultado del análisis, se ubicarán y aplicarán criterios e indicadores que permitan determinar la calidad del Sistema Ambiental regional a partir de los componentes ambientales relevantes y calificadores identificados. Se tomará como punto de partida los procesos de aprovechamiento (producción, explotación y/o transformación) así como del deterioro de los recursos naturales en detrimento en los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

La evaluación está basada en información de fuentes oficiales y aplicando metodologías estándar. Los recursos naturales son divididos en tres componentes principales agua, suelo y vegetación. En cada uno de estos temas se presenta una evaluación de la situación en la que se encuentra el estado del recurso y su relación con la capacidad y formas de producción.

La disponibilidad de recursos naturales en la zona históricamente ha condicionado el establecimiento y supervivencia de las comunidades. El crecimiento y desarrollo urbano aumenta la presión sobre los recursos y aumenta la demanda de servicios básicos como la producción primaria y secundaria principalmente

La zona no está catalogada dentro de **Zonificación Forestal**, dado que posee escas presencia de flora y fauna silvestre, y que el área de proyecto ni su área de influencia se encuentra inmersa en algún sitio considerado por CONABIO, en alguna zona prioritaria o de importancia ecológica para la conservación.

Condiciones topográficas – INERTE

La condición topográfica posee una influencia media con una influenciabilidad media, ya que el relieve es quien condiciona el establecimiento de la vegetación y asentamientos humanos, elementos cruciales para la dinámica del resto de los componentes ambientales. Las características topográficas de un área son las que determinan la estructura y composición de la biocenosis de un área específica, así como la dinámica en sus interacciones y esto se refleja en la ubicación de las localidades del SAr y de la principal actividad económicas, sin embargo, para el SAr se considera inerte toda vez que actualmente las modificaciones en este componente son prácticamente nulas por la ejecución del proyecto.

En apego al resultado del levantamiento topográfico, la superficie del predio es predominantemente muy plana, conformando por las cotas de relieve a cada cuatro m, la superficie del área de proyecto; 171.4610 ha representa un relieve sin cambios en la representación del terreno en donde se establecerán los componentes primarios y los componentes secundarios del arreglo eléctrico de la planta fotovoltaica solar.

Asentamientos humanos – CRÍTICO

Los asentamientos humanos presentan una influencia alta y una alta influenciabilidad en relación con la naturaleza del proyecto, por lo que se considera un componente crítico, debido a que su

incidencia en la dinámica del SAr ha determinado el actual estado de conservación de los elementos ambientales, considerando que el proyecto no se localiza en algún parque industrial, conforme al ordenamiento de los servicios requeridos por los principales asentamientos de la zona, en el ámbito municipal de Dolores Hidalgo C.I.N.

Calidad del aire – INERTE

La calidad del aire se considera como un elemento inerte, esto es porque las condiciones no se verán afectadas por la implementación del proyecto, toda vez que las etapas del proyecto donde se impactara este elemento es en la construcción y como se ha definido en la emisión de gases de efecto invernadero, estos serán muy bajo en cuanto a las emisiones calculadas, adicionalmente, las condiciones naturales del SAr permiten la dispersión de los contaminantes en un corto plazo de tiempo, según los resultados generales del Inventario de Gases de Efecto Invernadero del estado de Guanajuato 2021.

Confort sonoro – INERTE

Al igual que el elemento calidad del aire, el confort sonoro se considera como un elemento inerte, toda vez que se considera la cercanía de asentamientos humanos e industriaes y por lo tanto flujo considerable de vehículos en la zona, lo cual ha impacto desde hace décadas el confort sonoro, lo que se puede comprobar con los muestreos de fauna silvestre, que muestran que las principales zonas de refugio están en pequeños remanentes de vegetación, aledañas a las poblaciones humanas y en zonas de conservación media en manchones de arbustos, de los cuales en el predio de proyecto ha excluido estas zonas para obra y actividades del proyecto Espuela Solar.

Modificación de hábitat - fauna – PASIVO

La dinámica y composición faunística actual presenta una baja influencia, sin embargo, presenta una elevada influenciabilidad por el resto de los componentes principales del SAr. La fauna incide ligeramente en la composición y funcionamiento de la vegetación, sin embargo, la condición de cada uno de los componentes que estructuran la unidad de análisis del SAr; se identifica que la interacción con el desarrollo del proyecto no tendrá una alteración en el equilibrio que este guarda, una vez establecida su operación y mantenimiento, será principalmente con el grupo ornitológico.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la fauna silvestre del área de proyecto, existen diferentes grupos de especies que utilizan actualmente el área como refugio, descanso y área de alimentación. Se prevé que una vez que finalicen las actividades constructivas será posible que algunas especies vuelvan a ocupar el sitio principalmente aquellas especies generalistas que no necesitan hábitats especializados para su sobrevivencia.

Valor paisajístico – CRITICO

El valor paisajístico presenta una influencia alta y una alta influenciabilidad en relación con la naturaleza del proyecto, por lo que se considera un componente crítico, la influencia sobre los demás elementos es considerada media porque cualquier elemento que perturbe el paisaje, necesariamente implica construcción y puesta en marcha de equipos de transformación y generación de energía, generación de residuos, presencia de trabajadores etc. y esto a su vez tiene un elemento negativo dentro de los demás componentes.

Por otro lado y debido a que su incidencia en la dinámica del SAr es determinante en la forma en que se percibe la calidad paisajística, toda vez y a pesar de que el entorno se encuentra alterado en términos de la vegetación nativa que pudo existir en la zona y en que se localicen grandes centros de población a los alrededores, el hecho de tener extensiones como el predio del proyecto sin construcciones actuales, se considerada como un área antropizada donde se observan la presencia de la empresa Bachoco estalecida con granjas avícolas en el área de influencia y la modificación de los demás componentes del sistema SAr ya tienen alteración significativamente al paisaje.

Desarrollo económico – ACTIVO

Las actividades productivas son de influencia alta y mediamente susceptibles ante las alteraciones del resto de los elementos que conforman el SAr, toda vez que el actual proyecto representa una actividad de inversión y esto alterara algunos de los componentes del SAr, que cabe mencionar ya se encuentran alterados previamente como la calidad del aire por ejemplo, sin embargo, la modificación de los demás componentes naturales ya no representan influenciabilidad sobre el sector económico especifico del proyecto.

No así para otras actividades como las que se describen a continuación: el sector agrícola de la zona actualmente resulta de relevancia y si este sufriera una transformación importante, es claro que el efecto tendría alta influenciabilidad sobre los demás elementos, de forma positiva o negativa dependiendo de los cambios, sin embargo, el SAr lleva las últimas décadas con estas actividades como principal sustento económico y por lo tanto no se prevén cambios relevantes.

CAPÍTULO V

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

Índice de contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 3

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 4

V.1.1 Indentificación de impactos 5

V.1.2. Criterios y metodologías de evaluación 14

V.1.3. Impactos residuales 29

V.1.4. Impactos Acumulativos 31

V.2 CONCLUSIONES 33

Índice de Tablas

TABLA 1. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS POTENCIALES 7

TABLA 2. LISTADO DE ACTIVIDADES IDENTIFICADAS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO. 9

TABLA 3. LISTADO DE FACTORES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES 10

TABLA 4. VALORES DE IMPACTO. 17

TABLA 5. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO DE VALORES PONDERADOS DEL TOTAL EN LAS ETAPAS DEL PROYECTO 23

TABLA 6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES DEL PROYECTO ESPUELA SOLAR 30

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología Llevada a cabo para La Evaluación de Los Impactos Ambientales 14

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el Capítulo IV del estudio de impacto ambiental regional del Proyecto Espuela Solar se realizó la descripción sobre la situación actual de los componentes ambientales, comprendidos en la delimitación de la unidad del Sistema Ambiental regional definida del proyecto multicitado; orientado en aquellos sitios específicos para el desarrollo de obras y actividades de la conformación del proyecto. Las descripciones han considerado la infraestructura actual, así como su dinámica e interacción sobre los recursos naturales y socioeconómicos de la región.

En el presente Capítulo se describe una evaluación general del escenario de impacto ambiental actual derivado de las actividades realizadas y que tienen inherencia en los recursos naturales aledaños, a través de la evaluación de los impactos ambientales que se esperan y se identifican a causa del desarrollo del proyecto, en sus diferentes etapas.

Cabe mencionar que actualmente en la región se presentan algunas afectaciones al medio biótico tales como: vegetación terrestre con perturbación por actividades antropogénicas, principalmente basadas en actividades de producción primaria, con acentuadas actividades mecanizadas, así como con empleo de infraestructura agrícola y pecuaria, se identifican áreas desmontadas anteriormente, fragmentando el ecosistema.

Las actividades y alcances que se mencionaron en el Capítulo II y sus interacciones así como de los efectos con el entorno de la unidad del SAr definida para el proyecto Espuela Solar, misma que se constituye a base de una fuente de energía limpia, provocando impactos ambientales mínimos en comparación con otros proyectos que también generan energía utilizando otras fuentes y cuyo ciclo de desarrollo implican la demanda y presión sobre los recursos inherentes a la naturaleza de obra (Eólica, hidroeléctrica, nuclear, etc.).

En la generación de energía a través del recurso solar no se generan emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero significativos, la demanda de recursos para su óptimo desempeño no ejercerá presión sobre los recursos naturales de su entorno. El análisis de la evaluación de los efectos ambientales se refiere a la fase de la preparación de sitio/ construcción, Operación y Mantenimiento y el supuesto para la etapa de abandono de sitio.

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Un impacto ambiental es cualquier alteración en las condiciones ambientales o la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adversas o benéficas, causadas o inducidas por la acción de una actividad o conjunto de ellas.

En este sentido, la evaluación de impacto ambiental está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

La evaluación ambiental es un proceso interdisciplinario que aborda las diferentes problemáticas relacionadas con el desarrollo de un proyecto, desde la relación con los ámbitos sociales, el ámbito de las ciencias naturales, así como el proceso de construcción y su ingeniería, por su parte de la gestión y administración de la empresa a cargo de la construcción del proyecto y con el ámbito jurídico en materia de la administración ambiental.

La evaluación del impacto ambiental consiste en valorar los impactos que se producen sobre el ambiente, por un determinado proyecto. Esta evaluación nunca puede ser objetiva, ya que tiene siempre connotaciones subjetivas debido a que la referencia es la calidad ambiental, un concepto subjetivo (*Garmendia, 2005*). Varios métodos se han desarrollado y empleado en el proceso de la evaluación de impacto ambiental de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, satisface la variedad y tipo de actividades que intervendrán en un estudio, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos apropiados de las necesidades específicas de cada caso de estudio.

En este apartado de la información la promovente presenta la metodología, utilizada para identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales que se generarán por las distintas actividades del Proyecto Espuela Solar, considerando los impactos que serán significativos. En función de la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para desarrollar este apartado de la información, se considera que, en este proyecto se realizó una identificación y evaluación integral de las etapas que involucra al desarrollo del proyecto; en forma puntual, así como en lo general, con esta conjetura se estimó como técnica más adecuada para la identificación y evaluación del impacto ambiental la Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

V.1.1 INDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En relación al diseño del proyecto Espuela Solar, con la elección del sitio satisface los requerimientos técnicos, así como una basta radiación del sitio, así mismo como aspectos de carácter social y técnico reúne las condiciones óptimas, puesto que en la fase de campo no se observó un estrato arbóreo, solo se tuvo registro de cinco (5) elementos de agavácea dentro de las unidades de muestreo, los cuales se distribuyeron en el área de proyecto para la obtención del factor flora silvestre.

De acuerdo a los distintos componentes del ambiente, su implantación entre las comparativas, permiten determinar, para cada elemento del ecosistema; la magnitud de la alteración que, este recibirá, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. Otro aspecto importante de los indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa del desarrollo del proyecto, así para cada fase del proyecto se debe utilizar indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación deberán concentrarse a medida que se desarrolla el proyecto en cuestión.

Para identificar las acciones del proyecto que puedan afectar al Sistema Ambiental regional definido para el proyecto; se enlistaron todas las actividades que se deben emprender en cada una de sus diferentes etapas, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, condiciones analizadas con la finalidad de determinar las perturbaciones ocasionadas, por dichas fuentes de cambio en tiempo y espacio. Así mismo se plantea el escenario de abandono y desmantelamiento de las instalaciones en el supuesto de llegar a su vida útil y que, no se rediseñe su operación con las nuevas tecnologías existentes para una re-potenciación de la instalación del proyecto Espuela Solar.

A través del análisis sistematizado en forma de matriz con modificación en su diseño de interacciones, con los factores que generan los impactos y los receptores (variables ambientales) que a causa de las actividades en cualquiera de sus etapas de desarrollo Preparación de sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y de la etapa del Cierre, Abandono y desmantelamiento, con la intensidad de cada uno de estos impactos, es valorado en función de los criterios.

La identificación de impactos consistió en la detección de las actividades asociadas al proyecto producen alteraciones a las características de los factores/componentes y atributos ambientales, es decir, se valora cómo el proyecto se integra a su ambiente. Esta actividad se desarrolla con la ayuda de una matriz cruzada correlacionándolos, presentada como "Matriz de identificación de interacciones potenciales". La ***Matriz de Leopold*** (desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969.

El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor) se presenta en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato proporciona un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales. En la evaluación se presenta un vínculo claro entre el impacto ocasionado por una acción determinada y el recurso/receptor sobre el que se hace dicha acción. Así, la significancia de un impacto se encontrará siempre ligada a las características que presenta el medio donde incide.

En la Tabla 1, se presenta un listado de las acciones para cada etapa del proyecto y el **factor ambiental** correspondiente **que pudiera verse afectado**. Esta lista sirvió de base para la formación de las matrices de interacción.

La identificación de impactos ambientales consiste, principalmente, en detectar cuáles de las actividades asociadas al Proyecto producen alteraciones a las características de los factores/componentes y atributos ambientales, es decir, se valora cómo el Proyecto se integra a su ambiente. Esta actividad, desarrollada con la ayuda de una matriz cruzada correlacionando las actividades con los factores/componentes, la presentación de este formato proporciona un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

Una vez identificados los impactos, se procede a la fase de evaluación, la cual consiste en la calificación y priorización de dichos impactos, ajustados a la naturaleza, momento, especificidades y caracterización ambiental del área de influencia. En la evaluación se presenta un vínculo claro entre el impacto ocasionado por una acción determinada y el recurso/receptor sobre el que se hace dicha acción. Así, la significancia de un impacto se encontrará siempre ligada a las características que presenta el medio donde incide.

Durante el proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales, se llevó a cabo la revisión y el análisis del proyecto (obra civil), así mismo de un examen del medio natural y socioeconómico. La lista de actividades de la obra y sus factores, componentes ambientales; sirvieron de soporte para determinar las medidas técnicas que se aplicaron para la evaluación de los impactos generados.

Se contempla que el proyecto tiene como objetivo ser permanente, no obstante, se presenta un programa tentativo de cierre, desmantelamiento y abandono del sitio. Sin embargo, una vez que llegase a cesar la operación y que en un escenario no exista la inversión para repotenciar.

Tabla 1. Identificación de los factores ambientales e impactos potenciales

Factor Ambiental	Etapas de proyecto		
	Preparación del Sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento	Cierre abandono y desmantelamiento
Atmósfera	Partículas (generación de polvo), emisiones a la atmósfera por actividad recurrente de vehículos y maquinaria (emisiones a la atmósfera). Ruido debido al movimiento de vehículos y maquinaria, transporte de equipos y materiales.	Generación de residuos sólidos urbanos, domésticos y que se exponen al aire. Ruido (Límites permisibles en equipo Inversores y transformadores 60 -70 db y en la SET 77 db).	Partículas (generación de polvo), emisiones a la atmósfera por actividad y movimiento de vehículos y maquinara.
Geología y Geomorfología	Remoción de capa edáfica. Efecto de modificación en las características físicas del suelo, por movimiento de tierra. Movimiento de tierras por **excavación de cepas, cimentaciones y actividades de relleno**, nivelación y compactación, modificarán las características del relieve	No se contempla impactos	Modificación a las características de la subrasante (relieve) Movimiento de tierras por **desmantelamiento de cimentaciones y actividades de relleno**, nivelación y compactación.
Suelo	Se pudieran generar posibles daños al suelo por manejo inadecuado de sustancias y residuos sólidos urbanos, así como por aceites y lubricantes que emplean los	Se pudieran generar posibles daños al suelo, por manejo inadecuado de residuos. (vertidos accidentales de los aceites dieléctricos de los CTs, o de la SET).	Posible contaminación al suelo por un manejo inadecuado de los residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Debido a los acopios, y a la

Factor Ambiental	Etapas de proyecto		
	Preparación del Sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento	Cierre abandono y desmantelamiento
	vehículos y maquinaria en el sitio	Como consecuencia de averías o mantenimiento in situ de la maquinaria. Por el almacenamiento de los residuos (derrames, vertidos de combustibles y/o aceites)	generación y almacenamiento de los residuos, vertidos accidentales por los cambios de aceite de la maquinaria, hormigón sobrante
Hidrología	Incidencias del funcionamiento del padrón natural de drenaje (**en caso** de instalar infraestructura de soporte). Contaminación de cuerpos de agua intermitentes por inadecuado manejo de residuos (fuera de vallado).	No se contempla impacto, dado que las zonas de exclusión de proyecto evitan la intervención de los bordos instalados al interior de predio, así como zonas de captación en zonas de recuperación.	No se contempla impactos.
Vegetación silvestre	No se contempla la remoción de vegetación natural. Posible degradación de la vegetación inducida por las labores de construcción (golpeo), por el paso y movimiento de maquinaria, emisión de polvo y partículas contaminantes	Durante esta fase se permitirá la conservación de una cobertura de gramíneas a base de herbáceas.	No se contempla impacto.
Fauna silvestre	Desplazamiento de ejemplares por **ahuyentamiento, Atropellamiento** (pérdida) **y/o dispersión de la fauna debido al ruido, generado durante el manejo de los vehículos y maquinaría** de esta etapa	Posible afectación en aves (tordos y rapaces) de acuerdo a la ubicación del proyecto no se identifica ningún corredor biológico de aves o área de interés de conservación de aves. Desplazamientos debido al ruido generado por la instalación, así como el trasiego de vehículos y personas.	Aunque no se contempla impacto, se considera pequeña Alteración de algunas comunidades faunísticas que se llegasen a establecer en las inmediaciones de la Planta solar fotovoltaica.
Paisaje	En esta fase, el paisaje se verá modificado debido a la preparación de sitio. Afectación a la continuidad del Paisaje debido al montaje	Afectación a la continuidad del Paisaje debido a la presencia de paneles y demás estructuras y a	Modificación de la cuenca visual, por desmantelamiento y limpieza del sitio.

Factor Ambiental	Etapas de proyecto		
	Preparación del Sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento	Cierre abandono y desmantelamiento
	del arreglo de paneles fotovoltaicos.	paramenta del proyecto Espuela Solar.	
Socioeconómico	Las actividades productivas, se verán afectadas positivamente, debido a la contratación de personal temporal en esta etapa (empleo temporal) Incremento en el consumo de bienes y servicios, debido a la presencia de personal y parque vehicular y de maquinaria y equipo. Incremento en el consumo de bienes y servicios, debido a la presencia de personal y manejo de maquinaria para la actividad de Preparación de sitio y construcción	La disponibilidad de servicios será un satisfactor que modificará positivamente la calidad de vida de los habitantes en el sitio y del sistema ambiental definido para el proyecto. Las variables de Salud y Seguridad Social, así como la Educación, se beneficiarán debido a la disponibilidad de energía eléctrica, con la cual se estaría brindado un mejor servicio debido a la utilización de energía alterna sustentable.	Afectación positiva debido a la contratación de personal temporal en esta etapa (empleo temporal) Incremento de empleo temporal focalizado. Incremento en el consumo de bienes y servicios

Elaboración de lista de actividades potenciales de causar impactos.

El primer paso de la identificación de impactos consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades del Proyecto en sus diferentes etapas; Preparación del sitio, Construcción, Mantenimiento y Operación, así como del Abandono de sitio. Con base en esta información, se generó la siguiente lista de actividades para ejecutar el Proyecto.

Tabla 2. Listado de actividades identificadas para las diferentes etapas del proyecto.

Etapa de proyecto		Actividades
Preparación de sitio y Construcción	1	Contratación de equipos y personal.
	2	Limpieza.
	3	Rasante y terraplén.
	4	Trazo y nivelación.
	5	Excavaciones y compactación.
	6	Cimentación de estructuras de soporte, Cortes y rellenos.

Etapa de proyecto		Actividades
	7	Montaje de paneles solares, armado y nivelado.
	8	Uso de vehículos y maquinaria de construcción (transporte de materiales, equipo y personal)
	9	Generación de residuos sólidos urbanos.
	10	Generación de residuos de manejo especial.
	11	Generación de residuos peligrosos.
Operación y Mantenimiento	12	Funcionamiento y operación de paneles fotovoltaicos, SET y BESS.
	13	Mantenimiento de las estructuras e instalaciones.
	14	Generación de residuos sólidos urbanos.
	15	Generación de residuos de manejo especial.
	16	Generación de residuos peligrosos.
Cierre, abandono y desmantelamiento	17	Desinstalación del transformador principal, de inversores, equipos de medición, equipo de control y comunicación.
	18	Demolición de cimentaciones y edificaciones.
	19	Limpieza y retiro del material de demolición y retiro de residuos sólidos no peligrosos y de residuos peligrosos.
	20	Acciones de rehabilitación, restauración y/o compensación de las superficies intervenidas como des-compactación del terreno.

Los criterios y métodos retoman la función similar a los de valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación, lo que tratan es valorar conjuntamente el impacto global de las actividades de obra.

Tabla 3. Listado de factores y atributos ambientales

Componente	Factores ambientales	Indicadores de impacto	
Abiótico	Clima	1	Temperatura
	Geología y Geomorfología	2	Pendientes
		3	Topoformas
	Edafología	4	Erosión
		5	Compactación
		6	Calidad

Componente	Factores ambientales	Indicadores de impacto	
	Hidrología Superficial	7	Calidad del agua
	Hidrología Subterránea	8	Recarga de acuíferos
	Atmósfera	9	Calidad del aire y partículas suspendidas
		10	Confort sonoro
Biótico	Flora	11	Composición (abundancia y diversidad)
	Fauna	12	Composición (abundancia y diversidad)
		13	Especies bajo estatus de riesgo en NOM-059-SEMARNAT-2010
		14	Modificación de hábitat
Perceptual	Paisaje	15	Valor paisajístico
Social	Infraestructura	16	Servicios e infraestructura para la población
	Formación	17	Educación ambiental
Económico	Medio Económico	18	Desarrollo económico

A continuación, se hace una breve descripción de los indicadores, definiendo el término en que se evalúa y selecciona cada uno:

Temperatura: Corresponde a la variación en la temperatura ambiental, así como su incidencia sobre el terreno, por causa de la modificación de algún agente externo, siendo dicho indicador mensurable, en día/mes, en grados Celsius o grados Fahrenheit.

Pendientes: Toma en cuenta la modificación que sufre las pendientes del terreno por los cambios a causa de la implementación del proyecto, dado que dicha característica se relaciona con algunos otros factores que puede causar un impacto secundario (relieve, pendientes, terraplenes), la estimación es subjetiva de los cambios en pendientes.

Topoformas: Es referente a la morfología topográfica del área, este factor se evalúa debido a que las actividades causaran un impacto directo en la topografía y sus relieves.

Erosión: Proceso en el cual el viento o corrientes de agua arrastran parte del suelo desprovisto de vegetación. Cuando esta se acelera, los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que se reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, por lo que es considerado por ser una afectación directa hacia el factor suelo, y que pueda causar su pérdida; siendo medido en pérdida de suelo en tm/ha/año.

Compactación: Alteración de la condición de las partículas de suelo, provocando su máximo contacto, mediante la reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos; lo cual provoca la modificación de las condiciones del suelo y trae consigo diferentes afectaciones secundarias tales como: impermeabilización, dureza, entre otras. Pudiéndose medir dicha afectación por medio de la densidad *proctor* en porcentaje.

Calidad (suelo): Alteración o contaminación de la calidad del suelo, se valora en la presencia o ausencia de residuos peligrosos principalmente. Medible mediante la disposición adecuada de residuos o aceites, kg de basura o derrame de combustibles.

Calidad del Agua: Referido a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Condición que es medible por métodos analíticos de acuerdo a índices de calidad del agua para observar si se produce algún tipo de alteración a las condiciones originales del agua en el área.

Recarga de acuíferos: Este indicador se refiere a las afectaciones que pudiera recibir el agua subterránea por la infiltración de contaminantes como lixiviados, aceites o combustibles que se reflejarían en la calidad del agua. También se refiere a la impermeabilización de superficies que afectarían la recarga del manto acuífero. Siendo medible en tipología, cantidad en hm^3 y áreas de recarga en km^2.

Calidad del aire y partículas suspendidas: Expresada en términos de ausencia o presencia de partículas en suspensión derivadas de las emisiones de vehículos automotores y maquinaria utilizada en el proyecto. También se refiere a la dispersión de polvos producto del

movimiento de tierras y de las actividades de transporte de materiales, y las emisiones de COV´s por manejo de gasolina, pudiendo ser medida la concentración en p.p.m. o en porcentaje %.

Confort sonoro: Corresponde a los ruidos y vibraciones generados por vehículos y maquinaria utilizados, así como del personal presente en el proyecto; dichos niveles sonoros y de vibración pueden ser medidos mediante instrumentos en dB, grados g para la aceleración, entre otros, con lo que se puede estimar la variación entre las condiciones originales y las condiciones durante la implementación del proyecto.

Composición (abundancia y diversidad): Como indicador se utiliza el número de especies biológicas (flora y fauna) presentes en el sitio, que pueden verse afectadas alterando así la biodiversidad del sitio. La medición de esta característica se pueda hacer mediante el Índice de rareza, diversidad, poblacional, regeneración en porcentaje.

Especies en riesgo nacional en NOM-059-SEMARNAT-2010: Se utiliza este atributo como indicador por la posible afectación sobre el número de individuos de flora y fauna enlistados bajo alguna categoría de riesgo ante la NOM-059-SEMARNAT-2010, y los cuales de acuerdo a sus características necesitan condiciones especiales para su conservación. La medición de esta característica se puede realizar mediante índices de población ponderada afectada en porcentaje.

Modificación de hábitat: Indicador que permite reconocer el grado de cambio de las condiciones medioambientales del área debido a las actividades del proyecto realizadas en el área.

Valor paisajístico: Se refiere a los valores perceptuales, incluyendo consideraciones de orden estético. Denota la expresión de los valores estéticos y emocionales del medio natural.

Se tendrá en cuenta: Visibilidad o territorio que puede apreciarse desde una zona o punto determinado (cuenca visual), la Calidad paisajística que incluye las características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua, entre otras), la calidad visual del entorno inmediato (500-700 m) (litología, formaciones vegetales, grandes masas de agua, entre otras), y la calidad de fondo escénico (intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales y su diversidad, geomorfología); la fragilidad , o capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él; y la frecuentación humana, ya que la población afectada incide de manera

directa en la calidad del paisaje (se tendrán en cuenta núcleos urbanos, accesibilidad, puntos escénicos, zonas de población temporal, dentro de la zona de visibilidad).

Servicios e infraestructura: Indicador que, a diferencia del empleo, se refiere a servicios que se requirieron y se requieran contratar tales como: recolección de basura, renta de maquinaria, entre otros y la compra de insumos, y lo que trae consigo.

Educación ambiental: Este indicador refiere a los cursos de capacitación que recibieron y/o recibirán los trabajadores en general de la obra, con la finalidad de sensibilizarles hacia el respeto de la flora y fauna silvestre y llevar a cabo buenas prácticas ambientales en general con respecto a la obra y sus actividades. Este se puede medir en el porcentaje de asistentes del total de la plantilla.

V.1.2. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

a) Caracterización de los impactos

La identificación y evaluación de los impactos ambientales que se consideran se generaron y aquellos que pueden causarse por el proyecto de estudio, se evaluaron mediante la matriz de simple interacción y la matriz de importancia de Conesa.

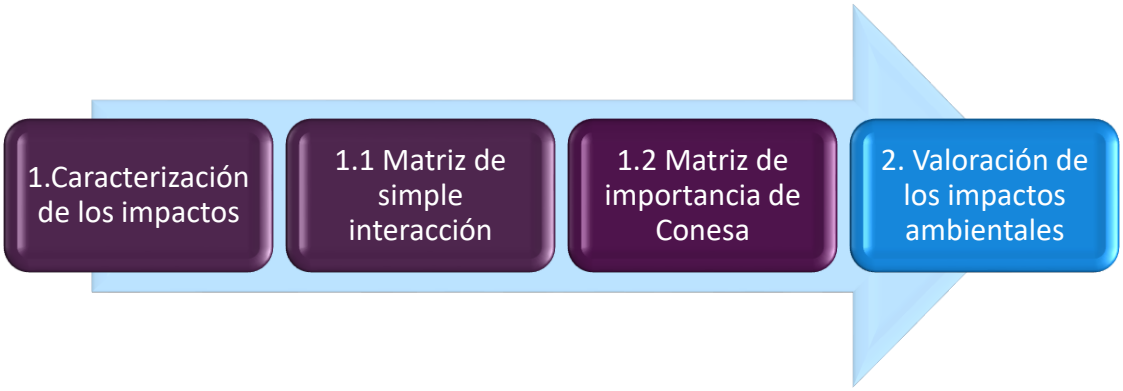


Figura 1. Metodología llevada a cabo para la evaluación de los impactos ambientales.

Se evaluaron los impactos ambientales del proyecto a partir de las 20 actividades particulares planteadas en las etapas de preparación del sitio y construcción y de la etapa de operación y

mantenimiento, así como de la etapa de para cada uno de sus componentes principales, así como las obras asociadas en conjunto.

a) Matriz de interacción simple

La Matriz de interacción simple (proyecto-ambiente) consiste en la elaboración de una plantilla en donde las actividades que ya se realizaron y las que están por realizarse por la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se colocan en el eje vertical (columnas) y en el eje horizontal (filas) se ubican los factores ambientales con sus respectivos atributos que se encontraron presentes en el área en que incidirá el proyecto y sus actividades.

Los criterios de la matriz de interacción simple son los siguientes:

a: la interacción entre factores ambientales y la acción generará un impacto adverso de bajo grado al Sistema Ambiental regional.

A: si se considera que la interacción generó y/o genera un impacto adverso de alto grado al Sistema Ambiental regional.

b: si se considera que la interacción fue o será benéfica de bajo grado

B: si se considera que la interacción fue o será benéfica de alto grado

Sin letra: se considera que no existe efecto alguno por la interacción, se considera nula o despreciable.

Posteriormente se analizaron los resultados obtenidos en la plantilla, se descartaron las interacciones nulas y se procedió mediante la metodología de la Matriz de Importancia de Conesa a caracterizar y evaluar la importancia de afectación de las interacciones identificadas.

De esta manera, para la unificación de la matriz de interacción simple como primer paso se definieron las actividades de proyecto que se integrarían en la misma, a las cuales se les denominó actividades impactantes.

a. Impacto adverso de bajo grado (-)
b. Impacto benéfico de bajo grado (+)
A. Impacto adverso de alto grado (-)
B. Impacto benéfico de alto grado (+)

				PREPARACIÓN DEL SITIO y CONSTRUCCIÓN											OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					CIERRE Y DESMANTELAMIENTO			
				Contratación de equipos y personal.	Limpieza.	Rasante y terraplén.	Trazo y nivelación.	Excavaciones y compactación.	Cimentación de estructuras de soporte, Cortes y rellenos.	Montaje de paneles solares, armado y nivelado.	Uso de vehículos y maquinaria de construcción (transporte de materiales, equipo y personal)	Generación de residuos sólidos urbanos.	Generación de residuos de manejo especial.	Generación de residuos peligrosos.	Funcionamiento y operación de paneles fotovoltaicos, SET y BESS.	Mantenimiento de las estructuras e instalaciones.	Generación de residuos sólidos urbanos.	Generación de residuos de manejo especial.	Generación de residuos peligrosos.	Desinstalación del transformador principal, de inversores, equipos de medición, equipo de control y comunicación.	Demolición de cimentaciones y edificaciones.	Limpieza y retiro del material de demolición y retiro de residuos sólidos no peligrosos y de residuos peligrosos.	Acciones de rehabilitación, restauración y/o compensación de las superficies intervenidas como des-compactación del terreno.
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Componente	Factores ambientales		Atributos																				
Abiótico	Clima	1	Temperatura (microclima)												a								
	Geología y Geomorfología	2	Pendientes			a	A	a	a				a									a	
		3	Topoformas				a	a	a												a	a	
	Edafología	4	Erosión				A	a					a		a	a						a	a
		5	Compactación		a	a	A	A	a				a		a		A					a	a
		6	Calidad				a	a	a		a		a			A	a						
	Hidrología Superficial	7	Calidad del agua	a									a	a	a	A	a	a	a			a	
	Hidrología Subterránea	8	Recarga de acuíferos				a	a						a	a		a		a			a	
	Atmósfera	9	Calidad del aire y partículas suspendidas	a	a	a	a	a	a		a		a	a	a	a	a	a	a	A	a		A
		10	Confort sonoro			a	a	a	a		a				A	a				A		a	a
Biótico	Flora	11	Composición (abundancia y diversidad)		a											a							B
	Fauna	12	Composición (abundancia y diversidad)	a	a											a							a
		13	Especies bajo estatus de riesgo en NOM-059										a										
		14	Modificación de hábitat			a	a	a							a							a	a
Perceptual	Paisaje	15	Valor paisajístico				a	A					a		A	a						a	
Social	Infraestructura	16	Servicios e infraestructura para la población							b	b		b	b	b		b	b	b			B	b
	Capacitación	17	Educación ambiental	b					b							b						b	b
Económico	Medio Económico	18	Desarrollo económico						b		b	b	b	b	b	b	b	b	b			B	B

	a	A	b	B	Total
	-1	0	0	0	-1
	-5	-1	0	0	-6
	-5	0	0	0	-5
	-6	-1	0	0	-7
	-7	-3	0	0	-10
	-6	-1	0	0	-7
	-8	-1	0	0	-9
	-7	0	0	0	-7
	-15	-2	0	0	-17
	-8	-1	0	0	-9
	-2	0	0	0	-2
	-4	0	0	0	-4
	-1	0	0	0	-1
	-6	0	0	0	-6
	-5	-1	0	0	-6
	0	0	9	9	18
	0	0	5	5	10
	0	0	10	10	20

a	3	4	5	7	8	6	0	3	0	8	3	7	5	4	2	3	0	0	9	5	**82**
A	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	0	0	1	**13**
b	1	0	0	0	0	2	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	0	0	1	2	**25**
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	**4**
Total	-2	-4	-5	-10	-10	-4	1	-1	1	-6	-1	-7	-4	-3	0	-1	-2	0	-6	-2	**-66**

Matriz de simple interacción.

b) Matriz de importancia de Conesa

El Procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental elaborado por Conesa Fernández (1997) consiste en la elaboración de una plantilla en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje vertical (columnas) de la matriz y en el eje horizontal (filas) se ubican los atributos de los diferentes factores ambientales que se encontraron presentes en el área en que incidirá el proyecto y sus actividades, funcionando como indicadores de los impactos, considerando que:

"Indicador de Impacto Ambiental" es la propiedad de algún elemento ambiental que puede ser medida cualitativamente y/o cuantitativamente respecto del nivel de cambio de su estado natural derivado de la influencia directa o indirecta de un agente de cambio; y el término "Agente de Cambio" lo definimos como cualquier actividad que se desarrolle y cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental Regional en el que incide.

En cada celda de interacción entre factor ambiental y actividad del proyecto se coloca la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en el cuadro siguiente, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros símbolos anteriores.

De estos once símbolos, el primero corresponde al signo o naturaleza de este, reflejando los diez siguientes, los atributos que caracterizan dicho efecto o interacción.

Tabla 4. Valores de impacto.

Naturaleza		Intensidad (Grado de Destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto prejudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) **(Área de Influencia)**		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) **(PERMANENCIA DEL EFECTO)**		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) **(POTENCIACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN)**		ACUMULACIÓN (AC) (INCREMENTO PROGRESIVO)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	

Naturaleza		Intensidad (Grado de Destrucción)	
(RELACIÓN CAUSA-EFECTO)		(REGULARIDAD DE LA MANIFESTACIÓN)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) **(RECONSTRUCCIÓN POR MEDIOS HUMANOS)**		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable inmediato	1	**I= ± (3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF +PR +MC)**	
Recuperable a medio plazo.	2		
Mitigable y/o compensable	4		
Irrecuperable	8		

La importancia del impacto en esta técnica es la estimación mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de una alteración producida; así como la caracterización del efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

A continuación, se describe el significado de los símbolos mencionados, que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

Signo**:** Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (I) Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, el ámbito específico que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX) Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, 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, se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si además de crítico, el efecto es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa a la operación o proceso de la actividad que da lugar al efecto, anulando la causa que lo produce.

Momento (MO) El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo trascurrido sea nulo, el momento será Inmediato; si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, Mediano Plazo (2); si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE) Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4)

Reversibilidad (RV) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna el valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos un valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son idénticos a los asignados en el parámetro anterior.

Sinergia (SI) Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a lo que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC) Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

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 este como una acción de segundo orden.

Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 será cuando sea directo.

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 le asigna un valor (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).

Recuperabilidad (MC) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) si lo es de manera inmediata, o (2) si lo es a mediano plazo; si la recuperación es parcial, el efecto es mitigable, y toma el 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 caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Importancia del Impacto (I) Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, es decir, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental considerados.

I=± [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

Presenta valores intermedios entre 40 y 609 cuando se va alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.

Los impactos moderados presentan una importancia entre 26 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 51 y 75 y críticos cuando el valor sea superior al 75. (Conesa, 1997).

De esta manera se generó la Matriz de Importancia de Conesa para el proyecto, en la cual se da una valoración de importancia a los impactos por las interacciones señaladas entre las actividades del proyecto con los atributos de los subcomponentes y como se ha venido mencionando, los impactos de las etapas de preparación del sitio y construcción son impactos ya ocurridos, mientras que los impactos a considerar en la etapa de operación y mantenimiento se consideran como permanentes.

Con los valores mínimos y máximos obtenidos en la matriz de Conesa, se generó la siguiente plantilla de valores ponderados:

Tabla 5. Matriz de evaluación de impacto de valores ponderados del total en las etapas del proyecto

COMPONENTE	FACTORES AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE, DESMANTELAMIENTO O ABANDONO	TOTAL
Abiotico	Clima	Temperatura (microclima)	0	-16	0	-16
	Geología y Geomorfología	Pendientes	-150	0	-18	-168
		Topoformas	-102	0	-44	-146
	Edafología	Erosión	-103	-33	-46	-182
		Compactación	-154	-40	-49	-243
		Calidad	-140	-40	0	-180
	Hidrología Superficial	Calidad del agua	-57	-93	-16	-166
	Hidrología Subterránea	Recarga de acuíferos	-87	-51	-24	-162
	Atmósfera	Calidad del aire y partículas suspendidas	-268	-114	-90	-472
		Confort sonoro	-118	-62	-72	-252
Biótico	Flora	Composición (abundancia y diversidad)	-24	20	37	33
	Fauna	Composición (abundancia y diversidad)	-45	-19	-30	-94
		Especies bajo estatus de riesgo en NOM	0	0	0	0
		Modificación de hábitat	-105	-19	-50	-174
Perceptual	Paisaje	Valor paisajístico	-92	-63	-18	-173
Social	Infraestructura	Servicios e infraestructura para la población	119	115	61	295
	Capacitación	Educación ambiental	42	26	32	100
Económico	Medio Económico	Desarrollo económico	134	118	46	298
		TOTALES	-1150	-271	-281	**-1702**

c) Valoración de los impactos

La proyección de la magnitud de las alteraciones que pudieran ocasionar los impactos significativos caracterizados sobre los aspectos bióticos y abióticos en su área de influencia y su sistema regional en las que se pretende instalar el proyecto Espuela Solar se describen a continuación tanto los impactos adversos (negativos) como los benéficos (positivos).

V.1.2.1 IMPACTOS ADVERSOS

Se describen inicialmente los impactos adversos de mayor relevancia para el proyecto, para cada factor ambiental identificado, se enmarcan los elementos (indicador ambiental de impacto) más afectados, los cuales se describirán a mayor detalle al final de este apartado.

Clima

Este factor se vio afectado en bajo grado y con una extensión de puntual a parcial, ya que sus impactos en general son moderados, debido a que la instalación de la red de distribución del proyecto no incidirá directamente en los cambios en el microclima, las alteraciones serán mínimas y puntuales.

Hidrología Superficial

Afectación a la calidad del agua

En las actividades de preparación del sitio y construcción se podrá prever el potencial de incrementar la debida protección de los cuerpos de agua existentes, sobre los bordos constituidos en el predio, en los cuales se evitan posibles impactos definiendo sobre estos, las zonas de exclusión del proyecto. Por lo que no serán intervenidos por ninguna obra ni actividad del proyecto, conforme a lo observado y delimitado del área de vallado y conforme a lo indicado en el estudio hidrológico realizado del proyecto.

Conforme a los resultados del estudio hidrológico el análisis determina que de las conclusiones del Modelo geométrico; se obtuvo de la configuración altimétrica de la zona del predio de proyecto, este se clasifica en dos partes, zona plana y zona abrupta, correspondiente a las zonas en los límites al oeste y parte norte principalmente.

Del modelo hidráulico, de acuerdo a los hietogramas obtenidos en el estudio hidrológico (precipitaciones de diseño) se ingresaron al modelo para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno).

De la configuración, los escurrimientos que se presentan en la zona de los límites del proyecto son de tipo laminar, cuyos calados no exceden los 20 cm. de profundidad, asociados a un periodo de retorno de 100 años.

Por su parte la Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados dentro de cada una de las diferentes etapas del proyecto, derivado de la presencia de diferentes frentes de trabajo en cada etapa del Proyecto será operado a través de plan de manejo integral de los residuos generados.

Hidrología Subterránea

Recarga de acuíferos

Este factor se estima un impacto moderado en general, por la contribución, aunque mínima del Proyecto cuando se ejecuten excavaciones, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción, a pesar de ello tales efectos pueden ser mitigables.

Disminución en la capacidad de infiltración, podrían potencializar la modificación de la capacidad de infiltración del sitio, provocando un desequilibrio en el ciclo natural del agua de manera puntual.

Con relación a los resultados obtenidos del Estudio hidrológico, se tiene que, en la zona noroeste con respecto a los límites del área de proyecto, se observa la formación de escurrimientos importantes, cuyo comportamiento hidráulico no repercute a los límites del vallado donde se emplazará el proyecto Espuela Solar en 171.4610 ha.

Flora

Afectación a la composición de la flora (abundancia y diversidad)

El área de proyecto posee un uso de suelo de agricultura de temporal anual, existen zonas de recuperación de especies arvenses en las inmediaciones de los bordos establecidos para uso pecuario (agostadero), y como ya se indicó estas zonas se excluyeron del proyecto Espuela Solar,

No se omite mencionar que derivado de los muestreos de campo, se pudo constatar que la totalidad del uso de suelo en la zona del proyecto no cuenta con vegetación nativa forestal, salvo vegetación arvenses que han surgido por el descanso de la producción de cultivo, de tal forma que este impacto tiene una importancia baja, a pesar de ello no se presenta cobertura forestal que se afecte como se mencionó anteriormente, y en evaluación global el total fue de los más bajos para el proyecto.

La continuidad de la vegetación a nivel regional no se verá afectada, toda vez que la posible afectación a este factor ambiental refirió solo al retiro de vegetación secundaria (herbáceas y pastos) en el área de implementación del proyecto. Derivado de los muestreos realizados dentro del área del proyecto no se identificaron especies listadas en la en la 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.

Fauna

Modificación de la composición de la fauna.

La fauna silvestre, se verá afectada debido al aumento de los niveles sonoros (principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción), así como por las actividades antrópicas que se desarrollaron en el proyecto, como el de tránsito vehicular, presencia humana, los cuales contribuyeron al estrés en la fauna local y ocasionó el desplazamiento de especies sensibles.

La fauna favorecida y que permanece en el sitio es aquella tolerante al disturbio y presencia humana. La importancia del impacto va de compatible a moderado, ya que las actividades, del proyecto se efectuarán en una zona llana y de uso agrícola de temporal anual y actividad pecuario, por lo que hábitat actual de especies tolerantes (tordos y rapaces) así como de roedores menores no estará comprometido, ya que los posibles refugios o de estadía para estos grupos, no se ubican en el área de proyecto ni menos en el área de vallado (171.4610 ha) sino más bien en aquellas zonas aledañas a los cuerpos de agua artificiales e intermitentes de las cuales no se tendrá ningún tipo de intervención por la obra, ni algunas de las actividades del proyecto, toda vez que, se observaron individuos tolerantes a las acciones antropogénicas, y/o que se han adaptado como mecanismo de tolerancia por las actividades predominantes del uso de suelo agrícola de temporal anual en descanso en el área de proyecto y en activo en las inmediaciones.

Con la implementación del Proyecto se espera que la mayoría de las especies que actualmente se distribuyen dentro del sitio como se ha mencionado, avífauna, y mamíferos que debido a las prácticas de producción agrícola, serán las que se desplacen de manera temporal, sobre las zonas aledañas en la parte noroeste principalmente, donde se identifican la formación de escorrentías temporales muy considerables para las condiciones reubicación, por lo que se aplicarán las respectivas medidas de mitigación, es decir, labores de rescate y reubicación de especies silvestre en los alrededores para que puedan recuperarse y establecerse en otras áreas aledañas durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Por su parte como se indicó, en el área de proyecto una vez iniciada su operación, se permitirá la regeneración natural de pastos y elementos herbáceos, lo que atrae a especies de talla menor como lagartijas y roedores, al crearse un microclima, por lo que se puede definir este aspecto, en dirigir estrategias preventivas de rescate y reubicación.

V.1.2.2 IMPACTOS ADVERSOS CON MAYOR RELEVANCIA

Paisaje

Debido a que se prevé la presencia de distintas instalaciones asociadas al Proyecto, el paisaje se verá modificado desde la preparación del sitio hasta la puesta en marcha del Proyecto provocaría una mayor percepción de pérdida de cualidades estéticas del paisaje original.

En cuanto a la calidad del paisaje este radica en su naturalidad, a mayor superficie con presencia de elementos naturales mayor es la calidad

Se determinó que fue de los indicadores más afectados, el impacto se consideró moderado en todas sus etapas principalmente en la de preparación del sitio y construcción que serán las de mayor incidencia en el paisaje, sin embargo, el efecto negativo sobre el paisaje será permanente durante la vida útil del proyecto la cual es indeterminada, sin embargo, es importante mencionar que, la ocurrencia del impacto será desde la etapa de preparación del sitio y se mantendrá hasta el desmantelamiento, sin embargo, se considera que la intensidad más alta será en las etapas iniciales y disminuya con el paso del tiempo.

Atmósfera (aire)

Afectación a la calidad del aire por partículas suspendidas

Se consideró que este impacto fue de importancia compatible a moderada en general para todas las etapas, se dio a través de las emisiones de gases de maquinaria, vehículos y equipos o generación de polvos en el área de ocupación de obras que están asociadas al efecto de las corrientes de viento sobre materiales sueltos.

En todas las etapas las emisiones de polvos se consideran fugaces, así como las de compuestos orgánicos volátiles, las cuales serán inconstantes y de alcance local o extensión parcial. Este impacto es reversible, si se toma en cuenta que el efecto finaliza casi inmediatamente después que cesa la actividad causante. Las fuentes generadoras de gases contaminantes asociadas al proyecto corresponden a la presencia de vehículos y maquinaria, consideradas como fuentes móviles, mismas que serán utilizadas con diferentes intensidades.

Derivado del movimiento de tierras, como el despalme, nivelación y conformación del terreno, se producirá la dispersión de polvos, por lo que este impacto está asociado a las actividades propiamente de la construcción y al uso de vehículo.

Confort sonoro

En el área del proyecto se incrementaron los niveles sonoros principalmente a causa de las actividades propias de las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente. La mayoría de las actividades que se desarrollarán dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción estarán relacionadas con el empleo de maquinaria pesada, así como la circulación de vehículos pesados, necesarios para el traslado de materiales.

La concentración del impacto fue puntual ya que afectó sólo al área en que se produce y fue fugaz debido a que una vez que cesaron las máquinas de operar y su construcción, desapareció el impacto.

El incremento de niveles sonoros repercute en la fauna silvestre local, ahuyentándola del sitio a lugares con menor perturbación humana. El impacto se considera de importancia compatible a moderada en general, sin embargo, algunas actividades producirán mayores niveles sonoros que otras. Como el equipo a instalar del Sistema de Almacenamiento de Energía.

En cuanto a la etapa de la operación y mantenimiento de proyecto como ya fue señalado que, el equipo *trafo* del Sistema de Almacenamiento de Energía, emitirá niveles de ruido a considerar en su operación.

V.1.2.3 IMPACTOS BENEFICOS

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del proyecto causó impactos positivos los cuales se presentan en los siguientes factores evaluados:

Infraestructura

Se generaría infraestructura de tal forma que esta es benéfica para la población, ya que la Planta solar fotovoltaica del proyecto Espuela Solar, facilita un suministro constante y seguro de energía a los usuarios finales, quienes pueden contar con una opción más amigable con el medio natural, evitando en emisiones de gases de efecto invernadero principalmente.

Capacitación

El medio social se verá beneficiado debido a que en actividades de la etapa de operación se llevan a cabo simulacros y sesiones informativas a la población en general dentro del área del proyecto y su zona de influencia, con la finalidad de fomentar la cultura de la seguridad en la población, dichos simulacros se realizan en coordinación con las autoridades responsables de protección civil, informando a la población sobre las acciones seguras que se deben realizar en caso de un incidente con la red de distribución de gas natural.

Medio Económico

Debido a la naturaleza del proyecto se generaron empleos temporales principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción, por su parte los empleos permanentes para la operación y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico ya no requerirá, solo se trataría de demanda de servicios esporádicos por la renta de maquinaria y adquisición de materiales a lo largo de esta etapa, concerniente a la etapa del cierre abandono y desmantelamiento, se reactiva la necesidad de mano de obra local y demanda de servicios e insumos locales, en menor medida que la fase de construcción.

V.1.3. IMPACTOS RESIDUALES

El Instituto de Investigaciones ecológicas (*Estevan, 1999*) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden

ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o sin compatibilidad con los objetivos del proyecto. Así mismo, el entonces SEMARNAP (2000) lo define como el *impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*. la Fracción X, del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental el cual dispone lo siguiente:

"X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación".

Los impactos residuales detectados del Proyecto Espuela Solar, se presentarán principalmente en la etapa de Preparación de sitio y su Construcción por la generación de residuos. En el elemento del sistema ambiental, se mencionan las posibles medidas de mitigación o compensación para dichos impactos.

En lo que respecta a la generación de los residuos sólidos, estos se continuarán generando en todas las etapas del proyecto, el control y mitigación a esta causa, se abordará con la implementación de buenas prácticas, actuaciones que suponen una transformación de las formas del funcionamiento basadas en la separación, recicle y el re-utilización de aquellos residuos que reúnan la condición de ser así; la adopción de un plan integral de los residuos sólidos del Proyecto Espuela Solar, constituirá un control y minimización de la afectación al entorno del proyecto.

Tabla 6. Identificación de impactos residuales del proyecto Espuela Solar

Acción	Impacto ambiental detectado	Efecto residual	Medida de mitigación
Paisaje, instalación de estructuras	Ruido.	Equipo de Sistema de Almacenamiento de Energía fuente de ruido a lo largo de la operación	Plan de Cierre, abandono y desmantelamiento del sitio.
	Efectos visual-sensitivo de los transeúntes por los caminos vecinales existentes en las inmediaciones al predio donde se construirá la planta solar fotovoltaica.	Elemento artificial en el paisaje natural	Ruido desaparecería y el Paisaje se transformaría a restaurar el sitio

V.1.4. IMPACTOS ACUMULATIVOS

La identificación y evaluación de los impactos ambientales en una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional deberá estar orientada a centrarse en aquellos que por su naturaleza puedan resultar acumulativos, según lo dispuesto por la Fracción VII, del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental el cual dispone lo siguiente:

"VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente".

La relevancia de identificar los cambios que se están generando o que ya han ocurrido en el ambiente como resultado de otras actividades humanas, que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa. el efecto aditivo entre las actividades del proyecto Espuela Solar y las actividades productivas, económicas establecer los impactos acumulativos, se analizaron las tendencias históricas identificadas en el análisis retrospectivo de los atributos del ambiente (bióticos y abióticos) tanto a escala del SAr así como del Área del Proyecto.

Como en muchos campos de la Evaluación del Impacto Ambiental, la acumulación va a depender de la vulnerabilidad y/o fragilidad de los factores ambientales y de la naturaleza del proyecto que origina las acciones potencialmente perturbadoras; así, para el caso del proyecto Espuela Solar, los factores de mayor vulnerabilidad, es el **Paisaje** y susceptibilidad de calidad del aire. En lo que respecta al aspecto de la **Fauna silvestre** y por actividades económicas también consideran repercusiones significativas, no obstante que el aspecto económico incide de forma positiva sobre la dinámica en el entorno y en la propia zona.

Con la evaluación resultante de la importancia del impacto, y que por sus características pueden considerarse como impactos Acumulativos; resultaron la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera, Calidad de vida de los habitantes del área de Influencia en la etapa de preparación de sitio y Construcción y que por igual persistirá sobre calidad de vida de los habitantes también en la operación y mantenimiento del proyecto.

Por su parte la fauna silvestre adaptada, así como aquella fauna que, desarrolla condiciones resilientes por la condición de permitir regeneración natural bajo el arreglo de paneles fotovoltaicos tendrán una fusión interactuante en cuanto a sus desplazamientos y estadías temporales.

A nivel regional, haciendo énfasis en el SAr, los impactos acumulables podrán ser absorbidos sin causar desequilibrios ecológicos en el sitio, siempre y cuando se desarrollen las medidas de mitigación oportunas que garanticen la integridad, sustentabilidad y conservación del medio. Dichas estrategias de prevención, mitigación y protección serán ahondadas en el capítulo VI de la presente MIA regional.

Proyectos identificados en el SAr durante los recorridos y trabajos de campo, y actividades de levantamiento de información en campo realizados en el área del Sistema Ambiental regional, se identificaron algunos proyectos e infraestructuras en operación, como las granjas de producción avícola y otras porcinas, por su parte infraestructura de producción protegida (invernaderos) para legumbres principalmente. La presencia de estos elementos evidencia el grado de transformación del entorno regional y permite contextualizar el estado actual del territorio.

Infraestructura carretera y caminos de acceso: Se identificaron carreteras estatales y caminos secundarios que facilitan la conectividad entre comunidades y permiten el acceso a las áreas de estudio. Estos caminos han influido en la modificación del paisaje natural y han facilitado el desarrollo de actividades productivas.

Infraestructura eléctrica: Se identifica la presencia de líneas de transmisión y subtransmisión de media tensión, los cuales forman parte de la infraestructura energética existente sobre la marginal de la vía 51 carretera Ojuelos de Jalisco -Dolores Hidalgo C.I.N., a la altura de km 99.

V.2 CONCLUSIONES

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al desarrollo del Proyecto Espuela Solar, se concluye que la mayor concentración y severidad de los impactos se presentará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, disminuyendo de manera progresiva conforme el proyecto avanza hacia las fases de operación, mantenimiento y del Cierre, abandono y desmantelamiento.

La evaluación demuestra que los impactos negativos identificados son, en su mayoría, prevenibles o mitigables mediante la aplicación estricta, oportuna y continua de las medidas de mitigación establecidas, permitiendo reducir sus efectos y evitando la generación de desequilibrios ecológicos significativos dentro del Sistema Ambiental regional.

Por su parte, los impactos positivos se concentran en el medio socioeconómico, principalmente a través de la generación de empleo y la demanda de servicios, previéndose un beneficio directo en las localidades cercanas del proyecto Espuela Solar.

CAPÍTULO VI

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

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

TABLA DE CONTENIDO

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

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL..... 2

VI.1.1 Medidas preventivas, de mitigación y en su caso compensación 5

VI.2 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS 6

VI.3 PROCESO PARA MEJORAR Y ADOPTAR MEDIDAS 15

VI.3.1 Clasificación de las Medidas de mitigación..... 15

VI.3.2 Críterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación..... 17

VI.4 EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS 20

VI.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... 21

VI.6 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS 21

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN 6

TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 8

TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL CIERRE Y ABANDONO DE PROYECTO. 9

TABLA 4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN. 11

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

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación y evaluación de impactos ambientales desarrolladas en el Capítulo V, se obtuvieron y señalaron los impactos más significativos o que derivan en efectos adversos, mismos que sirvieron de base para analizar y proponer medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, se cuenta que de los impactos identificados y evaluados son ineludibles, así mismo la aplicación de las medidas se caracteriza y enfoca a prevenir, resarcir y en su caso eliminar los efectos negativos.

También se identificaron aquellos impactos potenciales, de tal manera que, con la ejecución de acciones preventivas, es posible no generarlos, dejando sin afectos los objetivos o alcance del proyecto, e incluso optimizándolo a manera de abatir los efectos colaterales que estos implican.

Para el establecimiento de medidas se debe prestar particular atención en los impactos sinérgicos y acumulativos, así como la permanencia de impactos residuales. Una vez establecidas las medidas es necesario monitorear su cumplimiento a través de indicadores de desempeño ambiental que permitan evaluar la eficacia de estas a lo largo del ciclo de vida del Proyecto. Un factor sustantivo es la consideración de acciones de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las medidas que se definan y se propongan, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

Tomando en primer término la Legislación Ambiental, las **Medidas de Prevención y Mitigación** se definen como el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, cuyo objetivo es, el de eliminar o reducir los **Impactos Ambientales** que llegaran ocurrir en cualquiera de las etapas y actividades del desarrollo del Proyecto. Por otra parte, se considera la aplicación de las políticas, así como de lineamientos y estrategias tendientes a eliminar y a minimizar los impactos adversos, que pueden presentarse durante las diferentes etapas del proyecto; a partir de su diseño, construcción, operación y mantenimiento, contemplando así mismo en el presente estudio, la fase de Abandono del sitio del proyecto Espuela Solar.

Las acciones, que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o, para las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto
- Identificar medidas compensatorias.

De esta manera se contempla asegurar la mínima afectación posible por las acciones del proyecto, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación, las medidas de manejo pueden clasificarse de acuerdo a sus alcances.

Para la ejecución de las medidas de mitigación, se incluirán las acciones y las alternativas descritas a continuación:

- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto considerando la ubicación estratégica y diseño de proyecto "amigable con el medio ambiente".
- Al ubicar el parque solar fotovoltaico en zonas de baja densidad poblacional y uso agrícola temporal.
- Evitar afectación en áreas forestales, zonas protegidas e hidrográficas garantizando una menor perturbación a la biodiversidad.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos.

Las medidas de mitigación y las relaciones con la viabilidad del proyecto, se definen con la identificación de las prevenciones sustentadas con el análisis ambiental realizado en el capítulo IV, así también como en la evaluación de impactos, ejercicio realizado para la integración del capítulo V, dichas medidas también están fundadas en la legislación ambiental vigente, la cual fue debidamente analizada en el capítulo III de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional, la cual contempla los instrumentos de planeación, analizados con la pertinencia para su presentación de este proyecto.

Tomando en cuenta la identificación y descripción de los Impactos Ambientales y el análisis de cada factor con las acciones del proyecto en cada una de sus etapas; se realizó la evaluación definitiva y la determinación de las Medidas técnicas para el manejo, de la Prevención y Mitigación a los aspectos ambientales del entorno del proyecto Espuela Solar, considerando las características propias del proyecto y del medio ambiente, fue posible identificar aquellos elementos del medio natural donde los impactos adversos podrían ser prevenidos, eliminados o en su caso aminorados.

Clasificación de las Medidas de Mitigación

Con el objeto de precisar los conceptos, se entenderá los siguientes conceptos de Medidas, como:

Medidas de prevención.	Es un conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente.
Medidas de mitigación.	Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas.
Medidas de remediación.	Cuando su ejecución ayude a corregir un impacto ambiental negativo que ya se está presentando.
Medidas de Rehabilitación.	Cuando su realización ayude a devolver parte de la composición, estructura o función del ecosistema afectado.
Medidas de compensación.	Son aquellas actividades que pretenden retribuir o reponer algún componente ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto.
Medidas de reparación.	Reponen uno o más de los componentes del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente.

VI.1.1 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN Y EN SU CASO COMPENSACIÓN

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del proyecto, y de acuerdo al número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto.

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y proyecto, así como durante las etapas de construcción, operación sí como cierre desmantelamiento y abandono.

Cabe señalar que, la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra resulta sustantiva.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados y evaluados. Las medidas o acciones que se identifican en el presente capítulo, se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo a su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del reglamento de la LGEEPA en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental.

VI.2 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V de la presente MIA regional, donde se llevó a cabo la identificación de los impactos identificados por componente ambiental, si bien, se hace a través el punto de vista del evaluador respecto a la afectación que tendrá el Proyecto sobre el ambiente, por lo que se busca ser objetivo. Por otro lado, se identifican los impactos por etapa para diferenciar la magnitud que tienen un mismo impacto en diferentes etapas, después de aplicar los procedimientos de cribado, identificaciones de interacciones y agrupación de efectos de alcance similar, se obtuvo un listado final de 20 impactos inherentes a 18 actividades en las diversas etapas de desarrollo del proyecto Espuela Solar.

Además, se reconocen las características que vuelven vulnerable al factor debido al desarrollo del Proyecto. En este punto resulta importante mencionar de manera anticipada que, para el Proyecto Espuela Solar, no se identificaron impactos críticos en ninguna de sus etapas. Para iniciar el abordaje de la identificación de las medidas y estrategias de prevención, mitigación y/o compensación, el carácter de simultaneidad es el de mayor consideración por los siguientes aspectos:

Son impactos que, pueden llegar a ocurrir al mismo tiempo (simultaneidad), durante una misma etapa del proyecto (p. ej. construcción).

Son impactos que, se superponen espacialmente (actúan sobre el mismo sub factor, factor ambiental o espacio geográfico).

Son impactos que, Interactúan funcionalmente, dando lugar a efectos sinérgicos, acumulativos o residuales.

Tabla 1. Descripción de los impactos ambientales generados en la Preparación de sitio y Construcción

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Clima	Contribución como isla de calor	Sinérgico	Permanente	Local	Mínima	Indirecto	Temperatura (microclima)
Geología y geomorfología	Afectación a la pendiente del suelo	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Pendientes

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Modificación al relieve del suelo	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Topoformas
Edafología	Erosión	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Erosión
	Compactación del suelo	Residual	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	Compactación
	Cubierta de concreto /sellamiento	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Directo	Calidad del suelo
Hidrología superficial	Pérdida de infiltración	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Directo	Calidad del agua
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Directo	Recarga de acuíferos
Atmósfera	Contaminación del aire	Sinérgico	Permanente	Local	Mínima	Directo	Calidad del aire y partículas suspendidas
	Ruido	Sinérgico	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Confort sonoro
Flora	Pérdida de vegetación (inducida y especies oportunistas)	Residual	Permanente	Local	Mínima	Indirecto	Composición (abundancia y diversidad)
Fauna	Pérdida de hábitat para la fauna silvestre	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Composición (abundancia y diversidad)
	Pérdida de hábitat para especies enlistadas en NOM-059	No Significativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Especies bajo estatus de riesgo en NOM-059
Paisaje	Pérdida del paisaje natural local (Ap)	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Valor paisajístico
Infraestructura	Infraestructura para el desarrollo económico	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Infraestructura
Social	Capacitación al personal en	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Capacitación

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	general de obra						
Económico	Desarrollo económico evolutivo.	Residual	Temporal	Local	Alta	Directo	Medio Económico

Durante la etapa de la Operación y el mantenimiento las actividades se desarrollan principalmente por Oficinas administrativa y de control, actividades de mantenimiento correctivo y preventivo, así como de Mantenimiento general (limpieza, fumigación, sustitución señalamientos, etc.).

Tabla 2. Descripción de los impactos ambientales generados en la Operación y mantenimiento

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Geología y geomorfología	Afectación a la pendiente del suelo y Calidad	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Pendientes
	Modificación al relieve del suelo	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Topoformas
Edafología	Erosión	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Pendientes
	Compactación del suelo	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Topoformas
	Sellamiento de concreto o pavimento	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Calidad del suelo
Hidrología superficial	Pérdida de infiltración	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Calidad del agua
Hidrología subterránea	Recarga de acuífero	Residual	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Recarga de acuíferos
Atmósfera	Contaminación del aire	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Directo	Calidad del aire y partículas suspendidas
	Ruido por equipo operando (trafo BESS)	Sinérgico	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Confort sonoro
Flora	Limpieza de elementos arbustivos.	Significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Composición (abundancia y diversidad)

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Fauna	Desarrollo económico	Significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Composición (abundancia y diversidad)
	Pérdida de hábitat para especies enlistadas en NOM-059-SEMARNAT-2010	No Significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Directo	Especies bajo estatus de riesgo en NOM-059
Paisaje	Pérdida del paisaje natural local	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Valor paisajístico
Infraestructura	Infraestructura para el desarrollo económico	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Infraestructura
Social	Capacitación al personal en general	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Capacitación
Económico	Desarrollo económico	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Medio Económico

En lo que respecta a la etapa del Cierre, abandono y desmantelamiento, en esta etapa se consideran actividades de desactivación de la Planta Solar fotovoltaica, Desmantelamiento de instalaciones superficiales y Abandono de sitio.

Tabla 3. Descripción de los impactos ambientales generados en el Cierre y abandono de proyecto.

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Hidrología superficial	Pérdida de infiltración	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Calidad del agua
Atmósfera	Contaminación del aire	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Directo	Calidad del aire y partículas suspendidas
	Ruido	Sinérgico	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Confort sonoro
Infraestructura	Infraestructura para el desarrollo económico	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Infraestructura
Social	Capacitación al personal y	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Capacitación

Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
		Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	ciudadanos locales						
Económico	Desarrollo económico	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Medio Económico

En la siguiente tabla se hace mención de los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas para cada impacto.

El proyecto Espuela Solar estará diseñado para una etapa de operación y mantenimiento durante 25 años, en este lapso las actividades se centran en el mantenimiento preventivo, correctivo y de rutina en su operación, actividades descritas en las tablas anteriores.

Tabla 4. Definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
Clima	Contribución como isla de calor (microclima) Alteración en la cantidad, distribución o calidad de la luz natural disponible en el entorno del arreglo de módulos fotovoltaicos.	La instalación de los trackers, para montaje de los módulos, para la dispersión de luz, seguimiento azimutal (MM)	Nivel de luminancia horizontal y vertical (seguimiento azimutal.	PS y C, O&M
Geología y Geomorfología	Afectación a la pendiente del suelo.	El desarrollo de las actividades y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área trazada (MP)	Conservación del estrato herbáceo permitirá la revegetación natural de las superficies ocupadas por los paneles solares	PS y C
	Modificación al relieve del suelo.			O&M
Edafología	Erosión	El diseño de los cruces de caminos y las trincheras de la planta se realizarán de manera que no favorezca la erosión, por la concentración de flujo	Estimación de la erosión con obras de conservación / Erosión estimada con proyecto	PS y C
	Compactación del suelo	Recolección del suelo fértil para su incorporación en actividades de rehabilitación de sitios. (MM)	Cantidad de material recuperado usado en nivelación / Cantidad total de material recuperado	PS y C
Edafología	Cubierta de concreto /sellamiento	La construcción de obras, deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada. (MP)	Estimación de la infiltración con obras de conservación / Infiltración estimada en el escenario con proyecto	PS y C
Hidrología superficial	Pérdida de infiltración	Establecer obras de drenaje (cunetas) (MM)	Estimación de la infiltración con obras de conservación /	PS y C

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Evitar la degradación o alteración de zonas de recarga. (MP) Se optará por establecer obras de captación fluvial donde la infraestructura lo permita (MC)	Infiltración estimada en el escenario con proyecto	C y O&M, CAD
Atmósfera	Contaminación del aire	Aplicar riegos en los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar susceptibilidad de erosión y dispersión de material particulado (polvo).	Vehículos cubiertos con lona/ Vehículos que transportan material granular o suelo	PS y C, CAD
	Ruido	Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. (MM). En O&M los equipos del trafo/BESS y los que emanen una fuente de ruido, se establecerá por reglamento el uso de equipo de protección y seguridad auditiva	Número de Mantenimientos realizados / Número de Mantenimientos Programados. Dotación de equipo de seguridad Revisiones del portar equipo de seguridad auditiva.	PS y C, O&M, AD
Flora	Pérdida de diversidad	Rescate de especies de alto valor ecológico, solo en su caso. Terminada la construcción, se permitirá la regeneración del estrato herbáceo a base de gramíneas pastización (MM)	Abundancia de especies en sitios de reubicación	PS y C
Fauna	Pérdida de hábitat para la fauna silvestre	Implementar un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (MM) a fin de garantizar que se	ejemplares por especie rescatados / Estimado de ejemplares por especie	PS y C

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
		discriminará la acción, aunque no se tenga potencial fauna en sitio.		
	Pérdida de hábitat para especies enlistadas en NOM-059	señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre.	Número de ejemplares vivos / número de ejemplares reubicados	PS y C
Paisaje	Pérdida del paisaje natural local	Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos. Previo a la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto en general.	Restauración de las áreas intervenidas	O&M y CAD
Infraestructura	Infraestructura para el desarrollo económico	La construcción y obras se apegarán al diseño autorizado y dictaminado en material del impacto ambiental.	Volumen de residuos tratados / Volumen de residuos recolectados	O&M y CAD
Social	Capacitación al personal en general de obra	Impartición de pláticas de concientización sobre el cuidado y protección de factores del medio natural.	Número de Trabajadores capacitados/ Trabajadores sin capacitar	PS y C, O&M y CAD
Económico	Desarrollo económico	Los aspectos de Seguridad Social, así como de Educación, se incrementa. Incremento en el consumo de bienes y servicios. Generación de empleos temporales.	Generación de empleos Directos/ Indirectos. Derrama económica local	PS y C, O&M y CAD

PSyC: Preparación de sitio y Construcción
O&M: Operación y Mantenimiento.
CAD: Cierre, Abandono y Desmantelamiento.

La propuesta de las medidas de protección ambiental se enfocó en la identificación y evaluación de todas aquellas acciones del proyecto Espuela Solar, que interfieren en la dinámica del medio natural de su Sistema Ambiental regional, por lo que los elementos de juicio utilizados en la formulación y diseño de las medidas de mitigación, se proponen de tal manera que, prevenir, reducir o eliminar los riesgos de alteración en todos sus impactos identificados durante el desarrollo del proyecto, por lo que dicha evolución será adaptada según se precisen las necesidades del Proyecto.

En todas las etapas de desarrollo del proyecto, se generarán residuos, por lo que el Promovente, colocará en los frentes de trabajo y en área estratégicas; contenedores con tapa y debidamente identificados (rotulados) para su colecta, así también implementará un Programa integral del manejo de los residuos, en apego a cada etapa del proyecto.

Con la implementación de buenas prácticas, actuaciones las cuales suponen una transformación de las formas de funcionamiento basadas en la separación, recicle y el re-uso de aquellos residuos, la adopción de un plan integral de los residuos sólidos del Parque Solar Espuela Solar, constituirá un control y minimización de la afectación al entorno del proyecto

Se evitará realizar mantenimientos, intervenciones o reparaciones de vehículos, maquinaria o equipo en el sitio de proyecto, todas estas actividades se llevarán a cabo, fuera del área de proyecto en lugar debidamente establecido en la traza urbana de Dolores Hidalgo C.I.N., cabe señalar que en el caso de que equipo especializado se vea la necesidad de alguna intervención menor, se contará con sitio donde se pueda aplicar tarea de intervención mecánica, disponiendo en todo momento con un kit de antiderrames de residuos peligrosos.

Se cotejará la bitácora de mantenimientos preventivos, así como de la presentación del certificado de verificación vehicular, dependiendo su aplicación.

Los camiones que transporten material granular y/o suelo (hacia el sitio de proyecto o fuera del mismo) serán cubiertos con lonas y/o se humedecerán para evitar la dispersión de partículas durante su recorrido.

Se prevé que, con la implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en cada etapa de evaluación.

VI.3 PROCESO PARA MEJORAR Y ADOPTAR MEDIDAS

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

• Identificación de ideas/acciones: a partir de la relación de impactos destacables que se identificaron en el Capítulo V de esta MIA regional, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron la MIA regional, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.

• Depuración: se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.

• Selección: a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.

• Integración: las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del Proyecto o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del Proyecto.

• Descripción: se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

VI.3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del proyecto, de acuerdo al número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto

Conforme a su carácter:

1. Protectoras, son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, o paisajes evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la

localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.

2. Correctoras, corrigen el proyecto para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del proyecto: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.

3. Curativas, prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.

4. Potenciativas, favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.

5. Compensatorias, se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o

Según el desarrollo de las etapas del proyecto: Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y proyecto, así como durante las etapas de construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del proyecto con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se expone más adelante en este mismo capítulo.

Cabe hacer mención destacada que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces.

Número de factores o impactos a que se dirigen:

1. Monovalentes o específicas: están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del proyecto, del entorno y de la conjunción de ambos.

2. Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez: esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, las aguas, etc.

3. Sinérgicas: se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

Atendiendo al signo del impacto:

1. Dirigidas a prevenir o en su caso corregir los impactos negativos del proyecto.

2. Dirigidas a mejorar los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente.

3. Dirigidas a aprovechar de la mejor manera posible las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del proyecto.

En cuanto a su ámbito:

1. Generales: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.

2. Puntuales: se dirigen a impactos específicos en lugares específicos.

VI.3.2 CRÍTERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Durante la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

Viabilidad técnica

Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del Proyecto, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

Eficacia y eficiencia ambiental

Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

Viabilidad económica y financiera

La viabilidad económica se refiere a la relación entre costos y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el costo de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.

Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control

En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución. Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio. Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el SAr e identificados en el Capítulo V, se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento. Posteriormente, en conjunto con los especialistas participantes en la confección de la presente MIA regional, llevando a cabo el análisis para identificar aquellas medidas y/o acciones específicas que fueran viables.

El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como "medidas particulares". Así, se integraron las medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar.

El resultado alcanzado se detalla en las siguientes tablas, en donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los criterios anteriormente señalados, concluyendo en un conjunto de 19 medidas, definidas en esta MIA regional como medidas de aplicación obligatoria.

1. Instalación de los trackers, montaje y arreglo eficiente de los módulos, para la dispersión de luz, seguimiento azimutal.
2. Construcción y obras se apegarán al diseño autorizado y dictaminado en material del impacto ambiental (aprobada)
3. Diseño de cruces de caminos y las trincheras de la planta, diseñadas de manera que no favorezca la erosión por concentración de energía en flujos.
4. Evitar la acumulación de materiales que bloqueen los drenajes naturales y afecten el flujo pluvial
5. Recolección del suelo fértil para su incorporación en actividades de rehabilitación de sitios.
6. Establecer obras de drenaje (cunetas) distribuidos estratégicamente.
7. Establecer obras de captación fluvial donde la infraestructura lo permita.
8. Aplicación de riegos en los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar susceptibilidad de erosión y dispersión de material particulado.
9. Implementación de programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos.
10. Rescate de especies de flora silvestre de alto valor ecológico si y solo sí es necesario del área de proyecto (dirigido a especies de talla pequeña que llegasen a colar).
11. Instalación de sanitarios portátiles, debiendo proporcionar un mantenimiento periódico
12. Admitir la regeneración del estrato herbáceo a base de gramíneas en el área de distribución de módulos FV y en áreas donde no interfiera con la operación de proyecto.
13. Implementación de Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre en el sitio de proyecto.
14. Previo a la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto en general.
15. Impartición de pláticas de concientización sobre el cuidado y protección de factores del medio natural
16. Los aspectos de Seguridad Social, así como de Educación, se incrementa.
17. Incremento en el consumo de bienes y servicios.
18. Plan de manejo integral de los residuos del Proyecto ES.
19. Programa de cierre, desmantelamiento y abandono.

Al considerar en el predio de proyecto, el cual ya ha estado modificado por actividades antropocéntricas como parte del conjunto de elementos, que se relacionan mutuamente con

los aspectos antrópicos y que la continuidad relativa a esta interacción depende de preservar los flujos naturales, desarrollados en el entorno; las características ambientales observadas tanto en el área de influencia y la propia unidad del sistema ambiental regional; ostentan un grado de alteración constante y cuya presión sobre los recursos, ha originado el resultado en el sitio de proyecto, inmerso en terrenos con un grado alto de perturbación, por lo que no se afectará en algún evento del desarrollo del Proyecto Espuela Solar, ni una sola zona de conservación, preservación o de interés ecológico.

VI.4 EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS

La atención de las diferentes medidas de mitigación particulares por fase o componente del proyecto no está definida en el tiempo puntualmente, sino que cada una de ellas iniciará una vez que se inicie la fase o componente que causa el impacto, salvo aquellas medidas que sean de prevención, las cuales iniciarán antes.

Cabe destacar que, la consideración de los impactos simultáneos en esta MIA regional resulta sustantiva ya que, reconociendo a los impactos ambientales se sustenta con la garantía de identificar y concretar que, las medidas de prevención, mitigación y compensación serán objetivas, efectivas y suficientes, dado que por definición, los impactos identificados no actúan de forma aislada, sino concurren e interactúan en el espacio así como en el tiempo y para evitar subestimar su magnitud en los efectos reales del proyecto se deben aplicar de forma diferenciada conforme a las etapas de desarrollo del proyecto.

1. Durante la Preparación de sitio y Construcción: Alta prioridad en medidas de prevención y mitigación, ya que es cuando ocurren los mayos concentración de alteraciones físicas y ecológicas.
2. En la Operación y mantenimiento: Predominan medidas de mitigación, enfocadas en la gestión de residuos, mantenimiento de la infraestructura y control en los procesos continuos.
3. Cierre Abandono y desmantelamiento: Requiere medidas de mitigación y compensación, relacionadas con la remoción de infraestructura, restauración del sitio y reintegración ecológica y zona antropogénica sensible del predio.

La interpretación y aplicación adecuada de estas tres categorías de medidas permitirá jerarquizar acciones según la naturaleza, la etapa de desarrollo del proyecto y la probabilidad

de ocurrencia de los impactos, coadyuvará a una gestión ambiental eficaz y del cumplimiento de principios de sostenibilidad, así como de la responsabilidad socioambiental.

VI.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Al amparo de los alcances y definiciones anteriores, se procede a la integración de los lineamientos del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) a través del cual se otorgará un seguimiento sistemático con el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y de compensación establecidas y propuestas para verificar y evaluar los efectos reales del proyecto Espuela Solar.

No obstante que, el proyecto será sometido a la dictaminación para su autorización en materia de evaluación del impacto ambiental, el programa de vigilancia ambiental en su versión actualizada será integrado y entregado a la unidad administrativa competente de validar y otorgar resolución, por lo que una vez autorizado el proyecto motivo de esta MIA-regional, de manera que puedan incorporarse las obligaciones contraídas en los términos, condicionantes y especificaciones.

La integración de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como las obligaciones en materia ambiental que la autoridad atribuya a la empresa promovente, a través de los Términos y Condicionantes del oficio resolutivo que en su caso sea emitido, será a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual es el instrumento idóneo para concentrar el seguimiento que habrá de darse a cada una de las medidas adoptadas en los tiempos de aplicación precisos para cada una.

En este sentido, el PVA tiene como objetivo el plantear una serie de acciones e indicadores con la finalidad de garantizar el cumplimiento.

VI.6 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en materia de Impacto Ambiental en el artículo 51, el cual señala lo siguiente:

"Artículo 51. - La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la

realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistente, y bioacumulables;

> II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.”

De acuerdo al desarrollo del proyecto Espuela Solar, se considera que, una vez obtenida la resolución en materia de impacto ambiental, se realizará el Estudio Técnico Económico (ETE) correspondiente al análisis financiero de todas las medidas de mitigación presentadas en este apartado, y las que la autoridad considere necesarias para salvaguardar la integridad del medio en el que se pretende desarrollar el Proyecto.

La empresa Promovente ha considerado el desarrollo y ejecución de todas las medidas necesarias para la implementación del proyecto en cada una de sus etapas, por lo que la inversión dirigida al desarrollo de medidas se presentará posterior a la obtención de la Autorización en Materia de Impacto Ambiental.

CAPÍTULO VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

TABLA DE CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 2

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. 4

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. 6

VI.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN. 7

VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL. 11

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 13

VII.6 CONCLUSIONES. 15

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN. 8

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este apartado de la información se realiza una proyección sobre la serie de acontecimientos que resultan del emplazamiento de proyecto "Espuela Solar", considerando al menos dos situaciones claramente definidas para el estudio de la evaluación del impacto ambiental en su modalidad regional; la primera es con la consideración del impacto que está aconteciendo en una escala de tiempo actual debido a las actividades que ya se llevan a cabo con el proyecto en su operación y mantenimiento y sin actividades constructivas en el área con pretendida proyección del proyecto así como de sus respectivas unidades ambientales (Área de influencia y Sistema ambiental regional); mientras que la otra situación será cotejada en una escala temporal hacia futuro, proyectando de esta manera como estarán las condiciones ambientales locales posterior a la construcción de la infraestructura proyectada a futuro, así como de la operación y su mantenimiento.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del Proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a su ejecución. Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del Proyecto, por lo que la línea base (condiciones iniciales del SAr, AI y el Ap descritos en la información del capítulo IV de la presenta MIA regional, constituye una fuente de información esencial para, determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del Proyecto.

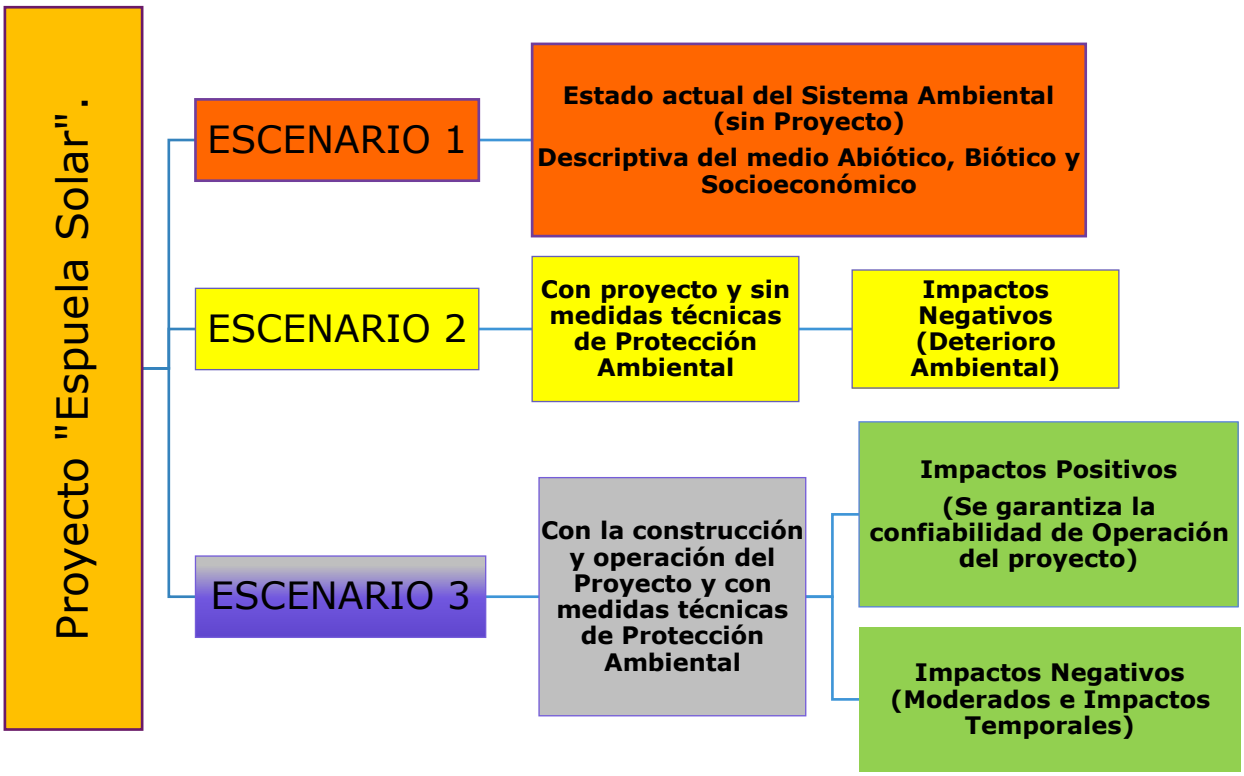
De esta manera, una vez caracterizada e interpretada la línea base del SAr y el Ap, se procede a identificar los impactos ambientales que generaría el Proyecto y el posterior establecimiento de medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, con el objetivo de describir los diversos escenarios en el área en donde se pretende realizar el mismo.

Escenarios ambientales.

Como punto de partida, tras la evaluación de la unidad de análisis correspondiente al Sistema ambiental regional realizado en el capítulo IV, de lo cual se precisa que, por su ubicación, tanto el área del proyecto así como su propio SAr, localizados en una zona antropogénica sensiblemente baja, donde predominan las actividades enfocadas, a la producción primaria y

de servicios, cuyos aspectos se encuentran sujetos a una situación en la cual la dinámica diaria ejerce un gran número de interacciones o impactos negativos al ambiente.

Para la descripción y proyección de los escenarios se consideran los factores y sus componentes ambientales más susceptibles las cuales se prevé, serán afectados de manera positiva o negativa por el desarrollo de las actividades y la obra de proyecto.

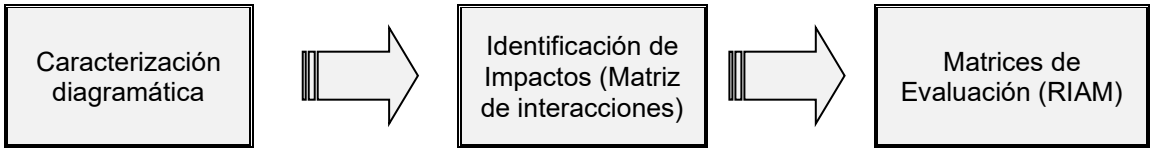


Fígura 1. Escenarios ambientales considerados para realizar pronóstico ambiental del proyecto

El análisis de los distintos escenarios planteados para el presente proyecto incluye panoramas sin la inserción del proyecto, por su parte, con la inserción del mismo sin medidas preventivas o de mitigación y un escenario final que represente los efectos de las obras y actividades del proyecto sobre los factores y componentes ambientales elegidos como indicadores del área de estudio, después de construir la obra y con la aplicación de las medidas de mitigación, para la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al Proyecto, se estableció una metodología consistente en tres técnicas fundamentales:

- Identificación y caracterización diagramática de las actividades del proyecto las cuales pueden causar impactos y de los atributos ambientales potencialmente receptores.
- Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones.
- Evaluación de los impactos identificados mediante el método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix* (RIAM).

En el siguiente diagrama se explican los tres pasos empleados en la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.



La importancia de la correcta identificación y evaluación de los impactos, radica en que, a partir de los resultados obtenidos, se habrá de determinar si el desarrollo del proyecto es viable en función de la capacidad de homeostasia y resiliencia del ecosistema en el que se inserta, y del cumplimiento de la legislación y normas ambientales vigentes.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

Las tendencias de deterioro del SAr están notoriamente relacionadas con el incremento de actividades antrópicas, donde destaca la agricultura y la ganadería, mismas que se extienden al 91% de su superficie, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal. En este sentido, con el fin de contar con un escenario de la situación del SAr proyectado a futuro, sin la inserción del proyecto que nos ocupa y basado en datos georreferenciados, se desarrolló un pronóstico congruente con las tendencias de desarrollo y deterioro que prexisten en el área,

El escenario sin proyecto, también denominado estado cero o tiempo cero (T0) es el concepto que representa las condiciones ambientales existentes previas a cualquier intervención asociada al proyecto y constituye el punto de referencia para la identificación, predicción y valoración de impactos ambientales.

Un pronóstico de escenario, se aborda a partir de la perspectiva del cambio que resulta de las acciones sobre el medio natural tras el emplazamiento del proyecto Espuela Solar y la propuesta de las medidas técnicas del manejo ambiental; para esto, se ha considerado la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, como de la situación ambiental que predomina al momento del estudio antes de la inserción de la Planta Solar Fotovoltaica.

La zona donde se pretende establecer el Proyecto Espuela Solar se encuentra en las inmediaciones de la comunidad El Mastranto y Los Arrieros, municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., en el estado de Guanajuato, a una distancia de 18 km de la cabecera municipal de Dolores Hidalgo C.I.N., La superficie del proyecto posee suelos semidesnudos fuera de temporal de lluvia en la zona y en algunos puntos con vegetación inducida; de igual forma, se observan cortinas rompevientos que se utilizan como límites entre parcelas; es decir, los terrenos tienen uso potencial de agricultura; agricultura de temporal anual (lluvias de verano).

Con el desarrollo del proyecto No se prevén impactos negativos de orden severo, esto sobre su unidad del Sistema Ambiental regional definido para el proyecto. Por otro lado, la mejor alternativa para la construcción de la Planta Solar Fotovoltaica es la que presenta el predio donde se pretende establecer, ya que su diseño técnico eléctrico, de ingeniería y de construcción, indican que las condiciones ideales para su establecimiento, en el predio es ideal donde se pretende instalar dicho proyecto, ya a que a nivel geográfico, es básico que el terreno posea buena orientación, con un horizonte sin obstáculos, evitando las sombras de árboles o elementos existentes que pudiesen reducir menor cantidad de horas de sol efectivas.

Otra buena cualidad es que, el terreno del proyecto posee una pendiente predominantemente plana y muy plana. Sin embargo, ello no supone problema estético, siempre que se mantenga un diseño de extensión, preferiblemente de alineación rectilínea (campo de módulos en retícula rectilínea), el arreglo de módulos fotovoltaicos y movimiento azimutal, que permita confundir su perfil con la línea del horizonte natural.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

El proyecto Espuela Solar como se ha señalado, consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una planta solar fotovoltaica (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad, cuyo objetivo es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla a la Red Nacional de Transmisión (RNT).

Esta planta solar fotovoltaica contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles. Para el aprovechamiento de la energía solar se utilizan paneles solares o fotovoltaicos. Estos son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol, y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los fotones contenidos, que a su vez se canalizan en una carga, generando una corriente eléctrica.

De acuerdo a lo establecido en el capítulo V del presente documento, los impactos generados por el desarrollo del Proyecto afectarán a los componentes ambientales y socioeconómicos de la siguiente manera:

Socioeconómico La implementación del Proyecto introduce una dinámica económica y social diferente. Se espera la generación de empleo directo e indirecto, principalmente durante la fase de construcción, que beneficiará a la población local vulnerable y reducirá temporalmente los índices de desempleo y pobreza.

El proyecto puede estimular la economía local mediante inversiones en servicios asociados, comercio y transporte, además de abrir la puerta a la diversificación del sector productivo con el impulso de energías renovables. Sin embargo, la instalación de infraestructura y las operaciones relacionadas pueden generar efectos negativos, como posibles conflictos sociales derivados de cambios en la dinámica comunitaria.

La llegada de nuevos trabajadores externos y la creciente interacción entre diferentes actores sociales pueden ocasionar tensiones culturales o sociales si no se gestionan adecuadamente mediante mecanismos de consulta, participación y diálogo. En esta etapa, el proyecto representa una oportunidad significativa, pero con riesgos inherentes que requieren atención prioritaria para evitar impactos adversos.

Paisaje La afectación para el paisaje no será de gran impacto ya que el proyecto se llevará a cabo en una zona donde predomina la agricultura y siendo que el proyecto se encuentra a una altura y distancia en la que será medianamente visible del potencial espectador, conforme a las observaciones y resultados de la topografía realizada para el proyecto y constatado en las visitas de campo, en el área de proyecto (Vallado) de las 171.4610 ha.

Flora Una vez establecido el proyecto dentro del AP, secciones de la anterior en la vegetación inducida la cual no es natural ni de forestal, la cual será removida, lo restante permanecerá intacto debido a que la construcción del proyecto no contempla el retiro de estas secciones conservadas al estar catalogadas por el proyecto como áreas de exclusión.

Fauna Una vez establecido, el proyecto dentro del AP, este tendrá un impacto sobre las especies que se favorecen de la zona. Asimismo, el paso de fauna y la comunicación entre las superficies con vegetación no será afectada, ya que las zonas norte y noroeste fuera del proyecto conservan mejores zonas por las condiciones de vegetación raparía, aunque los incidentes con la fauna nativa se potencializarían al no realizarse las medidas necesarias.

Suelo y Agua El impacto generado por el despalme y la rasante del área de proyecto debido al emplazamiento con infraestructura se verá reflejado en la tasa de erosión del suelo y en el volumen de agua que se infiltra al mismo. A continuación, se muestra la tasa de erosión y el balance hídrico del AP, una vez realizada la preparación del terreno.

VI.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN.

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad,

El proyecto Espuela Solar estará diseñado para una etapa de operación y mantenimiento durante 30 años, en este lapso las actividades se centran en el mantenimiento preventivo, correctivo y de rutina en su operación, actividades descritas en las tablas anteriores.

Tabla 1. Definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
Clima	Contribución como isla de calor (microclima) Alteración en la cantidad, distribución o calidad de la luz natural disponible en el entorno del arreglo de módulos fotovoltaicos.	La instalación de los trackers, para montaje de los módulos, para la dispersión de luz, seguimiento azimutal (MM)	Nivel de luminancia horizontal y vertical (seguimiento azimutal.	PS y C, O&M
Geología y Geomorfología	Afectación a la pendiente del suelo.	El desarrollo de las actividades y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área trazada (MP)	Conservación del estrato herbáceo permitirá la revegetación natural de las superficies ocupadas por los paneles solares	PS y C
	Modificación al relieve del suelo.			O&M
Edafología	Erosión	El diseño de los cruces de caminos y las trincheras de la planta se realizarán de manera que no favorezca la erosión, por la concentración de flujo	Estimación de la erosión con obras de conservación / Erosión estimada con proyecto	PS y C
	Compactación del suelo	Recolección del suelo fértil para su incorporación en actividades de rehabilitación de sitios. (MM)	Cantidad de material recuperado usado en nivelación / Cantidad total de material recuperado	PS y C
Edafología	Cubierta de concreto /sellamiento	La construcción de obras, deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada. (MP)	Estimación de la infiltración con obras de conservación / Infiltración estimada en el escenario con proyecto	PS y C
Hidrología superficial	Pérdida de infiltración	Establecer obras de drenaje (cunetas) (MM)	Estimación de la infiltración con obras de conservación /	PS y C

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Evitar la degradación o alteración de zonas de recarga. (MP) Se optará por establecer obras de captación fluvial donde la infraestructura lo permita (MC)	Infiltración estimada en el escenario con proyecto	C y O&M, CAD
Atmósfera	Contaminación del aire	Aplicar riegos en los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar susceptibilidad de erosión y dispersión de material particulado (polvo).	Vehículos cubiertos con lona/ Vehículos que transportan material granular o suelo	PS y C, CAD
	Ruido	Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. (MM). En O&M los equipos del trafo/BESS y los que emanen una fuente de ruido, se establecerá por reglamento el uso de equipo de protección y seguridad auditiva	Número de Mantenimientos realizados / Número de Mantenimientos Programados. Dotación de equipo de seguridad Revisiones del portar equipo de seguridad auditiva.	PS y C, O&M, AD
Flora	Pérdida de diversidad	Rescate de especies de alto valor ecológico, solo en su caso. Terminada la construcción, se permitirá la regeneración del estrato herbáceo a base de gramíneas pastización (MM)	Abundancia de especies en sitios de reubicación	PS y C
Fauna	Pérdida de hábitat para la fauna silvestre	Implementar un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (MM) a fin de garantizar que se	ejemplares por especie rescatados / Estimado de ejemplares por especie	PS y C

Factor	Impacto	Descripción de medida	Indicador	Etapa de aplicación
		discriminará la acción, aunque no se tenga potencial fauna en sitio.		
	Pérdida de hábitat para especies enlistadas en NOM-059	señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre.	Número de ejemplares vivos / número de ejemplares reubicados	PS y C
Paisaje	Pérdida del paisaje natural local	Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos. Previo a la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto en general (MM)	Restauración de las áreas intervenidas	O&M y CAD
Infraestructura	Infraestructura para el desarrollo económico	La construcción y obras se apegarán al diseño autorizado y dictaminado en material del impacto ambiental.	Volumen de residuos tratados / Volumen de residuos recolectados	O&M y CAD
Social	Capacitación al personal en general de obra	Impartición de pláticas de concientización sobre el cuidado y protección de factores del medio natural	Número de Trabajadores capacitados/ Trabajadores sin capacitar	PS y C, O&M y CAD
Económico	Desarrollo económico	Los aspectos de Seguridad Social, así como de Educación, se incrementa. Incremento en el consumo de bienes y servicios Generación de empleos temporales.	Generación de empleos Directos/ Indirectos. Derrama económica local	PS y C, O&M y CAD

PSyC: Preparación de sitio y Construcción
O&M: Operación y Mantenimiento.
CAD: Cierre, Abandono y Desmantelamiento.

La propuesta de las medidas de protección ambiental fue enfocada en la identificación, la evaluación de todas aquellas acciones del proyecto Espuela Solar, y las cuales interfieren en un momento determinado en la dinámica del medio natural inherente a su Sistema Ambiental regional definido por lo que, los elementos de juicio utilizados en la formulación y en el diseño de las medidas de protección, mitigación, y en su caso de resarcimiento mismas que se proponen de tal manera que, deberán prevenir, reducir o eliminar los riesgos de alteración en todos sus impactos identificados durante el desarrollo del proyecto, por lo que dicha evolución será adaptada según se precisen las necesidades del Proyecto Espuela Solar.

VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL.

Una vez realizada la revisión de los escenarios con y sin proyecto, así como los capítulos precedentes de este documento, se concluye que los impactos ocasionados por el desarrollo del Proyecto no comprometen la integridad funcional que el SAr presenta actualmente; siempre y cuando se lleven a cabo de manera correcta las medidas de prevención, mitigación y compensación diseñados para el proyecto Espuela Solar. esto teniendo en cuenta que el Ap no cuenta con particularidades que le diferencien sustancialmente del escenario regional.

Considerando la tendencia de desarrollo del municipio y el uso potencial que tienen las tierras en las que se pretende instalar el Proyecto, así como, las necesidades de energía en la región del Bajío, ya que, se encuentra dentro de la "Convocatoria para la Atención Prioritaria de Solicitudes de Permisos de Generación Eléctrica e Interconexión al Sistema Nacional Alineados a la Planeación Vinculante", por otra parte, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (Gobierno de México 2025) el Proyecto encaja con el eje general de desarrollo sustentable, siendo un ejemplo de cómo la transición hacia energías limpias puede ser un motor de cambio positivo para el desarrollo del país, fomentando tanto el progreso económico como la justicia social y el respeto por el medio ambiente, siendo una alternativa viable para la mitigación del cambio climático.

Este proyecto reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía convencionales con energía solar limpia. Por otra parte, la construcción de un proyecto fotovoltaico, no deriva en una disminución de la calidad en el ecosistema, ni en el uso de agua (ya que no se necesita agua para producir energía por este tipo de tecnología), como es el caso de las actividades que actualmente se desarrollan en la región; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad del suelo actual que presenta el sitio, el cual, se encuentra en un proceso de degradación física, por la fuerte

actividad agropecuaria de la zona; uso agrícola dominante. Además, el Proyecto implica la ejecución de las estrategias de mitigación y compensación, que pretenden conservar la calidad ambiental actual del sitio.

La principal ventaja ambiental de la producción de energía fotovoltaica es la prácticamente nula emisión de GEI y otros contaminantes, así como el ahorro en la utilización de agua. En este sentido es importante resaltar que los proyectos fotovoltaicos no consumen agua durante la etapa de operación, salvo la que se utilice para los sanitarios y la limpieza de las celdas. En cuanto a la normatividad, el diseño del Proyecto cumple con la legislación que rige los niveles federal, estatal y municipal.

Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel federal, así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables. De igual manera, todas las actividades de construcción se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico, de acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el Proyecto y tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas. Con la llegada de nuevas tecnologías y prácticas asociadas a la energía solar, los programas de capacitación y desarrollo de habilidades se vuelven cruciales.

El Proyecto Espuela Solar puede fomentar programas de capacitación para que los trabajadores locales adquieran las competencias necesarias para participar no solo en la Planta Solar Fotovoltaica del proyecto Espuela Solar, sino también en otros proyectos similares y sectores tecnológicos. Esto ayuda a elevar el nivel educativo y profesional de la población local.

El proyecto tiene el potencial de generar beneficios sociales significativos a través de la inversión social. Proyectos complementarios en infraestructura, educación y salud pueden mejorar la calidad de vida de los residentes locales y aumentar el apoyo comunitario en localidades cercanas (Mastranto, Luz de Trancas) al proyecto. Tomando esto en cuenta, la construcción y puesta en marcha del proyecto Espuela Solar representa grandes beneficios a diferentes niveles sociales, tanto a nivel local, como regional e incluso nacional, al representar un paso más en la carrera a favor de revertir los efectos del cambio climático y el avance en el proceso de descarbonización que se espera para el 2050.

Por lo tanto, se concluye que las actividades y obras para el desarrollo del proyecto Espuela Solar, pueden llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control, mitigación y compensación propuestas para cada impacto identificado por lo cual, se sostiene que dichas acciones, junto con compensación/restauración y vigilancia, permitirían acotar la magnitud de los impactos.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Previo a la designación del **predio** para el desarrollo del Proyecto Espuela Solar, el Promovente revisó diferentes predios potenciales de desarrollo del proyecto. Se definieron los criterios primarios y determinantes para discriminar los predios, por aspectos de índole legal (fase gabinete).

En primera instancia, se define el potencial de radiación prevaleciente en la zona para garantizar que la generación que se busca será sostenida, se buscaron ubicaciones cercanas a la operación de circuitos existentes a través de la operación de líneas eléctricas. Posterior a la definición de puntos de interconexión, la dinámica de inserción en cuanto a la infraestructura productiva en la que se adiciona para satisfacer la demanda de la energía en el sector demandantes de la zona. Una vez identificados las potenciales ubicaciones, se llevaron a cabo visitas de campo a fin de escoger la mejor alternativa. El análisis de información utilizó como principios básicos de decisión los siguientes criterios:

Ubicación.

Se buscó un área donde el ecosistema estuviera en su mayoría impactado por actividades antropogénicas. En este caso, el proyecto está en una zona transformada por el uso de para fines agrícolas y un alto índice de subutilización o desuso.

Infraestructura existente y Topografía.

Adicionalmente, se buscó que las características del terreno requirieran el menor impacto por obras civiles o movimiento de tierras. Como se describe en capítulos anteriores, el predio

cuenta con una topografía plana y se encuentra libre de obstáculos, infraestructura o instalaciones que pudieran interferir en la recepción del recurso, lo que permite la instalación de las estructuras sin necesidad de cortes o rellenos excesivos

Radiación solar.

La distribución de la insolación toma en cuenta la cantidad promedio de días despejados y nublados presentes en cada región. La región donde se pretende establecer el proyecto, tiene una de las mayores insolaciones del país.

El proyecto Espuela Solar estará conformado por los componentes: (arreglo de paneles), 1 Sistema de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS), 1 Subestación Elevadora de Potencia (SET), y área de caminos internos y perimetrales, así como del Vallado de seguridad, cuyo objetivo es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla al Sistema Eléctrico Nacional.

Como se señaló anteriormente, la elección del sitio cumple con los requisitos técnicos de diseño para su establecimiento, así mismo la elección del lugar para el proyecto no cuenta con alternativa, ya que, por la naturaleza del proyecto, se opta por terrenos libres de objetos y obstáculos que generen sombra, terrenos preferentemente planos, sin la interrupción de escorrentías que interfieran con la topografía.

Así mismo cuente de primera instancia con la interconexión existente de transmisión de la energía generada, por lo cual resulta que su instalación resulte en un área perturbada como la que representa en las inmediaciones del terreno elegido.

De las principales medidas ambientales consideradas, se tiene que, el proyecto no se ubicó en alguna área natural protegida en cualquiera de sus categorías del ámbito federal, estatal o municipal, o en laguna de las áreas prioritaria, de importancia e interés clasificada por la CONABIO.

VII.6 CONCLUSIONES.

El Proyecto Espuela Solar corresponde al "Sector Energético" y las actividades relacionadas con el desarrollo del mismo están clasificadas en el "Subsector Eléctrico", en una de sus ramas principales "La generación de Energía Eléctrica".

La construcción del proyecto Espuela Solar, debe sujetarse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, las características y dimensiones del proyecto están acorde a lo supuesto en el Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, fracción II (LGEEPA) así como lo indicado en la fracción III y IV del inciso K del Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por lo que es competencia de la Federación, su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental.

La producción esperada, de la planta solar fotovoltaica será fuente de energía alterna, La energía solar fotovoltaica ayudará a disminuir problemas medioambientales como se señala en la emisión de contaminantes a la atmósfera.

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO_2).
- La lluvia ácida (provocada por emisiones de SO_X).

Con el desarrollo del proyecto Espuela Solar, **no se prevén impactos negativos** de clase **muy altos** sobre la unidad del Sistema Ambiental Regional. Por otro lado, la mejor alternativa para la construcción de la obra es la que presenta el predio, donde se pretende establecer la obra, ya que reúne las condiciones ideales para su establecimiento.

En virtud de que los residuos que se generarán en las distintas etapas del proyecto, no están catalogados como residuos peligrosos, y serán colectados periódicamente (al menos dos veces por semestre) de las zonas de trabajo de la obra para su disposición final, en aquellos sitios que sean designados por la autoridad competente, y en su caso del Ayuntamiento de Dolores Hidalgo C.I.N.

Los residuos peligrosos que se generen como parte del mantenimiento vehicular (aceite gastado, filtros, etc.), serán manejados por los prestadores de servicios y dueños de los talleres donde se lleve a cabo el mantenimiento de los equipos y vehículos automotores usados durante las diversas etapas del proyecto.

El volumen extraído de las excavaciones será utilizado en el relleno-compactado de la base de la estructura; sólo en caso de que el material no sea compatible, se adquirirá dicho material de los bancos autorizados en el área de influencia.

El material sobrante o residual se dispersará en el área de maniobras, dentro del predio de la construcción del proyecto.

CAPÍTULO VIII

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

MIA REGIONAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

TABLA DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN……...2

VIII.1.1…… 2

VIII.2 OTROS ANEXOS. ……3

VIII.3 LITERATURA CITADA. ……3

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional ha sido elaborada conforme a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional publicada en el año 2022 y autorizada por SEMARNAT. Las metodologías usadas para cada inciso dentro de los capítulos del presente documento se describen en ellos y se citan las fuentes de donde fueron tomados.

Los anexos que se conformaron para apoyo y soporte de desarrollo de la MIA regional sin actividad altamente riesgosa, son los que se enlistan a continuación:

Anexo 1. Archivos formato shapefile, kmz de proyecto.

Anexo 2. Croquis de componentes.

Anexo 3. Cartografía JPG generada.

Anexo 4. Programa de Trabajo general.

Anexo 5. Estimación generación Residuos.

Anexo 6. Estimación de emisiones de GEI.

Anexo 7. Estimación erosión.

Anexo 8. Estimación Infiltración.

Anexo 9. BD Análisis de fauna silvestre (Índices Ecol., Curvas acum., listado)

Anexo 10. BD Análisis de flora silvestre (Índices Ecol., Curvas acum., catalogo)

Anexo 11. BD Matriz interacciones ID y EV Impactos Ambientales.

Anexo 12. SECC-Topográfico.dwg

Anexo 13. Estudio Hidrológico Espuela Solar.

VIII.1.1 **VIDEOS**. Para este Proyecto no fue necesario implementar este tipo de evidencia.

VIII.2 OTROS ANEXOS.

Archivo PDF Acta constitutiva de Promovente

Archivo PDF Poder Notarial de Representante Legal

Archivo PDF C.S.F. de la Promovente

Archivo PDF R.F.C: de la Promovente

VIII.3 LITERATURA CITADA.

Aguiló-Alonso, M. (1981) Metodologia para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Universidad Politécnica de Madrid Albert, S., Wolfe, J.D., Kellerman, J., Sherry, T., Stutchbury, B.J.M., Bayly, N.J. & Ruiz-Sánchez, A. (2020).

AOS (American Ornithologists' Society). 2019. Check-list of North American Birds (online). American Ornithologists' Union, Washington, D. C. http://checklist.aou.org/ (consultado el 12 de agosto de 2020).

Aranda, M. 2012. *Manual para el Rastreo de Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Ciudad de México. 255 pp.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)/ Fondo de Cultura Económica (FCE), México, D. F. 986 pp.

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2024) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero cuenca alta del río la laja (1104), estado de Guanajuato.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021a) Registros de ejemplares de anfibios. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021b) Registros de ejemplares de aves.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021c) Registros de ejemplares de mamiferos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021d) Registros de ejemplares de reptiles.

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2012. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ (consultado el 10 de agosto de 2020).

Chao, A. & Chiu, C.-H. (2016) Species Richness: Estimation and Comparison. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. American Cancer Society, pp. 1–26. Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics 43: 783–791. https://doi.org/10.2307/2531532,

Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics 43: 783–791. https://doi.org/10.2307/2531532 Cifuentes-Vega, P. (1979) La calidad visual de unidades territoriales.

EncicloVida. 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), México. http://enciclovida.mx/ (consultado el 18 de agosto de 2020).

Estructura de información (SIE, Banco de México). Sistema de Información Económica.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2015. *World reference base for soil resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps (update 2015)*. World Soil Resources Reports 106, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 192 pp.

Frost, D. R. 2020. Amphibian Species of the World 6.0: An Online Reference. https://amphibiansoftheworld.amnh.org/ (consultado el 09 de agosto de 2020).

García, E. 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. 5° ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 90 pp.

González-García, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. (Pp. 85–116). En: Gallina Tessaro, S. y C. López González (eds.). *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Instituto Nacional de Ecología, A. C. (Inecol), Querétaro. 377 pp

Habitat ecology of Nearctic–Neotropical migratory landbirds on the nonbreeding grounds. Ornithological Applications 122: 1–18. https://doi.org/10.1093/condor/duaa055 Anon (1992).

Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Monografías de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente, España Anon (2020) México, país predilecto para aves migratorias. Anon SEP | SIGED. Available from: https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html (July 12, 2024) BANXICO, B. de M. (2020)

International Electrotechnical Commission (IEC). (2022). IEC 62619: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for batteries for use in industrial applications. Ginebra: IEC.

Karns, D. R. 1986. *Field Herpetology: Methods for the Study of Amphibians and Reptiles in Minnesota*. James Ford Bell Museum of Natural History, University of Minnesota, Occasional Paper 18, 88 pp.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, H. Gadsden-Esparza, R. Valdez-Lares, y G. A. Woolrich-Piña. 2018. Amphibians and reptiles of the state of Durango, Mexico, with comparisons with adjoining states. *ZooKeys*, 748: 65–87.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para Medir la Biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 476–495.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 855: Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems. Quincy, MA: NFPA.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Dice, L.R. (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. Ecology 26: 297–302. https://doi.org/10.2307/1932409

Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno. MOPT, Madrid, España. 241 pp. Berlanga, H. & Rodríguez, V.

Ramsar Convention Secretariat. 2016. *An Introduction to the Convention on Wetlands (previously The Ramsar Convention Manual)*. Ramsar Convention Secretariat, Gland. 107 pp.

Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249–1261. Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions: https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091 Biological Sciences 345: Colwell, R.K., Xuan-Mao, C. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 85: 2717–2727. https://doi.org/10.1890/03-0557

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2025). Lineamientos para la presentación de estudios de riesgo ambiental. Recuperado de: https://www.gob.mx/semarnat

Sungrow Power Supply Co., Ltd. (2026). Energy Storage Systems – Product Portfolio. Recuperado de: https://www.sungrowpower.com

Uetz, P., P. Freed, y J. Hošek (eds.). 2020. The Reptile Database. http://www.reptile-database.org (consultado el 09 de agosto de 2020).

United Nations. (2019). UN Manual of Tests and Criteria, Section 38.3: Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Nueva York: ONU.

Universidad Politécnica de Madrid Boddicker, M., Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. (2002) Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Environmental Monitoring and Assessment 76: 105 123.

Universidad Politécnica de Madrid Claudia E. Moreno, Felipe Barragán, Eduardo Pineda, & Numa P. Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas.

Villa, R. B. y F. A. Cervantes. 2003. *Los Mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamericana/ Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 140 pp.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua
- Brecha
- Vereda

Infraestructura existente

- L Transmisión en Postería doble (H)
- Carretera 51 Dolores Hidalgo -Ojuelos de Jalisco

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO ESPUELA SOLAR

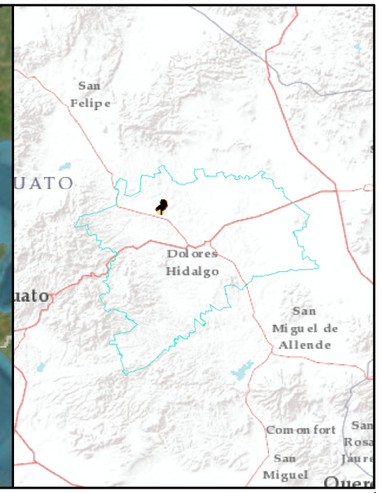
0 600,000 1,200,000 2,400,000 3,600,000 4,800,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:16,000	ENERO, 2026	01

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Área de Influencia de proyecto:797.6317 ha

Temática convencional

- Centro de población
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua
- Brecha
- Vereda

Infraestructura existente

- L Transmisión en Postería doble (H)
- Carretera 51 Dolores Hidalgo- Ojuelos de Jalisco

Simbologia

- Dolores Hidalgo CIN
- Escuela
- Pozo
- Tanque de Agua
- Templo
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Instalación de Comunicación
- Instalación Deportiva /Recreación
- Instalación Diversa
- Granjas Avícolas

ÁREA INFLUENCIA DE PROYECTO ESPUELA SOLAR

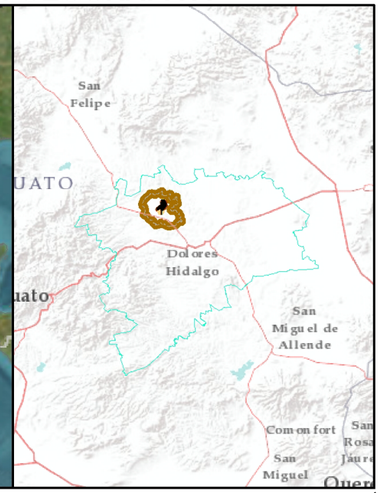
0 600,000 1,200,000 2,400,000 3,600,000 4,800,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:24,000	ENERO, 2026	02

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Sistema Ambiental Regional (SAr)
  Superficie:5670.6064 ha

Infraestructura existente

- L Transmisión en Postería doble (H)
- Carretera 51 Dolores Hidalgo -Ojuelos de Jalisco

Temática convencional

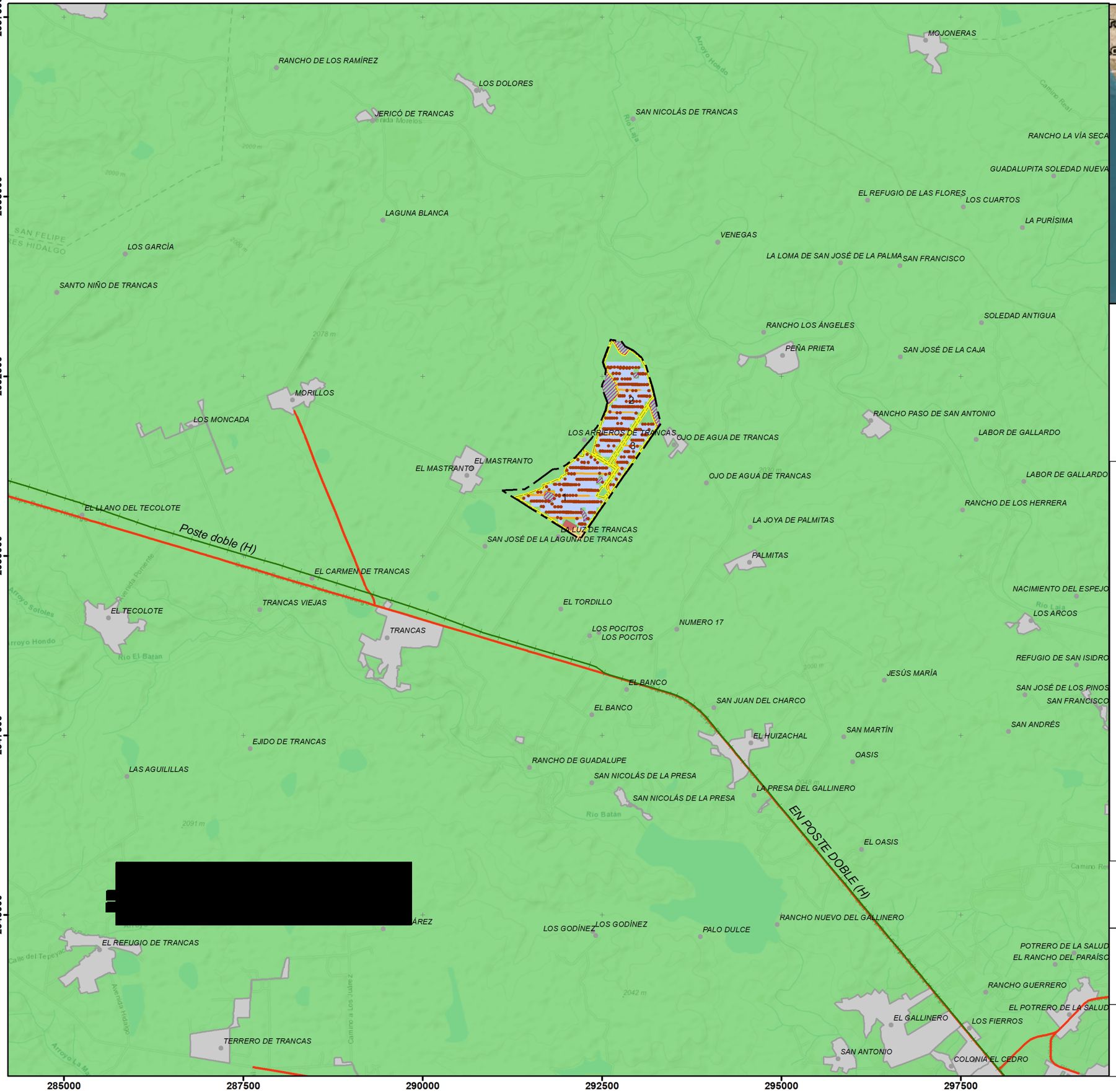
- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua
- Brecha
- Terraceria Op

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ESPUELA SOLAR

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:1,500,000	ENERO, 2026	03



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Modelo de Ordenamiento Ecol. General Territorial (SEMARNAT)

Región Ecológica: 18.8
Unidad Amb. Biofísica: 44
Sierras y Lanuras del norte de Guanajuato
17 875.73 km2

Infraestructura existente

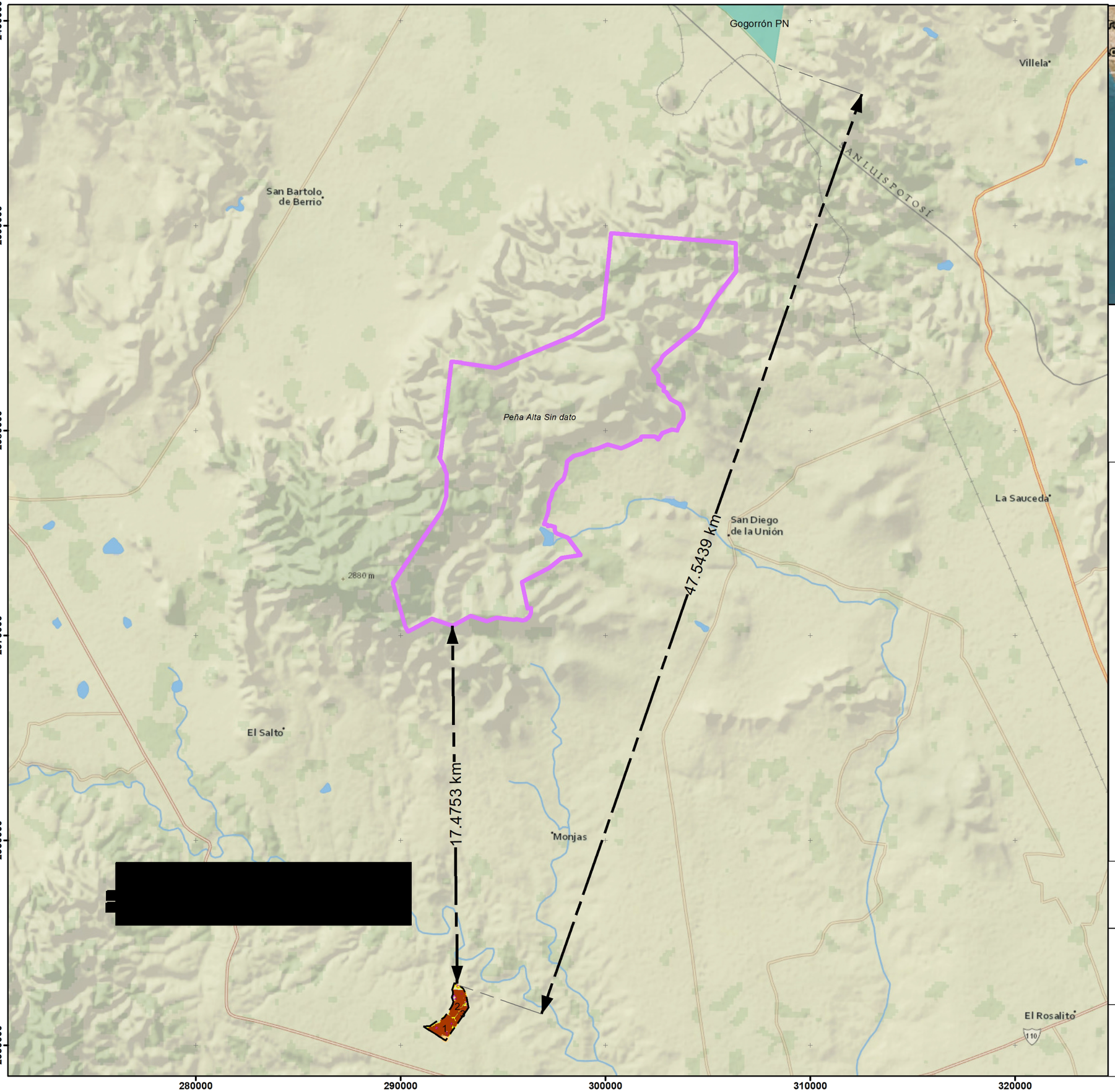
- L Transmisión en Postería doble (H)
- Carretera 51 San Felipe -Ojuelos de Jalisco

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (SEMARNAT)

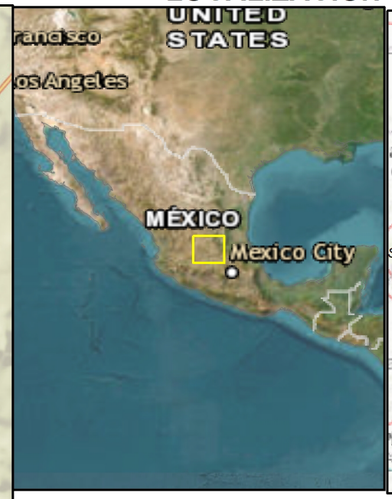
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

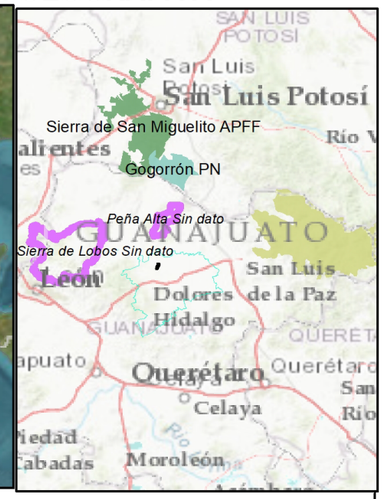
ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:50,000	ENERO, 2026	04



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Áreas Naturales Protegidas Federales (CONANP)

- Gogorrón
- Sierra Gorda de Guanajuato
- Sierra de San Miguelito

Sistema Estatal de ANP

- Red de Sistemas Estatales áreas naturales protegidas (Uso sustentable)

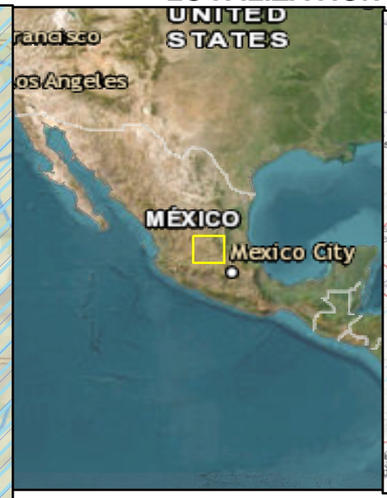
CONTEXTO CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES Y SISTEMA ESTATAL

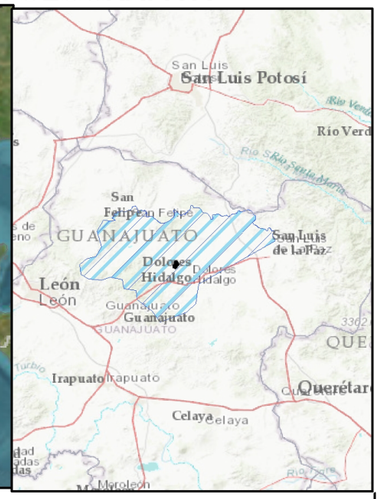
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:175,000	ENERO, 2026	05

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO)

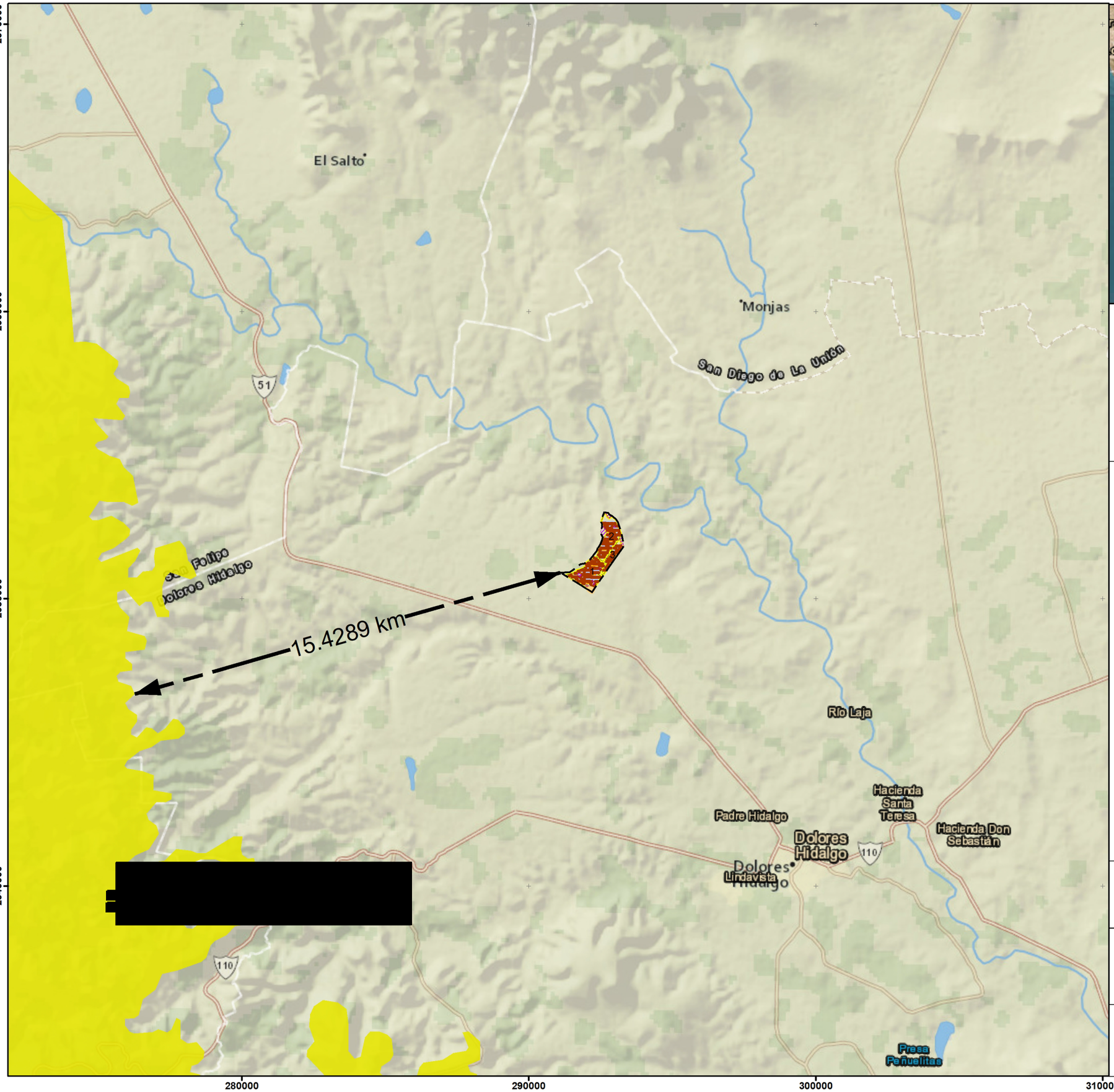
- 57 Cabecera del Río de la Laja

CONTEXTO REGIONES HIDROLOGICAS PRIORITARIAS (CONABIO) PROYECTO ESPUELA SOLAR

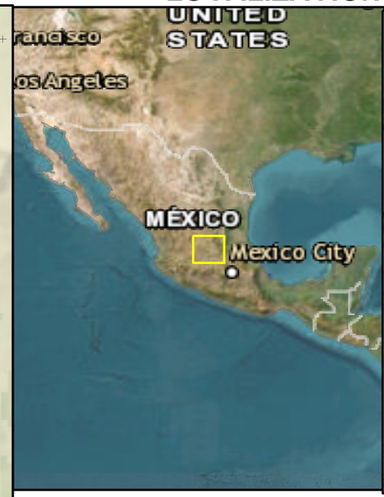
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

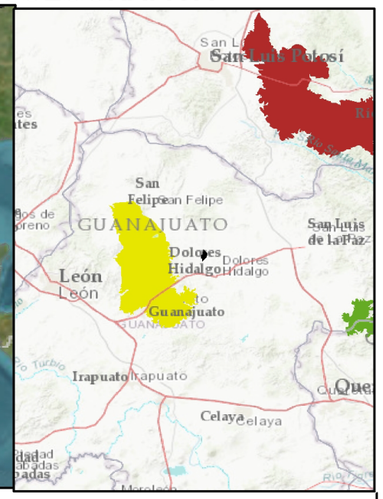
ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:125,000	ENERO, 2026	05



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO)

- 99 Sierras Santa Bárbara-Santa Rosa
- 100 Cerro Zamorano
- 98 Sierra de Álvarez

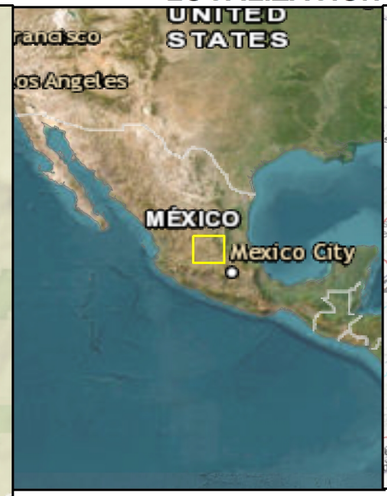
CONTEXTO REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (CONABIO) PROYECTO ESPUELA SOLAR

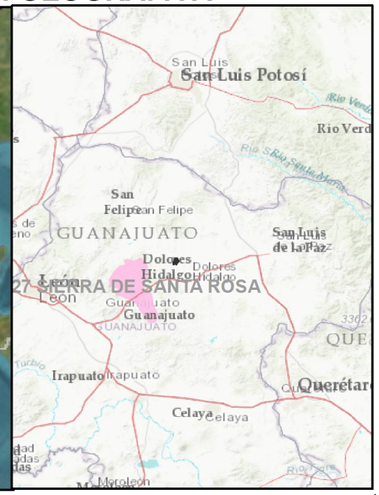
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:125,000	ENERO, 2026	07

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (CONABIO)

- 27 Sierra de Santa Rosa

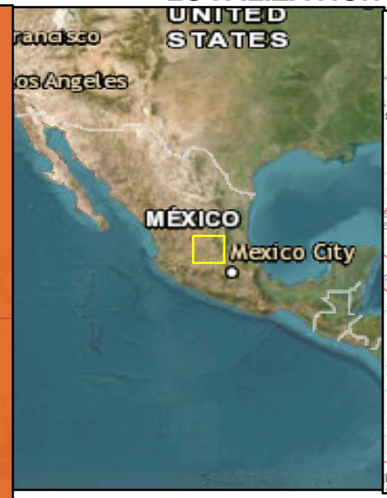
CONTEXTO ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (CONABIO) PROYECTO ESPUELA SOLAR

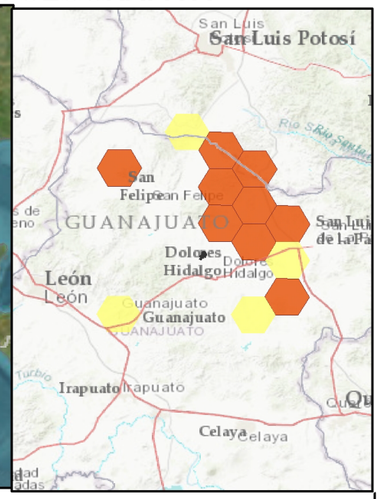
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:125,000	ENERO, 2026	08

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Sitios Prioritarios Epi continentales (CONABIO)

- alta
- media

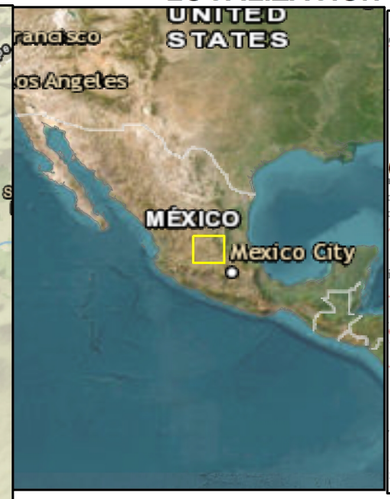
CONTEXTO SITIOS PRIORITARIOS EPICONTINENTALES (CONABIO) PROYECTO ESPUELA SOLAR

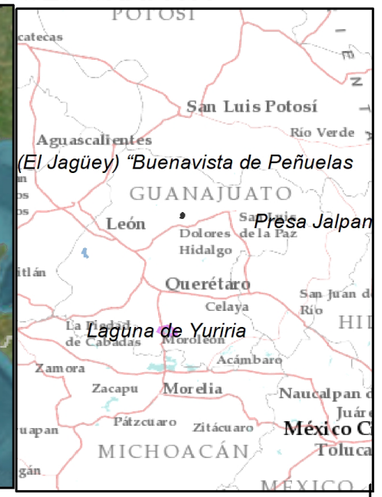
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:2,750,000	ENERO, 2026	09

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Sitios RAMSAR humedales de importancia internacional (CONABIO)

- Área Natural Protegida Estatal Presa de Silva y Zonas Aledañas
- (El Jagüey) "Buenavista de Peñuelas
- Laguna de Yuriria
- Presa Jalpan

CONTEXTO SITIOS RAMSAR (Humedales Importancia Internacional) PROYECTO ESPUELA SOLAR

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:5,604,943	ENERO, 2026	09

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Municipio Dolores Hidalgo CIN.
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

UGAS PEDUOET 2040

- 172, Restauración
- 109, Restauración
- 123, Restauración
- 126, Conservación
- 127, Restauración
- 142, Conservación
- 157, Restauración
- 173, Aprovechamiento sustentable
- 132, Aprovechamiento sustentable
- 168, Aprovechamiento sustentable

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO
PROYECTO ESPUELA SOLAR

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:40,000	ENERO, 2026	11

2356000
2352000
2348000
290000
295000

2356000

2351500

2347000

286500

291000

295500

300000

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

N

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Viales internos
- Inversores
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

- Sistema Ambiental Regional (SAr)
  Superficie:5670.6064 ha
- Área de Influencia: 797.6317 ha

Hipsométrico (relieve)

- 2201.111 - 2240
- 2162.222 - 2201.111
- 2123.333 - 2162.222
- 2084.444 - 2123.333
- 2045.556 - 2084.444
- 2006.667 - 2045.556
- 1967.778 - 2006.667
- 1928.889 - 1967.778
- 1890 - 1928.889

HIPSOMÉTRICO (RELIEVE)

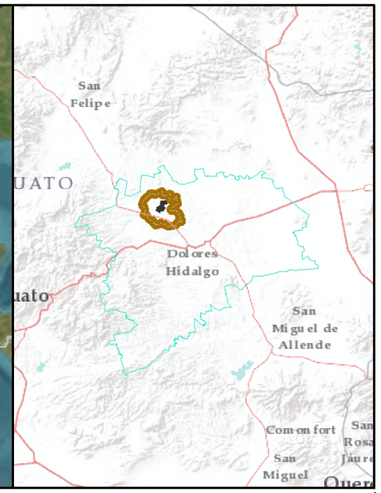
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:50,000	FEBRERO, 2026	12

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Área de Influencia: 797.6317 ha

Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Climatología

- Temperatura Min
- Temperatura Max.
- Precipitación (mm)
- evapotranspiracion (mm)
- Clima (semiseco templado)

MAPA DE CLIMA

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:75,000	MARZO, 2026	14

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

- Área de Influencia: 797.6317 ha
- Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Rasgos Geológicos

- Aparato Volcánico
- Mina
- Punto de Verificación
- Banco de Material
- EstructuraTabular
- Falla
- Fractura

Tipo y sistema de Unidad Geológica

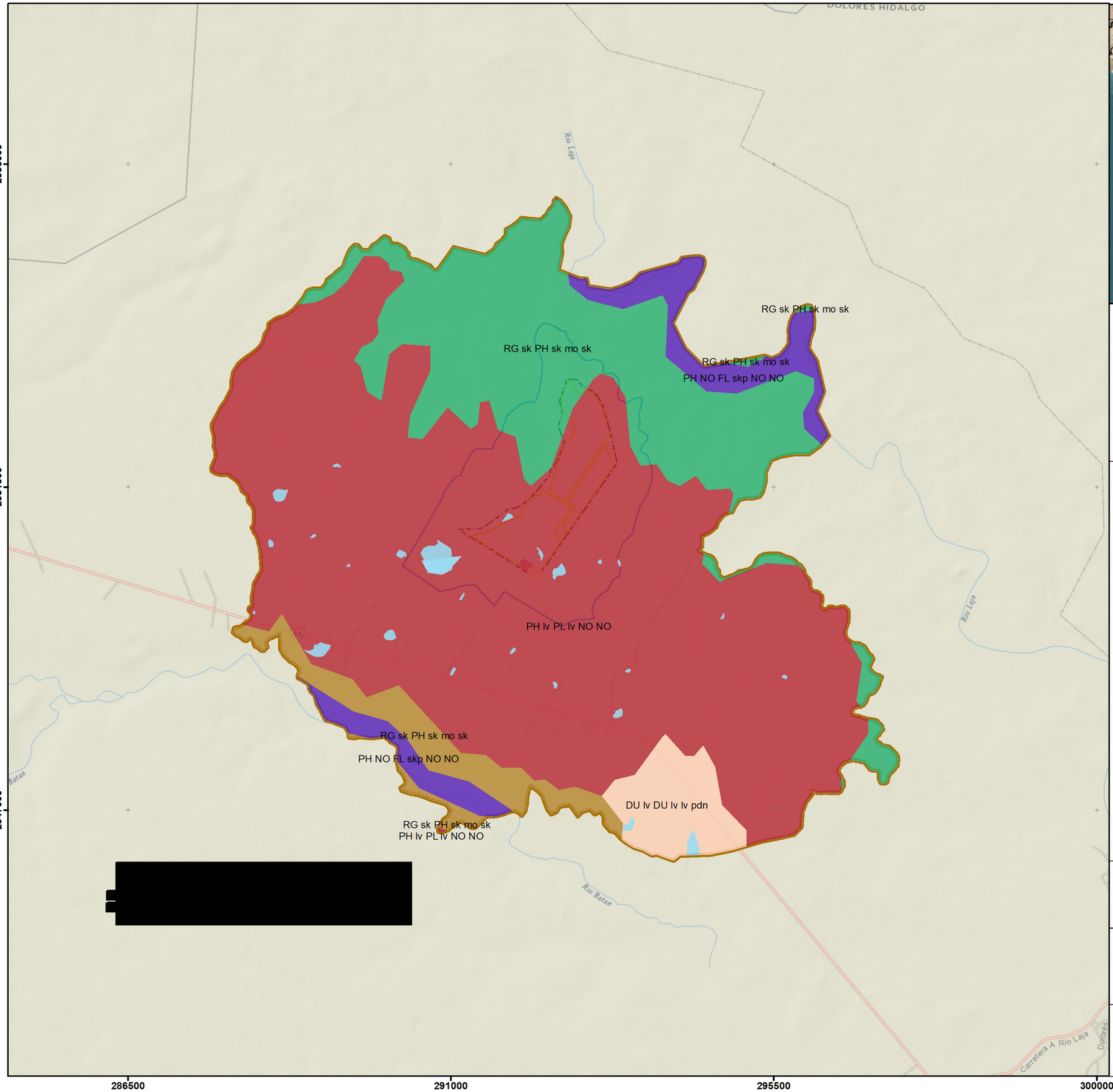
- Aluvial, N/A, Cuaternario
- Arenisca-Conglomerado, Sedimentaria del Neógeno

RASGOS GEOLÓGICOS ESPUELA SOLAR

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:75,000	FEBRERO, 2026	12



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Área de Influencia: 797.6317 ha

Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Unidades Edafológicas

- Durisol Phaeozem/ 2
- Phaeozem & Phaeozem Lítico/ 2
- Phaeozem Fluvisol/ 2R
- Regosol Phaeozem Leptosol/ 2R
- Regosol Phaeozem Leptosol/ 3R

EDAFOLOGÍA

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:50,000	MARZO, 2026	15

2356000

2351500

2347000

286500

291000

295500

300000

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Área de Influencia: 797.6317 ha
- Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpo de agua

Degradación del Suelo y Erosión

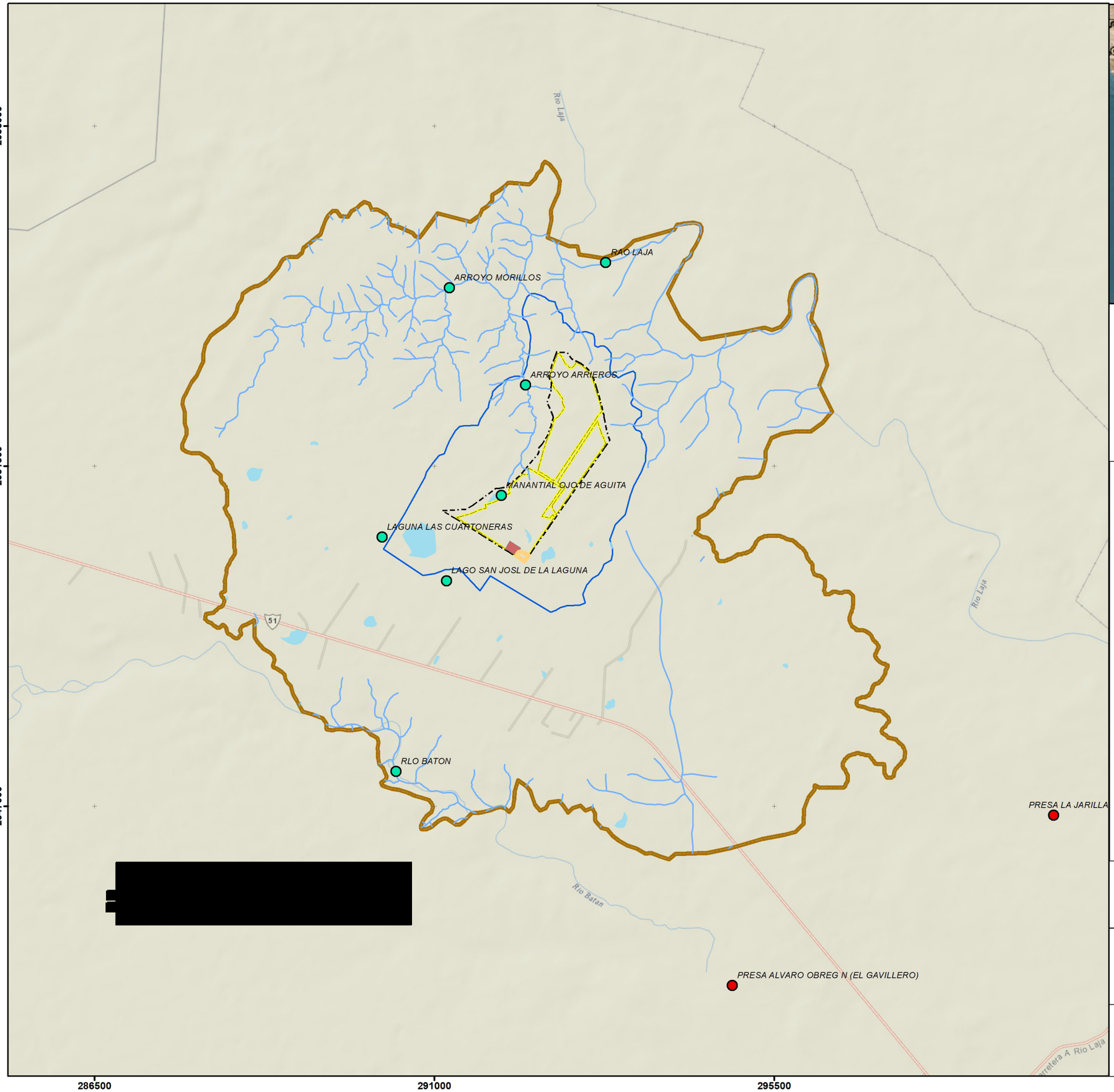
- Pérdida del suelo superficial, Actvs agrícolas/ Deforestación y remoción de vegetación
- Pérdida del suelo por acción del viento, Actvs agrícolas/ Deforestación y remoción devegetación
- Erosión hídrica superficial, Deforestación y remoción de vegetación
- Erosión Laminar Surcos-moderado
- Erosión hídrica-Surcos-leve
- Erosión hídrica-Surcos-moderado
- Erosión hídrica-Surcos-fuerte
- Erosión hidrica-Carcavas-leve
- Erosión hidrica-Carcavas-moderado
- Erosión hidrica Carcavas-fuerte
- Erosión Laminar Surcos-leve

DEGRADACIÓN Y EROSIÓN DE SUELO

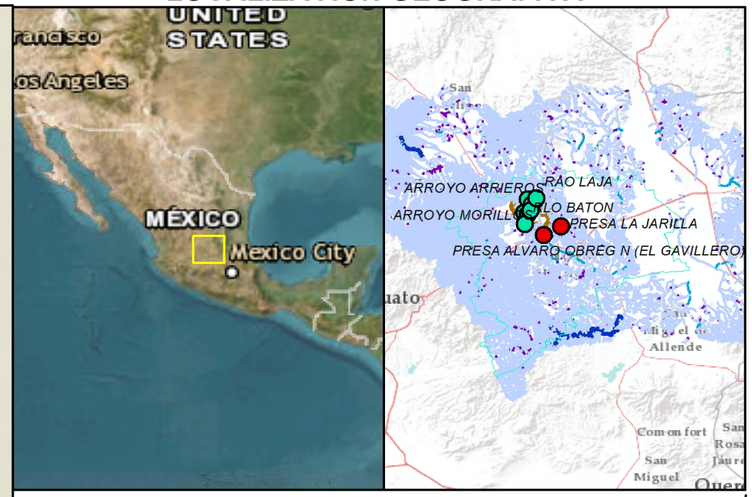
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:47,500	MARZO, 2026	17



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Área de Influencia: 797.6317 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Elems Lénticos
- Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Hidrología superficial

Hidrografía y orografía

- Hidrográficos
- Orográficos
- Servicios e instalación

Elems Lóticos

- Flujo en Operación
- Flujo virtual
- Intermitente
- Perenne

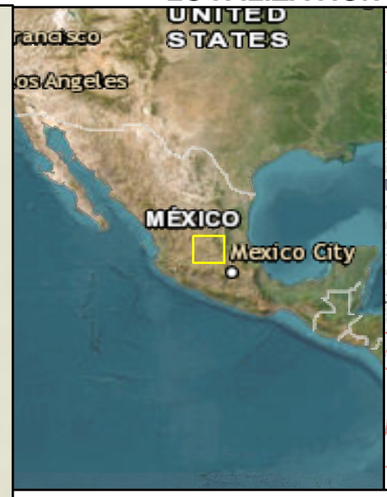
HIDROLOGÍA

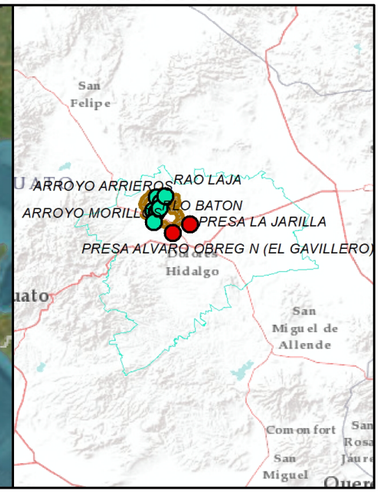
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:47,500	MARZO, 2026	17

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Área de Influencia: 797.6317 ha
- Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

Hidrología subterránea

- Tiradero a cielo abierto
- Atributos pozo profundo
- Profundidad estática (m)
- Curva de igual Elevación
- Material consolidado permeabilidad media alta
- Material no consolidado permeabilidad baja media
- Material no consolidado permeabilidad media

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:47,500	MARZO, 2026	18

2356000

2351500

2347000

286500

291000

295500

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- PV Módulos Fotovoltaicos (arreglo)
- Areas de Exclusión
- Predio proyecto Espuela Solar
- Área de Influencia: 797.6317 ha
- Sistema Ambiental Regional (SAr) Superficie:5670.6064 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

Uso del suelo y Vegetación tipo

- MEZQUITAL XERÓFILO
- AGRÍCOLA PECUARIO y PLANTACIONES
- PASTIZAL INDUCIDO
- PASTIZAL NATURAL
- Centros Pob. (Conurbado)

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN TIPO

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:45,000	MARZO, 2026	20

2356000

2351500

2347000

286500

291000

295500

Avenida Morelos

Río Lajat

2078 m

Carretera-San-Felipe-Dolores-Hidalgo-51

Carretera-San-Felipe-Dolores-Hidalgo

2048 m

Río Batán

2091 m

[redacted]

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

N

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- Sistema Ambiental Regional (SAr)
  Superficie:5670.6064 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

Analisis Cuenca Visual

- Punto Observador Proy. ES
- Cuenca Visual ANTES
- Cuenca Visual DESPUES

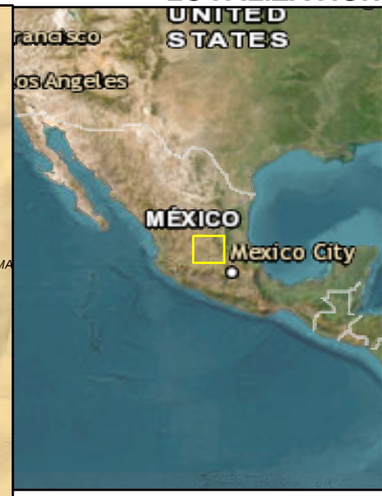
ANÁLISIS DE LA CUENCA VISUAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

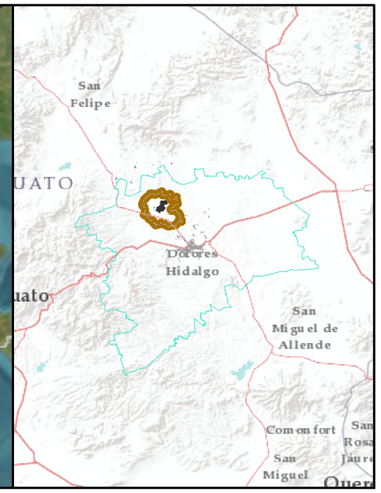
0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:40,000	MAYO, 2026	21

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- Sistema Ambiental Regional (SAr)
  Superficie:5670.6064 ha

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

Análisis Cuenca Visual: zonas con la conservación visual Proyecto

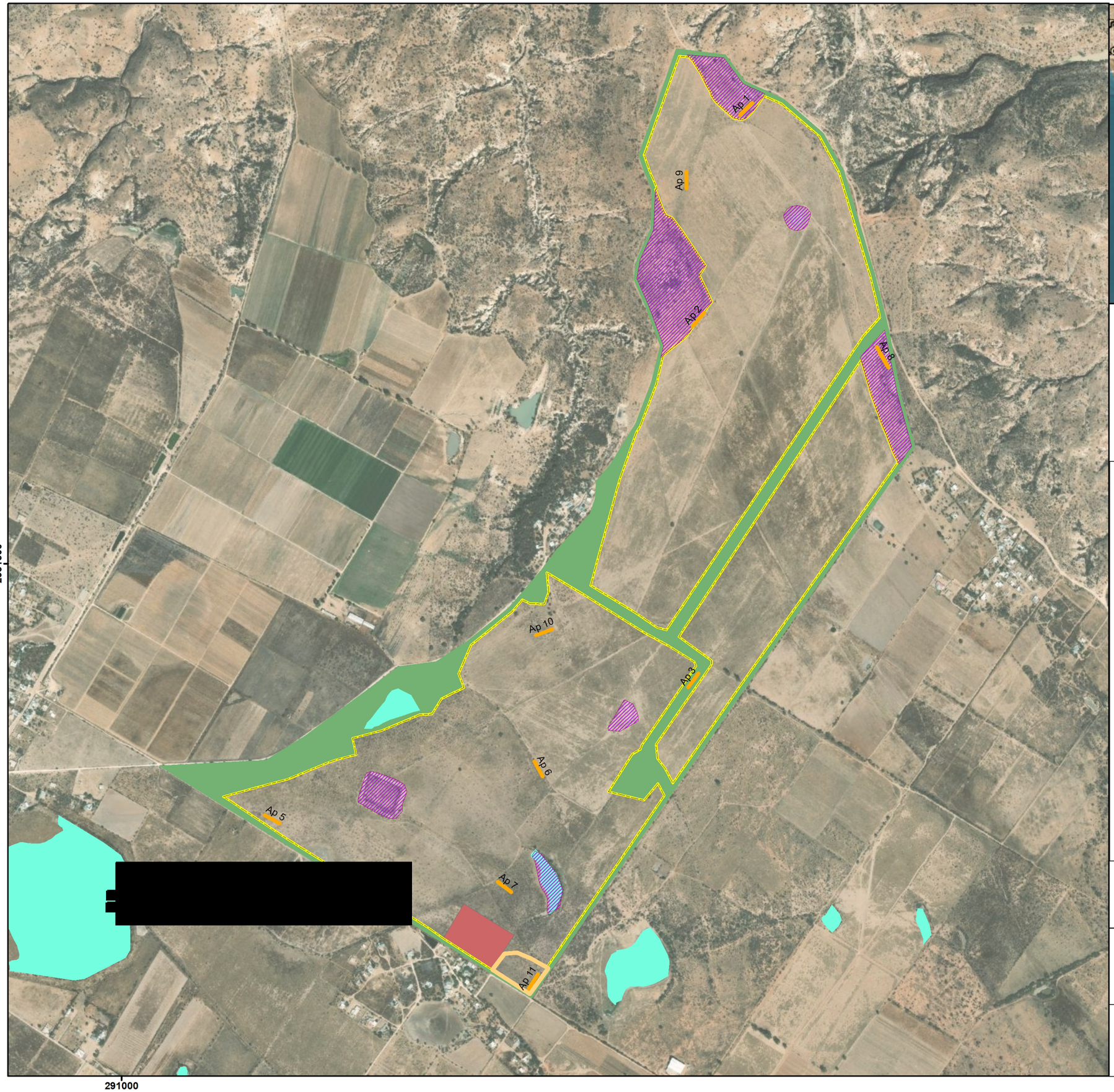
- Punto Observador Proy. ES
- Visibilidad del entorno, Cca Visual Proyecto Espuela Solar

RESULTADO ANÁLISIS DE LA CUENCA VISUAL PROYECTO ESPUELA SOLAR

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:40,000	MAYO, 2026	22



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- Areas de Exclusión
- Sin afectación o uso del predio
- Predio proyecto Espuela Solar
- Unidad Muestreo AP

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

UM	Inicio utm X	inicio utm Y	fin utm X	fin utm Y
Ap1	292845	2352848	292809	2352812
Ap2	292703	2352232	292671	2352194
Ap3	292658	2351139	292687	2351179
Ap4	293218	2352116	293244	2352074
Ap5	291462	2350740	291418	2350764
Ap6	292208	2350921	292232	2350877
Ap7	292140	2350539	292100	2350570
Ap8	293236	2352090	293209	2352134
Ap9	292653	2352647	292653	2352597
Ap10lt	292191	2350257	292218	2350299

UNIDADES MUESTREADAS FLORA SILVESTRE ÁREA PROYECTO

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000 Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:10,500	ABRIL, 2026	23

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000.0
False_Northing: 0.0
Central_Meridian: -99.0
Scale_Factor: 0.9996
Latitude_Of_Origin: 0.0
Linear Unit: Meter (1.0)

CONVENCIONES TEMÁTICAS

Proyecto Espuela Solar

- SubCampos Áreas Vallado (Ap)
- SE Elevadora de Potencia
- Almacenamiento Energía BESS
- Areas de Exclusión
- Sin afectación o uso del predio
- Predio proyecto Espuela Solar
- Unidad Muestreo SAr

Temática convencional

- Mpio. Dolores Hidalgo CIN
- Centro de población
- Cuvas nivel 20k
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

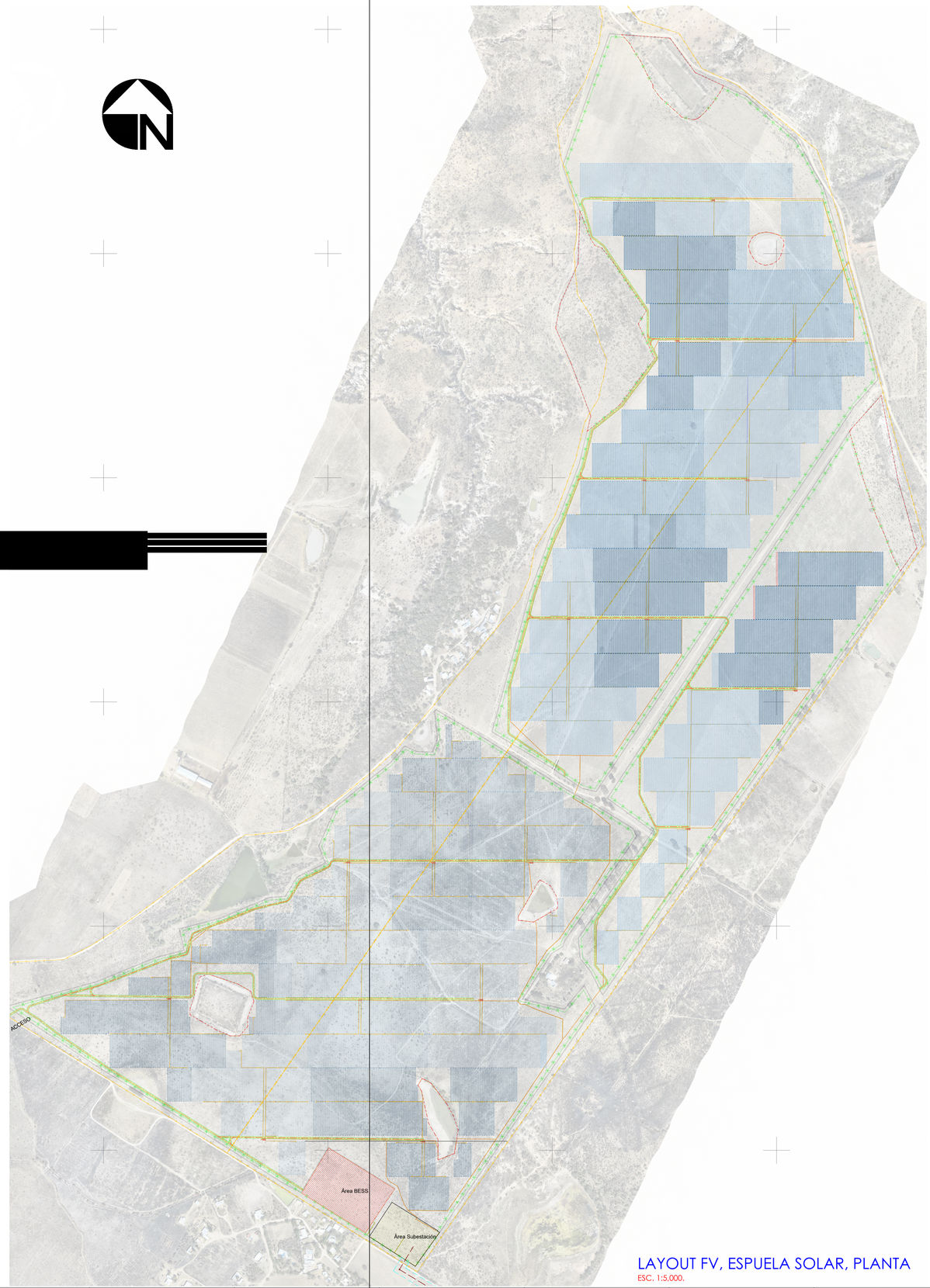
UNIDADES MUESTREADAS FLORA SILVESTRE SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

0 625,000 1,250,000 2,500,000 3,750,000 5,000,000
Metros

ELABORÓ	APROBÓ
Área Socio Ambiental	EDAM Energía y Desarrollo Ambiental de México

ESCALA	FECHA	MAPA
1:33,000	ABRIL, 2026	24

2351500
2347000
291000
295500



LAYOUT FV, ESPUELA SOLAR, PLANTA

ESC. 1:5,000.

Notas

NOMBRE DE LA PLANTA FV	ESPUELA SOLAR
LOCALIZACIÓN	Guanajuato, Mexico
CONVERGENCIA EPSG:32614	–0.7258 °
ELEVACIÓN MEDIA (m)	2013.79

POTENCIA PICO (MW)	130.3
POTENCIA APARENTE EN INVERSORES (MVA)	121.44
POTENCIA NOMINAL EN INVERSORES (MW)	110.295
RATIO DC/AC EN INVERSORES	1.181
FACTOR DE POTENCIA EN INVERSORES	0.9082
POTENCIA NOMINAL EN EL PDI (MW)	100.2
RATIO DC/AC EN PDI	1.3
VOLTAJE DC DEL SISTEMA (kV)	1.5
TENSIÓN DEL SISTEMA MT AC (kV)	34.5

ÁREA DISPONIBLE (ha)	171.08
ÁREA VALLADA (ha) incluye SE y BESS	171.46
PERÍMETRO VALLADO (km) incluye SE y BESS	11.50
CAMINOS (km)	8.39

MODELO DE MÓDULO FV	Trina Solar TSM–730NEG21C.20
POTENCIA DEL MÓDULO FV (W)	730.00
CANTIDAD DE MÓDULOS FV	178500
MÓDULOS POR STRING	28

ESTRUCTURA	STRINGS POR ESTRUCTURA	NÚMERO DE ESTRUCTURAS	NÚMERO DE STRINGS	ÁNGULO DE INCLINACIÓN (TILT)
SFONE	2	3114	6228	–
SFONE	1	147	147	–

ÁNGULO DE ROTACIÓN DEL LAYOUT	0.00
GCR	0.48
DISTANCIA PITCH (m)	5.0
SEPARACIÓN ENTRE FILAS (m)	2.6

MODELOS DE INVERSOR	POTENCIA INVERSOR Pmax (kVA)	CANTIDAD DE INVERSORES
Huawei Technologies SUN2000–330KTL–H1	330.0	368

POTENCIA DE TRAFO EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (MW)	CANTIDAD DE TRAFOS EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
7.26	16
5.28	1
POTENCIA TOTAL EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (MW)	7.26 – 5.28
NÚMERO TOTAL DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	17

ÁREA	POTENCIA PICO (MW)	POTENCIA NOMINAL EN INVERSORES (MW)
AA–Polygon2	15.575	13.187
AA–Polygon1	54.534	46.156
AA–Polygon3	60.196	50.952
NÚMERO TOTAL DE ÁREAS	3	
NÚMERO TOTAL DE ÁREAS AGRUPADAS	0	

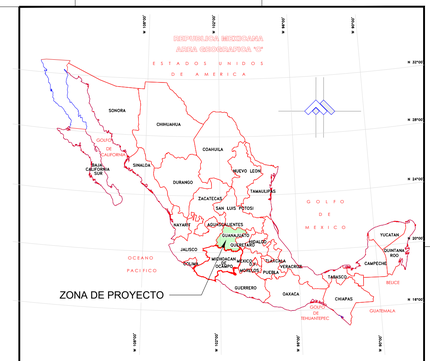
ÁREA DISPONIBLE PARA ZONA BESS (M²)	20,000.00

ESTACIÓN DE INTERCONEXIÓN	DISPOSICIÓN DE LA SUBESTACIÓN	CAPACIDAD (MVA)	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES
ST	SIMPLE BARRA	125.0	1
NÚMERO TOTAL DE ST		1	
NÚMERO TOTAL DE SBS		0	
TENSIÓN DE INTERCONEXIÓN (kV)		115.0	
CANTIDAD TOTAL DE TRANSFORMADORES		1	

LÍNEA DE TRANSMISIÓN	OHL–1
NÚMERO TOTAL DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	1
TENSIÓN DE INTERCONEXIÓN (kV)	115.0

SIMBOLOGÍA:

- Área disponible
- Área de la estación de interconexión
- Línea aérea
- Torres de la línea aérea
- Centro de transformación
- Los colores indican la conexión del campo solar con cada CT
- Estructuras de montaje
- Viales
- Zanjas de media tensión
- Zanjas de baja tensión
- Vallado
- Líneas de media tensión
- Cables de string
- Cables del inversor al centro de transformación
- Inversores de String
- Área de baterías
- Área de subestación elevadora
- Áreas restrictivas
- Lindero Predio Arrieros
- Lindero Predio Arrieros 2



EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

NOTAS:

1. COTAS EN METROS EXCEPTO INDICADO.
2. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES *UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (UTM)*, CON *DATUM* DE REFERENCIA WGS 84, ZONA 11 N.
3. EL LINDERO DEL PREDIO "ARRIEROS II" SE TRAZÓ CON BASE EN LA INFORMACIÓN DEL AVALÚO CATASTRAL VIGENTE, CONSIDERÁNDOSE ÚNICAMENTE CON CARÁCTER REFERENCIAL, DEBIDO A LA AUSENCIA DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA PARA SU DEFINICIÓN PRECISA.
4. EL TRAZO DEL PREDIO "ARRIEROS" SE REALIZÓ CON BASE EN LA INFORMACIÓN DEL AVALÚO CATASTRAL VIGENTE, CONFORME AL CUADRO DE CONSTRUCCIÓN MOSTRADO.

-

No DE DOCUMENTO	TÍTULO

DIBUJOS DE REFERENCIA

Progressum — BUILDING A SUSTAINABLE WORLD

ARU Consultores

No. DE PLANO:	REV
LAYOUT ESPUELA SOLAR_E.dwg	0

PROYECTO: ESPUELA SOLAR

TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT PLANTA FV ESPUELA SOLAR

RESPONSABLE	NOMBRE	FIRMA	FECHA:
EJECUTÓ:	J.G.		ABR/26
REVISÓ:	L.U.		ABR/26
APROBÓ:	J.A.		ABR/26

FORMATO:	ESCALA:	ACOT.	HOJA:
A1	INDICADA	m	01 de 01

FASE: INGENIERÍA CONCEPTUAL

CLAVE DEL PLANO: ARU0126-PR-CI-003

No.	DESCRIPCIÓN	EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA
E	QUINTA EMISIÓN	J.G.	L.U.	J.A.	ABR/26
D	CUARTA EMISIÓN	J.G.	L.U.	J.A.	MAR/26
C	TERCERA EMISIÓN	J.G.	L.U.	J.A.	MAR/26
B	SEGUNDA EMISIÓN	J.G.	L.U.	J.A.	MAR/26
A	PRIMERA EMISIÓN	J.G.	L.U.	J.A.	FEB/26

CAMBIOS

ESTUDIO HIDRÁULICO E IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE (EXISTENTE) PARA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO PV ESPUELA SOLAR, EN EL MUNICIPIO DE DOLORES HIDALGO, GUANAJUATO.

ESTUDIOS PRELIMINARES

ESTUDIO HIDRÁULICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE LOS CALADOS SOBRE EL TERRENO NATURAL DE LA SUBCUENCA

ABRIL 2026

TALLER E+A INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A. DE C.V.

ÍNDICE

ÍNDICE ..... **II**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **III**

ÍNDICE DE CUADROS ..... **IV**

I AUTOR, REVISIÓN Y APROBACIÓN **5**

II OBJETIVOS **6**

II.1 OBJETIVO GENERAL 6
II.2 OBJETIVOS PARTICULARES 6

III LOCALIZACIÓN **6**

IV RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN **7**

IV.1 INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA. 7
IV.2 INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA. 9

V MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL SITIO DE PROYECTO. **11**

V.1 MODELO GEOMÉTRICO. 11
V.2 MODELO HIDRÁULICO. 12
V.3 ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE ANÁLISIS Y PROCESO DE CÁLCULO. 13
V.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 14

VI OBSERVACIONES. **18**

VII CONCLUSIONES **19**

VII ANEXOS **20**

VII.1 Calados obtenidos para diferentes periodos de retorno. *21*
VII.2 Velocidades obtenidas para distintos periodos de retorno. *29*

VIII REFERENCIAS **37**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 6
FIGURA 2 REGIÓN HIDROLÓGICO – ADMINISTRATIVA NO. VIII 7
FIGURA 3 REGIÓN HIDROLÓGICO – ADMINISTRATIVA NO. VIII 8
FIGURA 4 MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE LA ZONA EN ESTUDIO. 9
FIGURA 5 HIETOGRAMAS DE DISEÑO PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO Y DURACIONES. 10
FIGURA 6 GENERACIÓN DE MALLADO DE 10 X 10 M. 11
FIGURA 7 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE FLUJO SUPERFICIAL (CONDICIONES DE CONTORNO). 12
FIGURA 8 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS. 13
FIGURA 9 ELABORACIÓN DEL PLAN DE ANÁLISIS. 13
FIGURA 10 PROCESO DE CÁLCULO PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS. 14
FIGURA 11 PLANTA DE CALADOS EN LÍMITES DE PROYECTO Y LÍNEA DE TRANSICIÓN, PARA UN TR=100 AÑOS. 15
FIGURA 12 PERFIL DE ELEVACIONES EN LÍNEA DE TRANSICIÓN 15
FIGURA 13 PERFIL DE ELEVACIONES EN LÍMITE DE PROYECTO 1. 16
FIGURA 14 PERFIL DE ELEVACIONES EN LÍMITE DE PROYECTO 2. 16
FIGURA 15 PERFIL DE ELEVACIONES EN LÍMITE DE PROYECTO 3 17
FIGURA 16 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 2 AÑOS 22
FIGURA 17 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 5 AÑOS 23
FIGURA 18 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 10 AÑOS 24
FIGURA 19 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 20 AÑOS 25
FIGURA 20 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 25 AÑOS 26
FIGURA 21 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 50 AÑOS 27
FIGURA 22 CALADOS PARA UNA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO ASOCIADA A UN TR= 100 AÑOS 28
FIGURA 23 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 2 AÑOS 30
FIGURA 24 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 5 AÑOS 31
FIGURA 25 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 10 AÑOS 32
FIGURA 26 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 20 AÑOS 33
FIGURA 27 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 25 AÑOS 34
FIGURA 28 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 50 AÑOS 35
FIGURA 29 VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN ASOCIADA A UN TR= 100 AÑOS 36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE PRECIPITACIONES DE DISEÑO, ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO, EN MM. 10

TABLA 2 PROFUNDIDAD DE CALADOS PARA UNA FRECUENCIA DE RETORNO DE 100 AÑOS, EN M. 14

I AUTOR, REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORÓ:

ING. ALEJANDRO PÉREZ HERNÁNDEZ
ESTUDIOS Y PROYECTOS
TALLER E+A INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A. DE C.V.

REVISÓ:

ING. LUIS PATRICIO BLAS ABAD
RESPONSABLE TÉCNICO
ENERGÍA Y DESARROLLO AMBIENTAL DE MÉXICO MVR, S.A. DE C.V.

Vo. Bo.:

DR. FLAVIO CHÁZARO RAMÍREZ
COORDINADOR DEL ESTUDIO
ENERGÍA Y DESARROLLO AMBIENTAL DE MÉXICO MVR, S.A. DE C.V.

II OBJETIVOS

II.1 Objetivo General

Determinar la profundidad de los calados que se generan en la zona de proyecto, asociado a precipitaciones máximas en 24 horas y distintos periodos de retorno.

II.2 Objetivos Particulares

- Elaboración del modelo geométrico de la zona en estudio, basado en el levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio y proyecto, incluye generación de malla y condiciones de contorno.

- Elaboración del modelo hidráulico, basado en precipitaciones máximas en 24 horas, asociados a distintos periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años).

- Generación de los planes de análisis y simulación para distintos periodos de retorno.

- Interpretación de resultados y conclusiones.

III LOCALIZACIÓN

El área del proyecto se ubica en la localidad del Mastranto en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, en el estado de Guanajuato; colinda con los municipios de San Felipe al noroeste, con San Diego de la Unión al norte, con San Luis de la Paz al este, con San Miguel de Allende al sureste y con Guanajuato al suroeste.



Figura 1 Localización geográfica

La zona de estudio se localiza en la Región Norte del estado de Guanajuato, en la Región Hidrológico – Administrativa número VIII del Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico dentro de la región hidrológica número 20 correspondiente a Lerma – Santiago, particularmente en la cuenca clave RH 12, cuenca del río Laja, subcuenca río Laja – Peñuelitas, encontrándose en la zona del parteaguas.

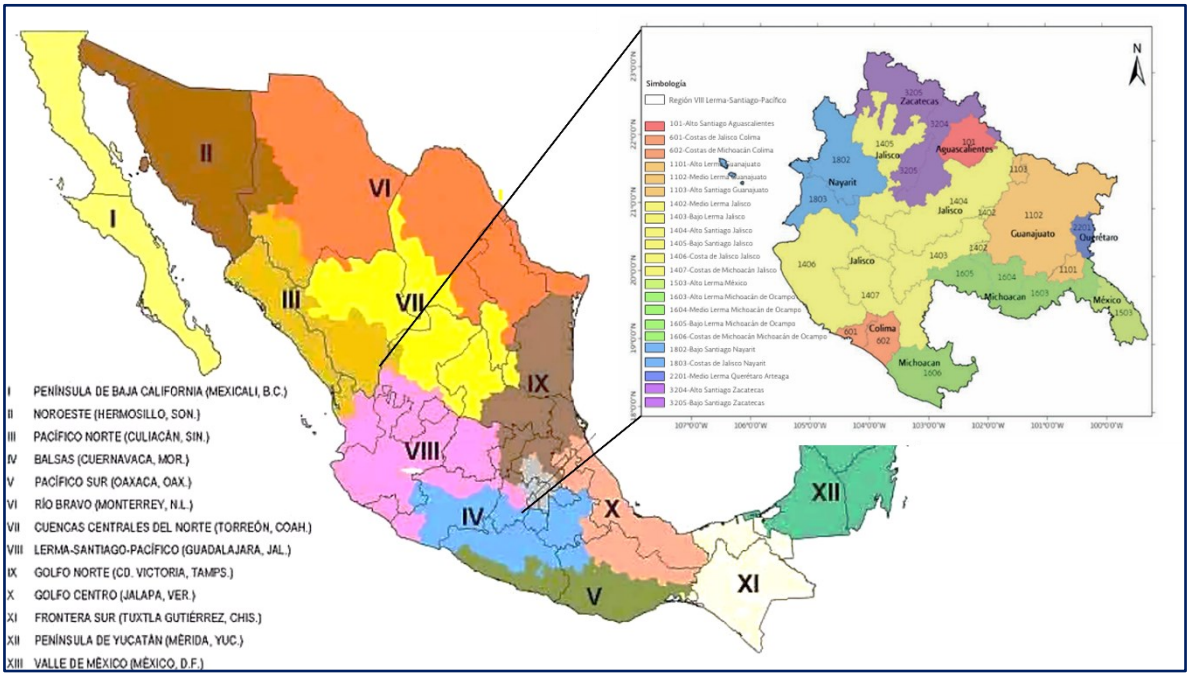


Figura 2 Región Hidrológico – Administrativa No. VIII

IV RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

En el presente apartado se describe la información recopilada que sirvió de base para la elaboración del presente estudio de hidráulica pluvial.

IV.1 Información Topográfica.

Para determinar la configuración geomorfológica del modelo digital de elevaciones se empleó la topografía generada en el estudio topográfico (Vuelo con tecnología LiDAR), la superficie levantada fue de 895 has. con una equidistancia en las curvas de nivel de 40 cm. Ver imagen adjunta.

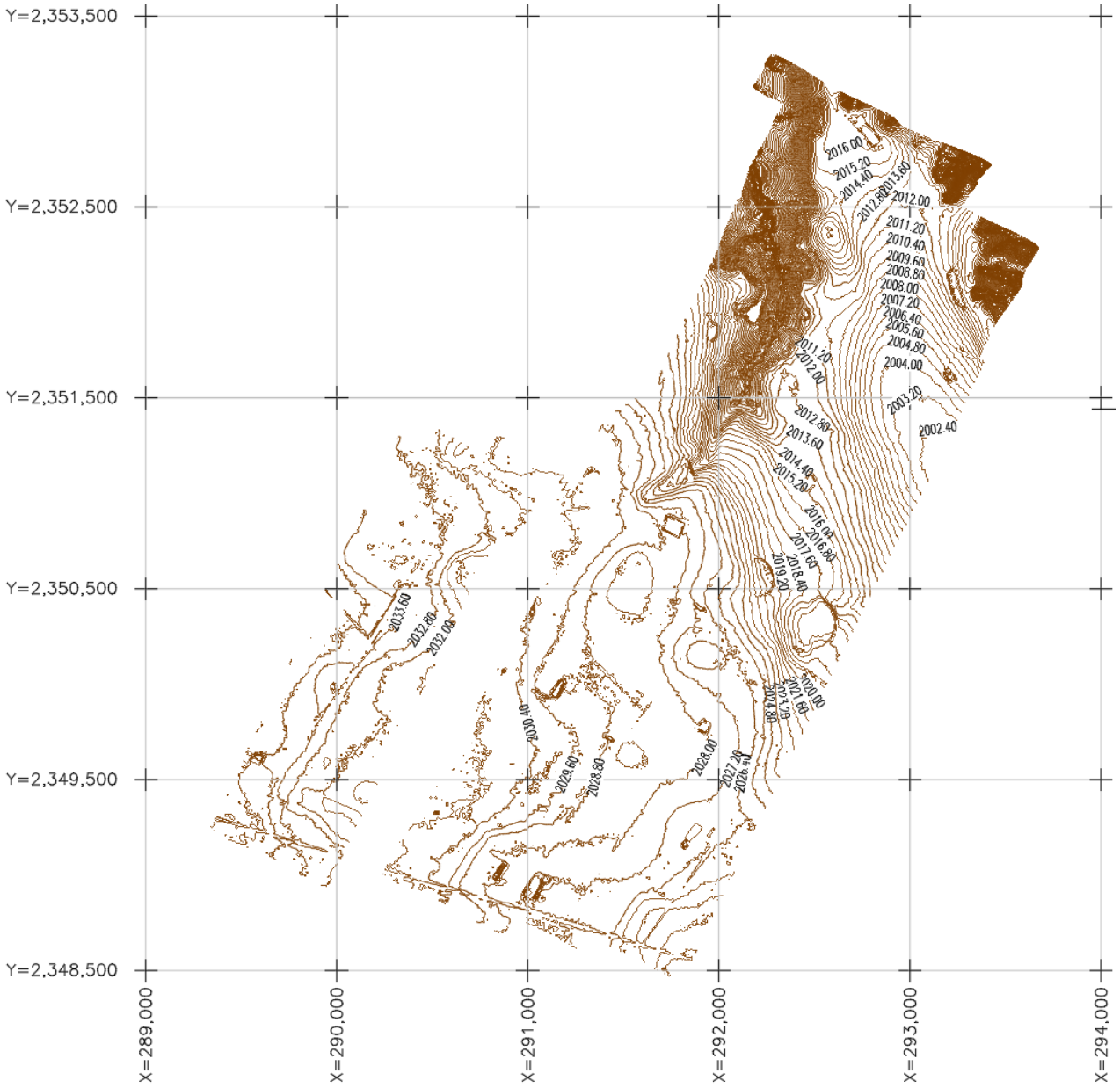


Figura 3 Región Hidrológico – Administrativa No. VIII

Con el uso de esta configuración topográfica se procesó el modelo digital de elevaciones en formato TIFF, en el programa Global Mapper versión 23. Dicho procesamiento abarco la superficie correspondiente a los límites del predio de proyecto a la zona donde cruza la línea de transmisión. La siguiente figura muestra el modelo referido.

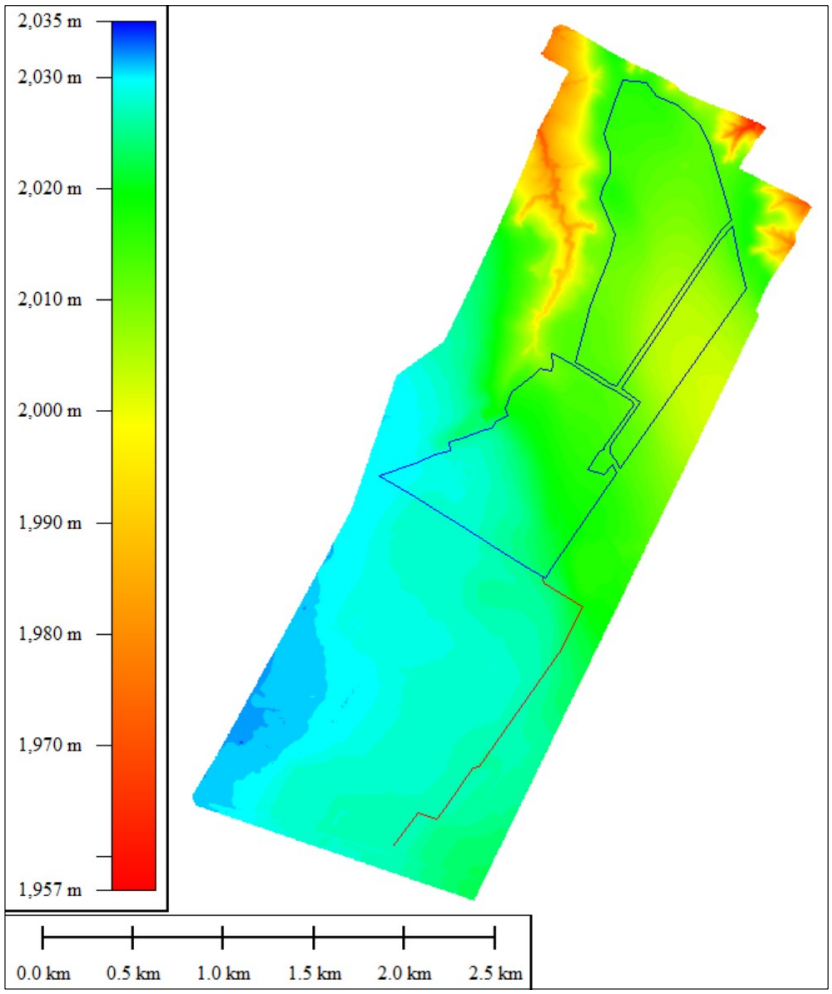


Figura 4 Modelo digital de elevaciones de la zona en estudio.

En la imagen anterior podemos observar el rango de elevaciones existentes en la superficie que conforma el modelo digital de elevaciones. la zona norte donde se localizan los límites del proyecto presenta mayor desnivel con respecto a la zona sur donde cruza la línea de transmisión.

Adicionalmente se observa que la formación de escurrimientos (representados en color rojo) se encuentran fuera del polígono de proyecto, los cuales conforman gradualmente la cubeta del cauce de escurrimientos de primer orden. (Ver zona noroeste con respecto a los límites del predio de proyecto)

IV.2 Información Pluviométrica.

Las precipitaciones de diseño obtenidas en el estudio hidrológico, constituyen el insumo principal para determinar la magnitud de los calados generados en diversos puntos de la zona en estudio, estas precipitaciones están asociadas a lluvias máximas en 24 horas y a diversos periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años). a continuación se muestran de manera gráfica y tabular los hietogramas de diseño.

Tabla 1 Resumen de precipitaciones de diseño, asociadas a diferentes periodos de retorno, en mm.

Duración En min.	2	5	10	20	25	50	100
5	0.32	0.47	0.63	0.85	0.94	1.25	1.68
10	0.34	0.51	0.68	0.91	1.00	1.34	1.79
15	0.37	0.54	0.73	0.98	1.07	1.44	1.93
20	0.40	0.59	0.79	1.06	1.16	1.56	2.09
25	0.44	0.65	0.87	1.16	1.27	1.71	2.29
30	0.49	0.72	0.96	1.29	1.42	1.90	2.54
35	0.55	0.81	1.09	1.46	1.60	2.15	2.88
40	0.64	0.94	1.26	1.69	1.86	2.49	3.34
45	0.77	1.14	1.52	2.04	2.25	3.01	4.03
50	1.00	1.48	1.98	2.65	2.91	3.91	5.23
55	1.52	2.25	3.01	4.03	4.43	5.94	7.97
60	9.76	14.38	19.28	25.84	28.39	38.06	51.01
65	2.22	3.27	4.38	5.87	6.45	8.65	11.59
70	1.20	1.76	2.37	3.17	3.48	4.67	6.26
75	0.87	1.28	1.72	2.30	2.53	3.39	4.54
80	0.70	1.03	1.38	1.85	2.03	2.72	3.65
85	0.59	0.87	1.17	1.56	1.72	2.30	3.09
90	0.52	0.76	1.02	1.37	1.50	2.01	2.70
95	0.46	0.68	0.91	1.22	1.34	1.80	2.41
100	0.42	0.62	0.83	1.11	1.22	1.63	2.19
105	0.38	0.57	0.76	1.02	1.12	1.50	2.01
110	0.36	0.52	0.70	0.94	1.03	1.39	1.86
115	0.33	0.49	0.66	0.88	0.97	1.29	1.74
120	0.31	0.46	0.62	0.83	0.91	1.22	1.63

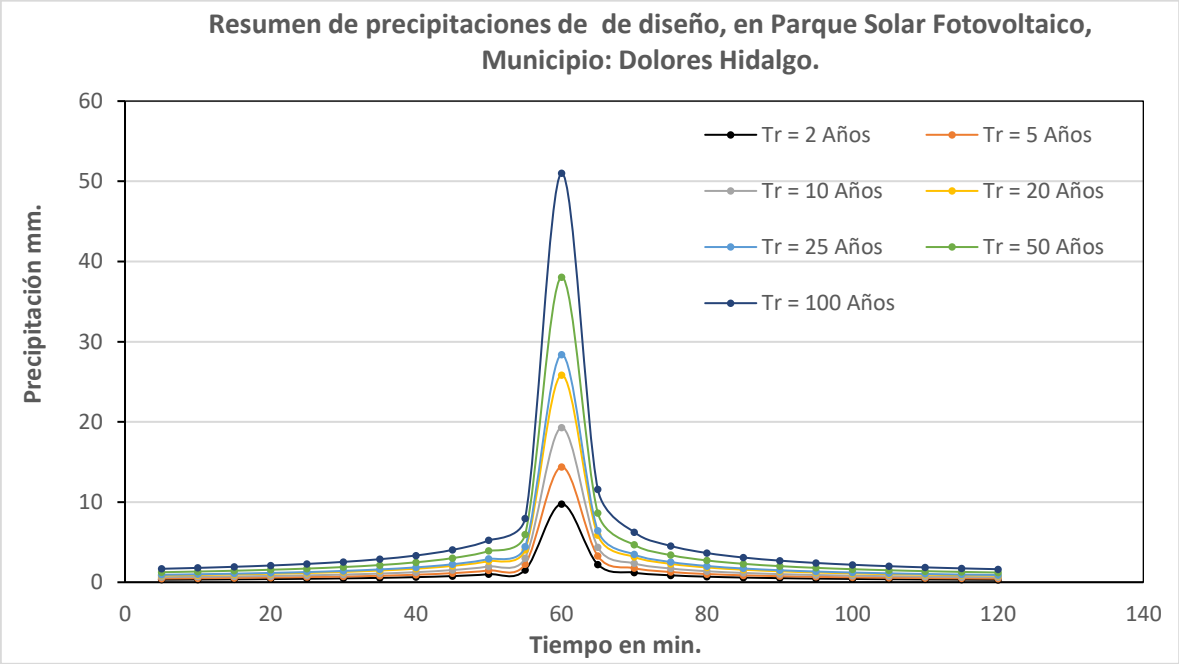


Figura 5 Hietogramas de diseño para distintos periodos de retorno y duraciones.

V MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL SITIO DE PROYECTO.

La modelación pluvial se realizó con el programa de cómputo denominado **Hec ras Versión 6.6**, efectuándose un análisis bidimensional sobre el comportamiento hidráulico de los escurrimientos superficiales que se generan en diversos puntos de la zona en estudio, a fin de determinar sus calados correspondientes, tanto en el predio en estudio como en las inmediaciones de la línea de transmisión. Los elementos que conforman la modelación son: Modelo geométrico, Modelo hidráulico y Plan de simulación, mismos que se describen brevemente a continuación.

V.1 Modelo Geométrico.

El modelo geométrico esta conformación por el modelo digital de elevaciones (modelo de terreno), mismo al que se le asocia una malla reticulada, que, para el presente estudio, se consideró adecuado emplear una retícula de 10 x 10 m, esta retícula tiene la particularidad de reconocer el movimiento bidireccional de los escurrimientos superficiales en el terreno natural. Adicionalmente se incluyó un límite de contorno con la finalidad de que el programa lo reconozca como una salida del agua pluvial acumulada en el terreno es estudio. Los elementos antes mencionados se ingresan en al apartado **Ras Mapper** del programa **Hec ras**. Ver imagen adjunta.

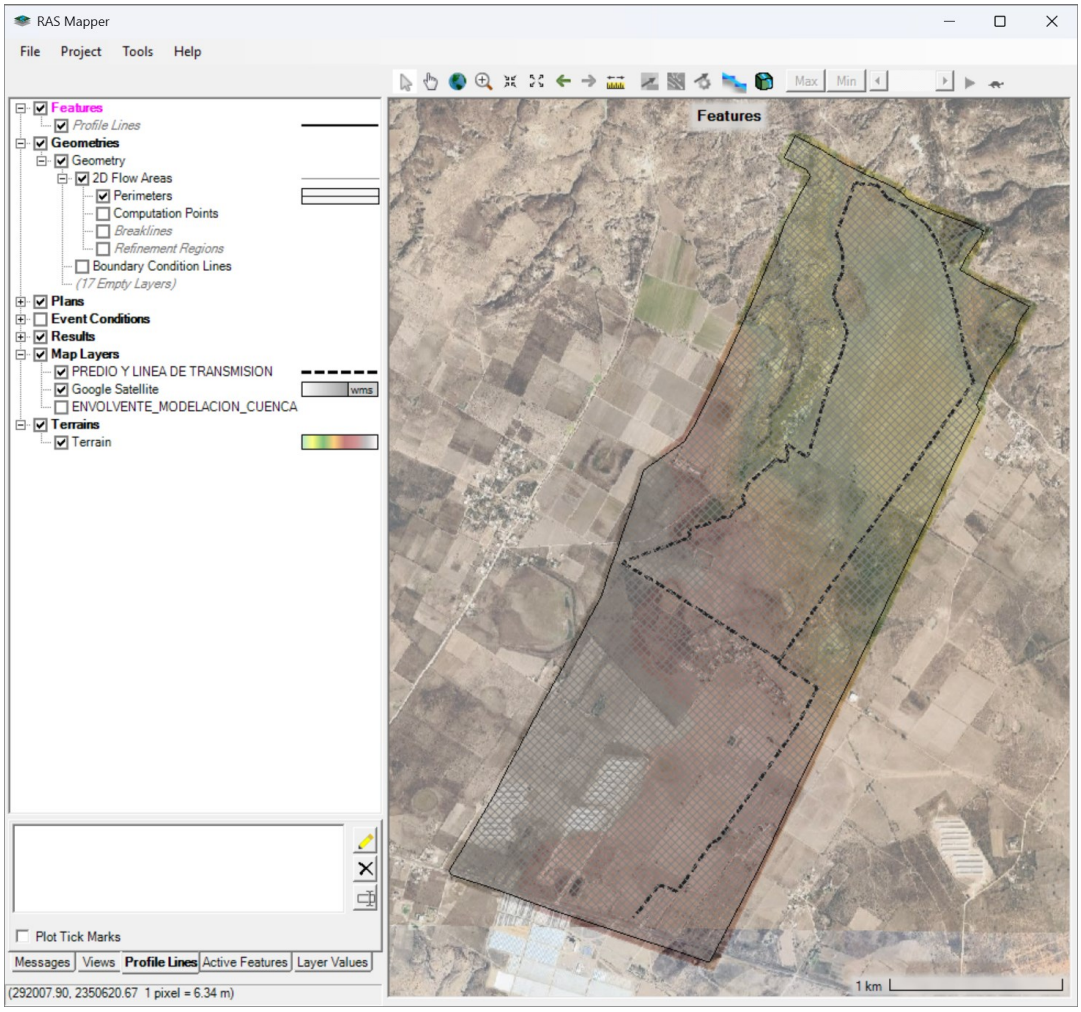


Figura 6 Generación de mallado de 10 x 10 m.

V.2 Modelo Hidráulico.

El modelo hidráulico en Hec Ras 2d, se conformó básicamente por cuatro elementos y son:

1. Área de flujo.
2. Pendiente de escurrimiento.
3. Precipitación de diseño (hietogramas de diseño).
4. Coeficiente de escurrimiento.

A continuación se describen brevemente cada uno de estos elementos.

Área de Flujo. - Superficie que debe delimitarse sobre el terreno natural para que el programa reconozca la entrada de la precipitación de diseño.

Pendiente de escurrimiento. - Desnivel topográfico que presenta el terreno natural y permite entender y analizar la configuración del terreno en estudio.

Precipitación de diseño.- Este parámetro se ingresó al programa en forma de hietograma asociado a precipitaciones máximas en 24 horas; con precipitaciones de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno.

Coeficiente de escurrimiento.- Parámetro correspondiente al coeficiente de rugosidad de Manning.

Las figuras subsecuentes muestran la delimitación geográfica del área de flujo y precipitaciones de diseño ingresadas al programa de análisis Hec Ras 2d.

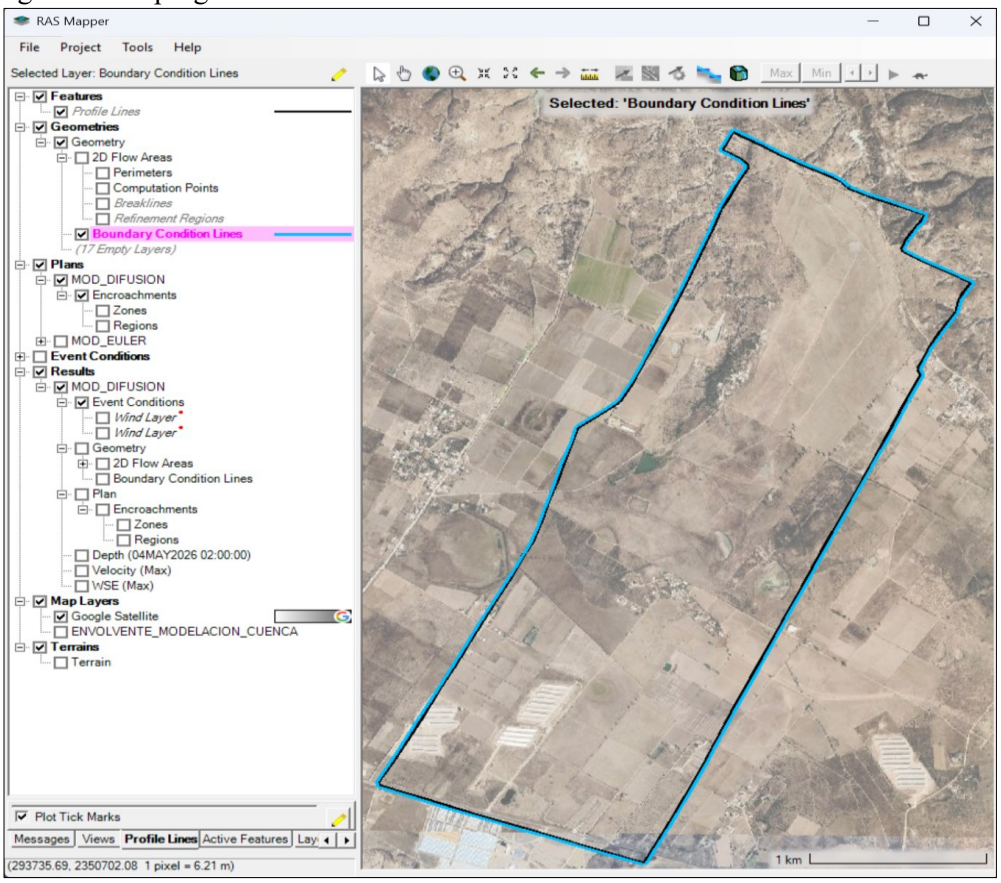


Figura 7 Delimitación del área de flujo superficial (Condiciones de contorno).

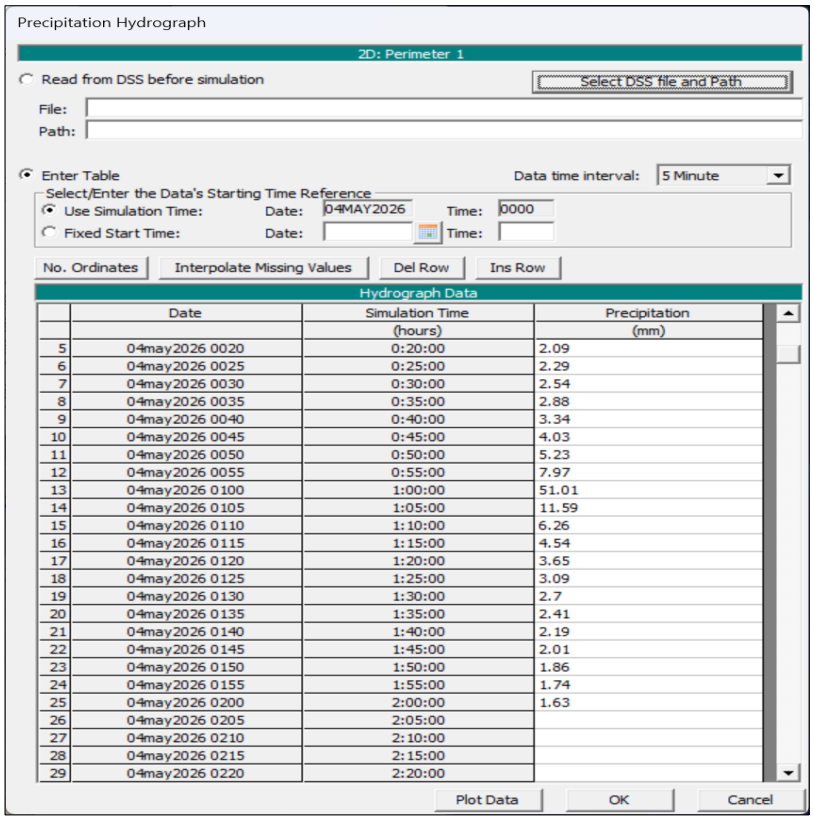


Figura 8 Precipitación de diseño con periodo de retorno de 100 años.

V.3 Elaboración de los planes de análisis y proceso de cálculo.

Definidos los modelos geométricos e hidráulicos (asociados a distintos periodos de retorno) se procedió con la elaboración de los planes de análisis para flujo no permanente, con la finalidad de obtener la magnitud de los calados que se generan por la precipitación de diseño; en diversos puntos del sitio en estudio. Las imágenes subsecuentes muestran ejemplo del plan de análisis y proceso de cómputo.

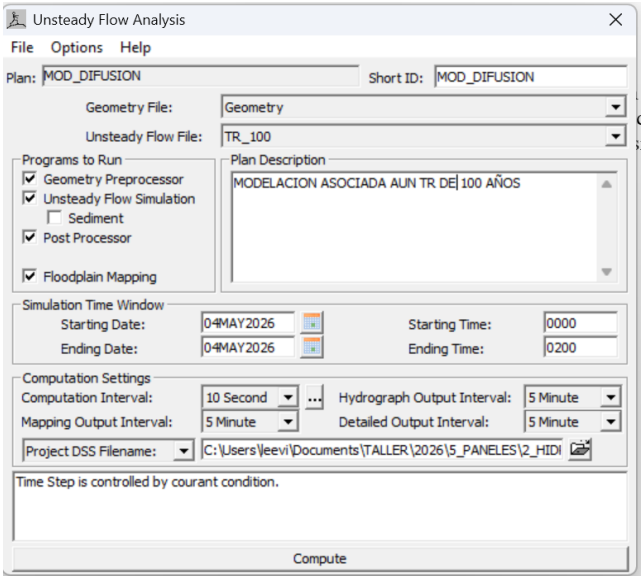


Figura 9 Elaboración del plan de análisis.

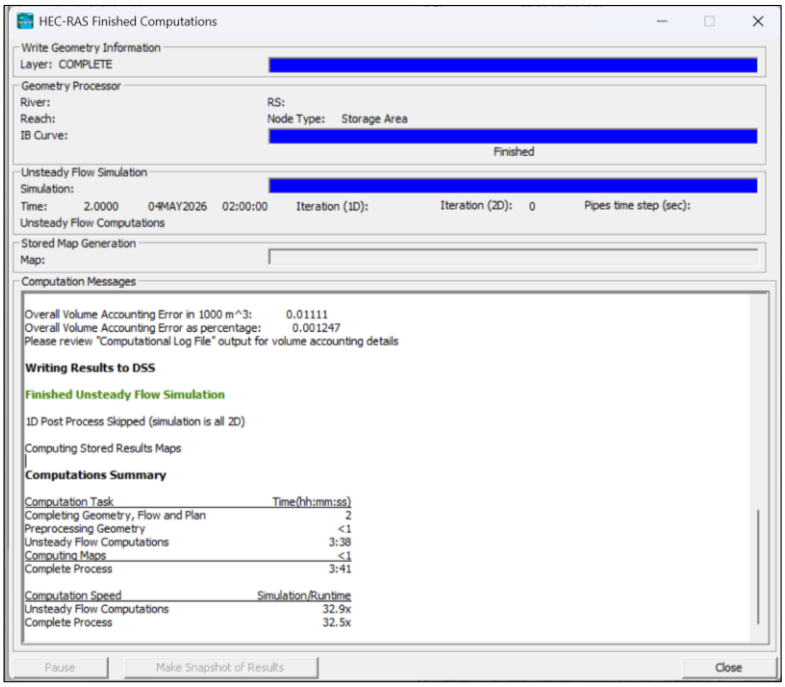


Figura 10 Proceso de cálculo para la obtención de resultados.

V.4 Presentación de resultados.

Los cálculos realizados en la modelación hidráulica se realizaron para obtener los calados y velocidad de flujo, en diversos puntos del predio en estudio, asociados a diferentes periodos de retorno.

A continuación de se muestra la planta de resultados obtenida con el Ras Mapper del Hec – Ras, donde figuran los calados asociados a una frecuencia de retorno de 100 años. Análogamente se muestra la velocidad hidráulica correspondiente a cada uno de los calados referidos.

Se aclara que se muestra la profundidad de los calados (en metros) a lo largo de cuatro ejes definidos en la planta adjunta, de acuerdo a lo que se expone en el siguiente cuadro.

Tabla 2 Profundidad de calados para una frecuencia de retorno de 100 años, en m.

Eje No.	Nombre	Longitud m.	0	500	1000	1500	2000	2500
1	Línea de Transmisión	2,068	0.144	0.131	0.121	0.014	0.140	---
2	Límite de proyecto 1	2,086	0.081	0.135	0.133	0.045	0.142	---
3	Límite de proyecto 2	2,490	0.134	0.08	0.12	0.118	0.168	---
4	Límite de proyecto 3	1,438	0.082	0.159	0.195	---	---	---

La siguiente figura muestra la ubicación de cada uno de los ejes referidos en la tabla anterior, con sus respectivos cadenamientos.

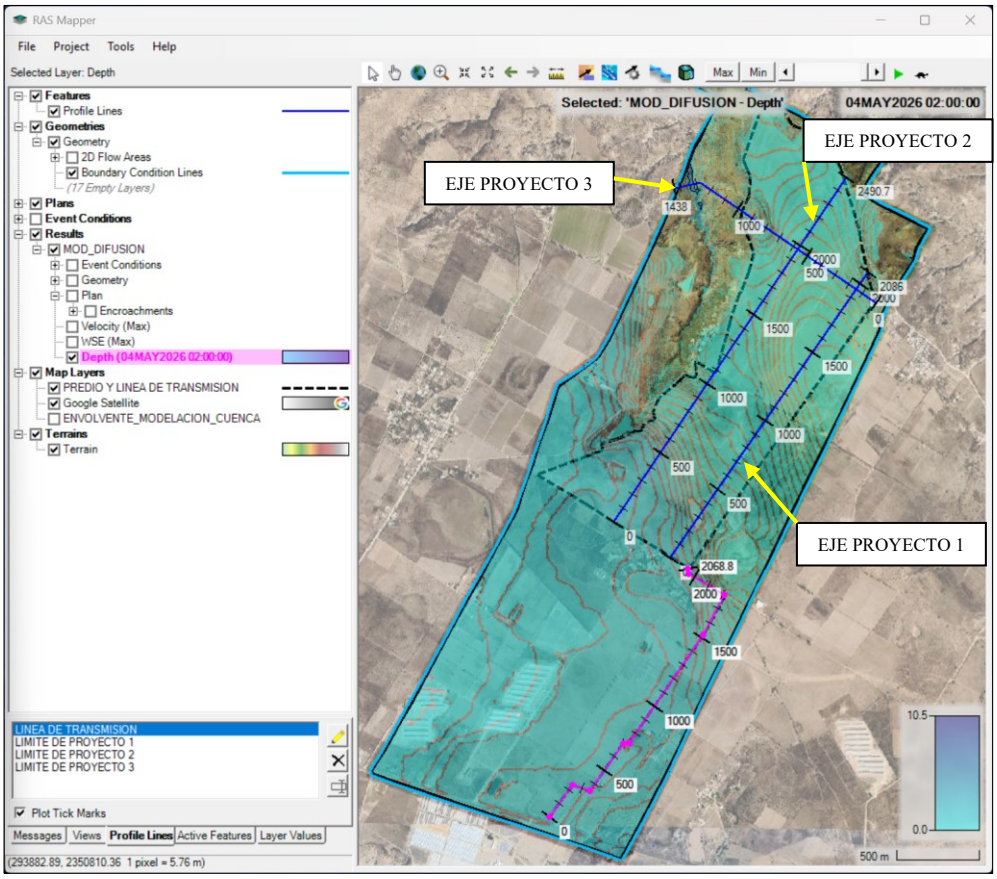


Figura 11 Planta de calados en límites de proyecto y línea de transición, para un Tr=100 años.

Las imágenes siguientes muestran la representación gráfica del perfil de terreno natural y superficie libre del agua, de cada uno de los ejes referidos.

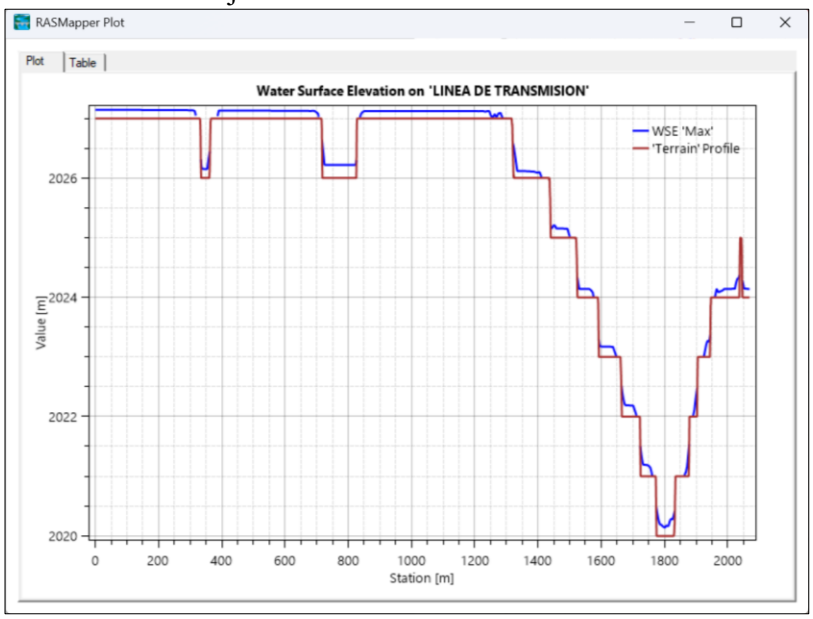


Figura 12 Perfil de elevaciones en línea de transición

Nótese la existencia de depresiones topográficas sobre el eje de la línea de transición.

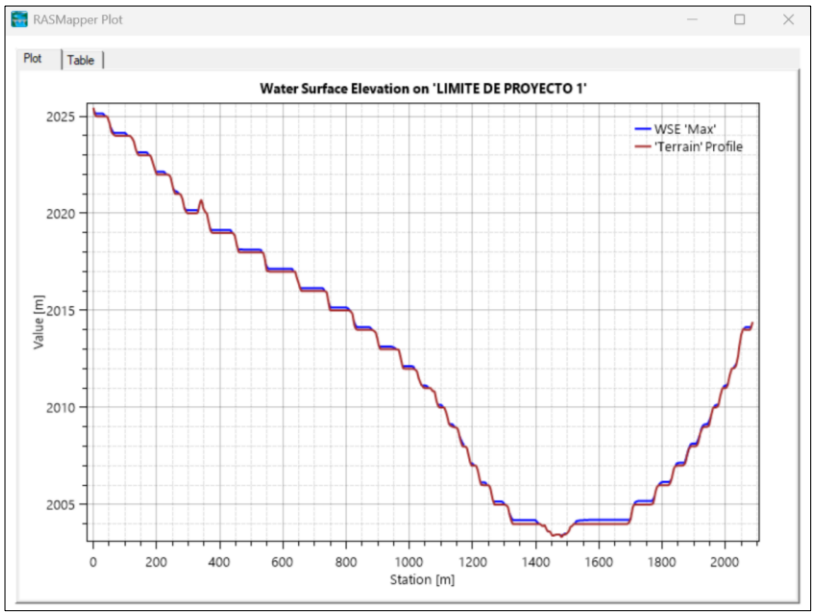


Figura 13 Perfil de elevaciones en límite de proyecto 1.

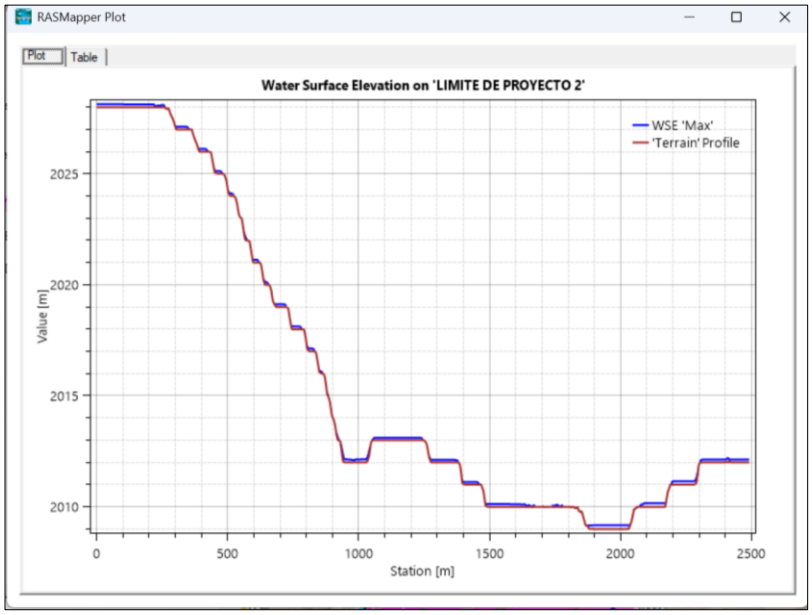


Figura 14 Perfil de elevaciones en límite de proyecto 2.

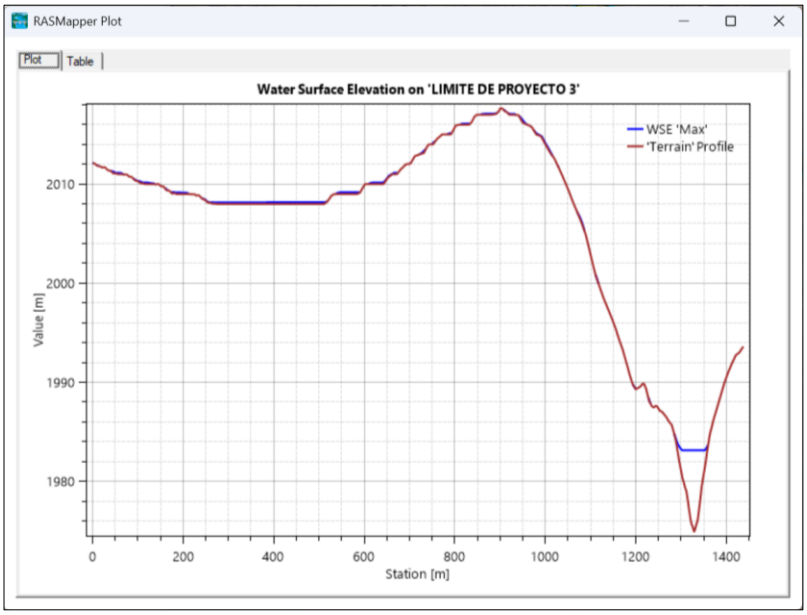


Figura 15 Perfil de elevaciones en límite de proyecto 3

VI OBSERVACIONES.

Derivado del análisis hidráulico realizado en los límites del predio de proyecto y en la zona de la línea de transición se concluye lo siguiente:

Del modelo geométrico:

1. El modelo digital de elevaciones empleado en el análisis bidimensional, se procesó con el levantamiento topográfico realizado previamente en la zona de estudio.

2. La configuración altimétrica de la zona en estudio se clasifica en dos partes, zona plana y zona abrupta, correspondiente a las zonas de la línea de transición y límites del predio de proyecto respectivamente.

3. La configuración geométrica de la malla empleada en la conformación del modelo fue de 10 m. x 10 m. considerando una velocidad superficial a priori de 1.00 m/s.

Del modelo hidráulico:

4. De acuerdo a los hietogramas obtenidos en el estudio hidrológico (precipitaciones de diseño) se ingresaron al modelo para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno).

5. Se implemento una superficie de drenaje perimetral (condiciones de contorno) con la finalidad de permitir el escurrimiento franco de las precipitaciones de diseño.

6. Para el presente modelo, se consideró un intervalo de tiempo de 1.00 m/s. para el análisis de cada celda que conforma la malla antes referida.

7. En el presente análisis se consideró adecuado emplear un coeficiente de escurrimiento de 0.04 (coeficiente de Manning).

VII CONCLUSIONES

De la configuración de los planes de análisis.

1. La duración de la precipitación empleada en los planes de análisis, es de dos horas.

2. Los escurrimientos que se presentan en la zona de línea de transición y límites del proyecto son de tipo laminar, cuyos calados no exceden los 20 cm. de profundidad, asociados a un periodo de retorno de 100 años. (En el apartado de anexos, se incluyen la profundidad de los calados para los periodos de retorno antes referidos, con sus velocidades correspondientes).

3. La magnitud de los calados y velocidades correspondientes se determinan a lo largo de los ejes definidos en el cuerpo del presente informe, sin embargo para mayores consultas, en los anexos se adjunta una planta general de calados, para cualquier punto de interés.

4. En la zona noroeste con respecto a los límites del proyecto, se observa la formación de escurrimientos importantes, cuyo comportamiento hidráulico no repercute a los límites del predio en estudio.

5. De acuerdo al régimen de velocidades obtenido en cada uno de los periodos de retorno analizados, el régimen de flujo predominante es de tipo subcrítico. (Ver régimen de velocidades en anexos).

VII ANEXOS

VII.1 Calados obtenidos para diferentes periodos de retorno.

VII.2 Velocidades obtenidas para distintos periodos de retorno.

VII.1 Calados obtenidos para diferentes periodos de retorno.

El rango de los calados oscila de 0.00 a 2.75 m. de profundidad

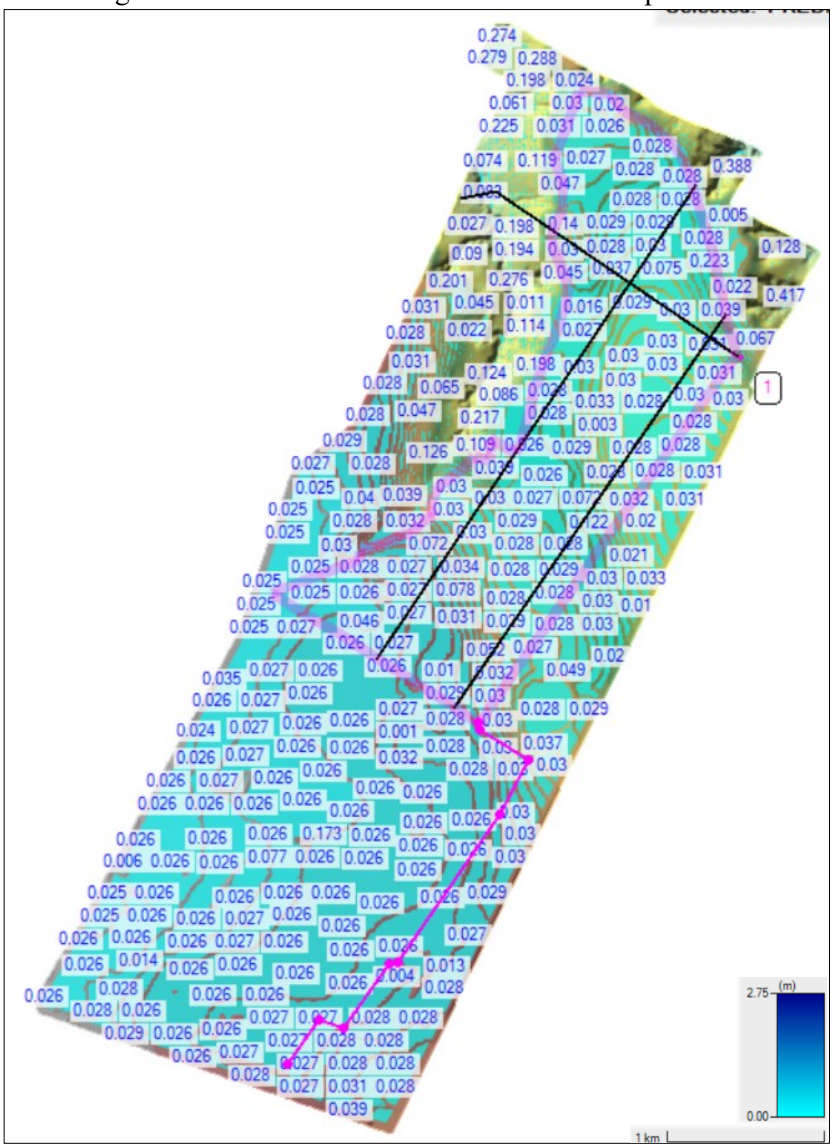
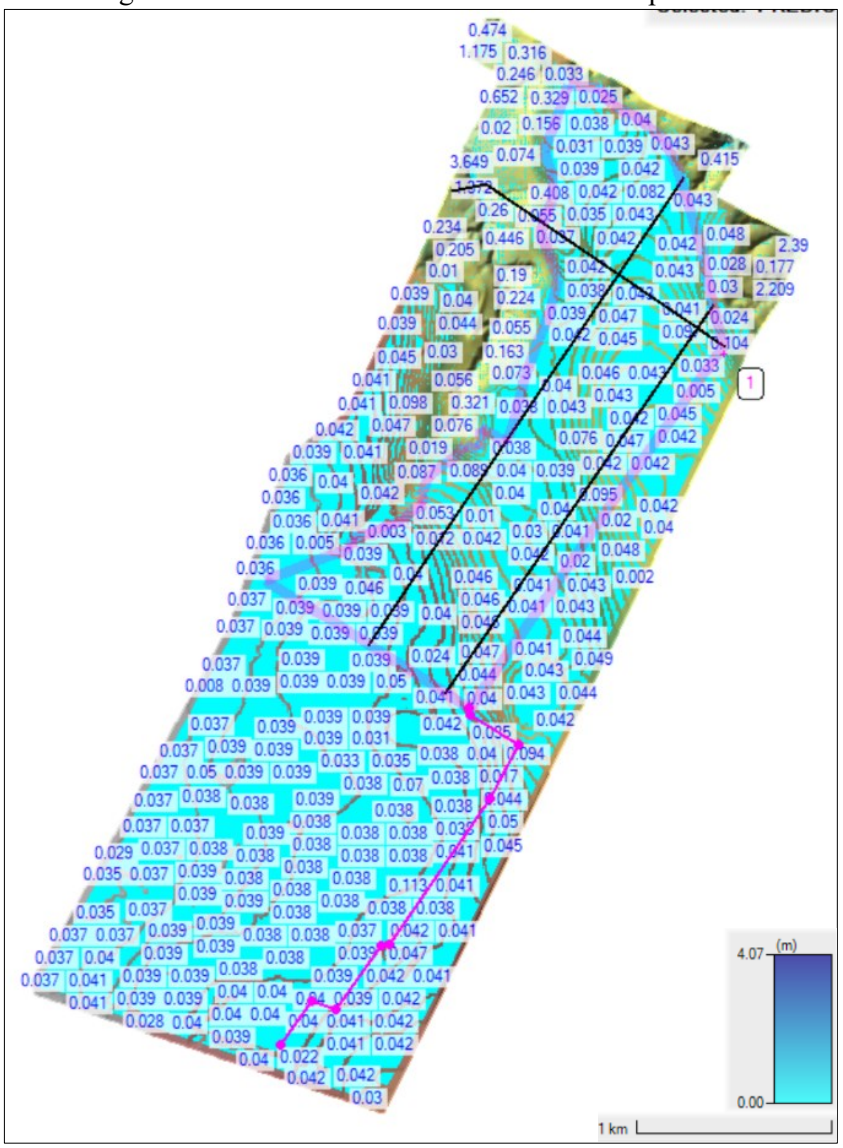


Figura 16 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 2 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 4.07 m. de profundidad



17 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 5 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 5.61 m. de profundidad

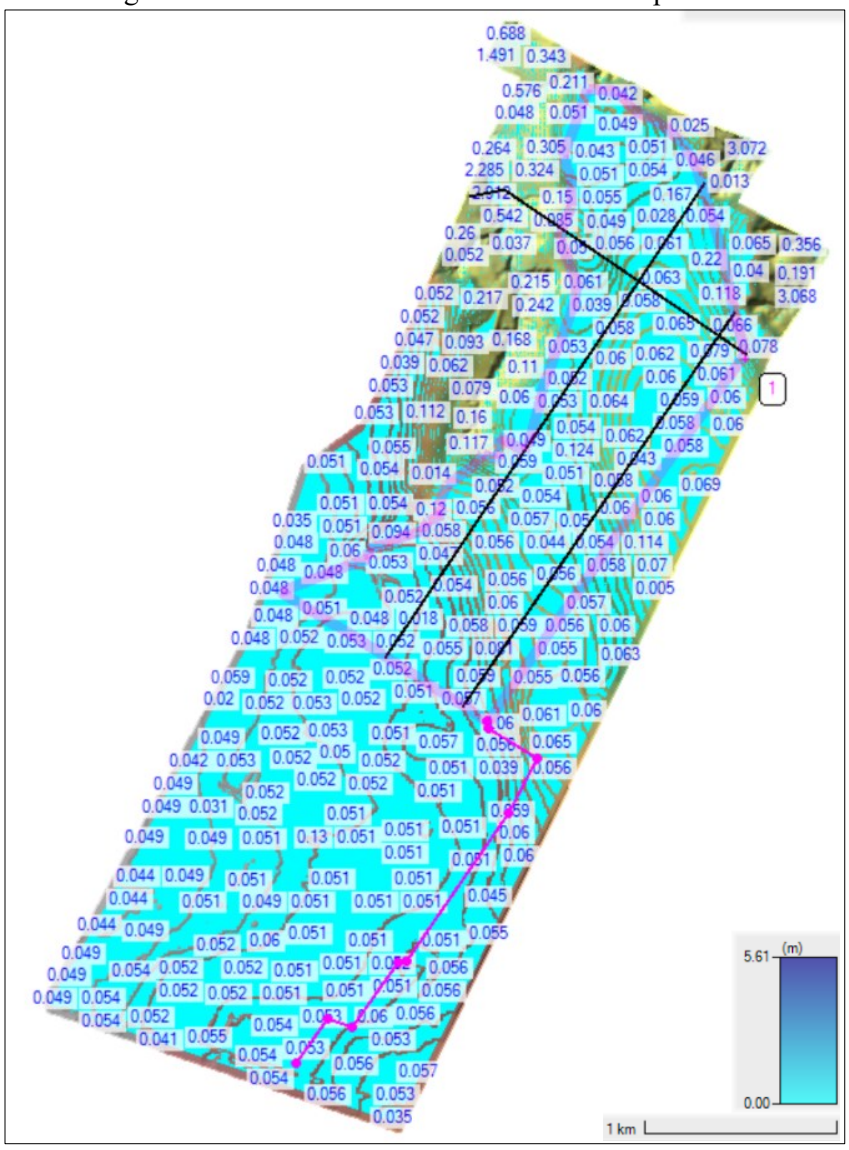


Figura 18 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 10 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 6.64 m. de profundidad

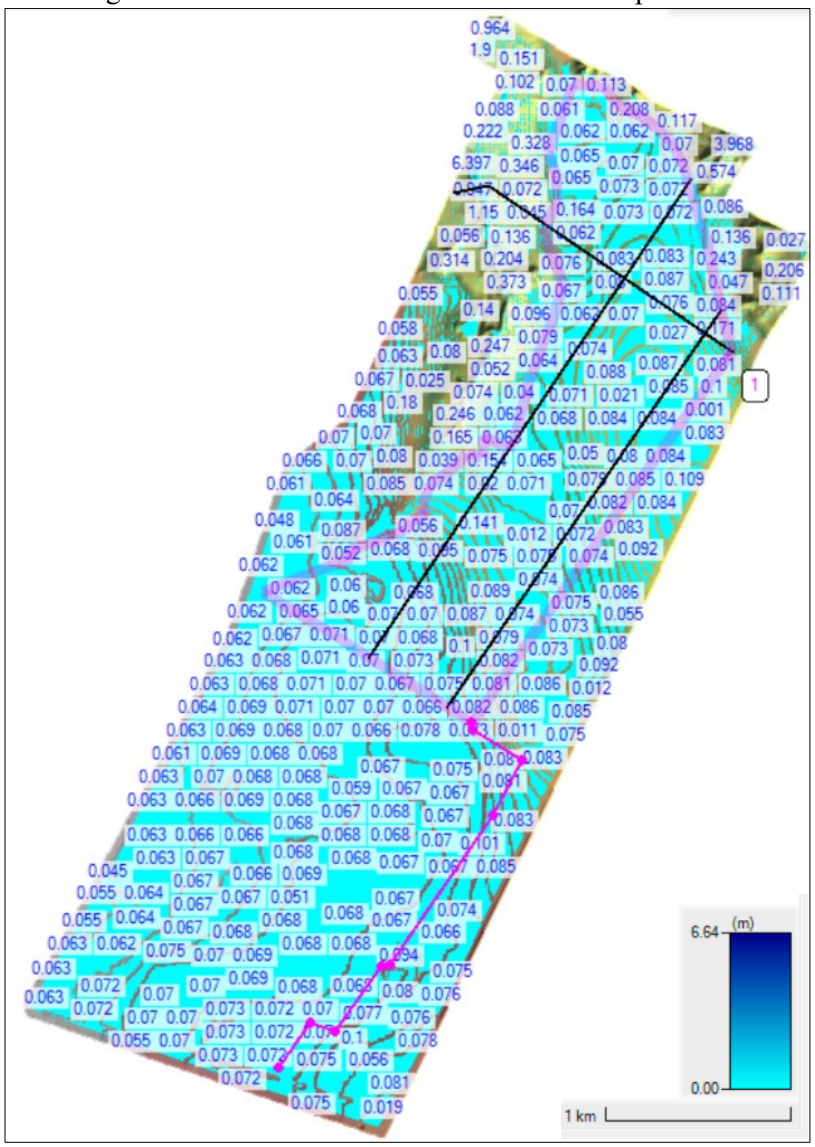


Figura 19 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 20 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 7.06 m. de profundidad

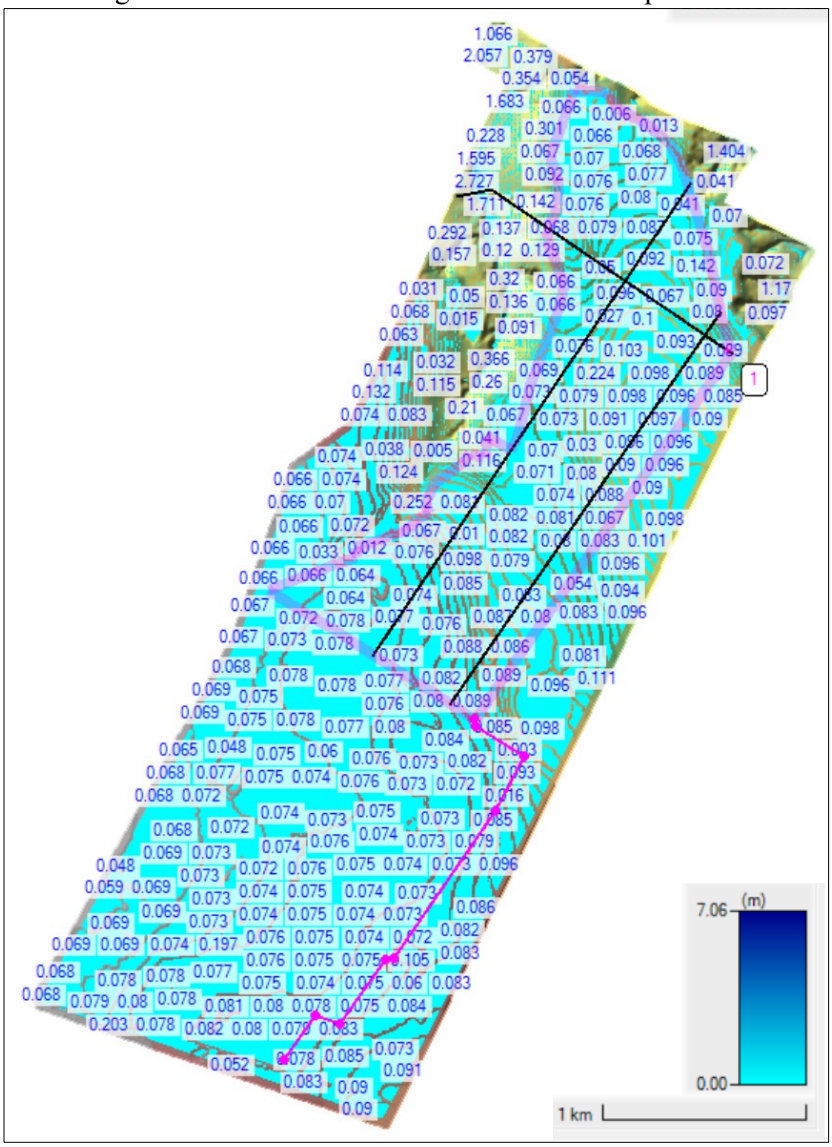


Figura 20 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 25 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 8.42 m. de profundidad

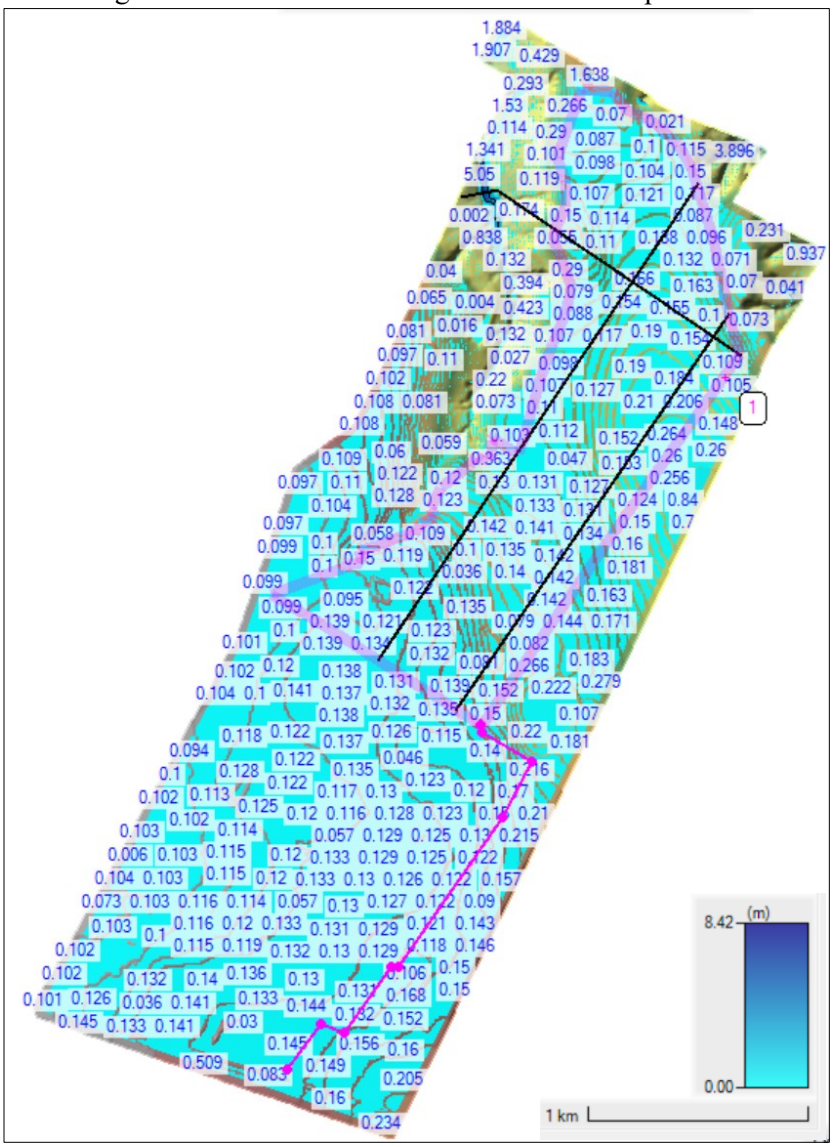


Figura 21 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 50 años

El rango de los calados oscila de 0.00 a 10.2 m. de profundidad

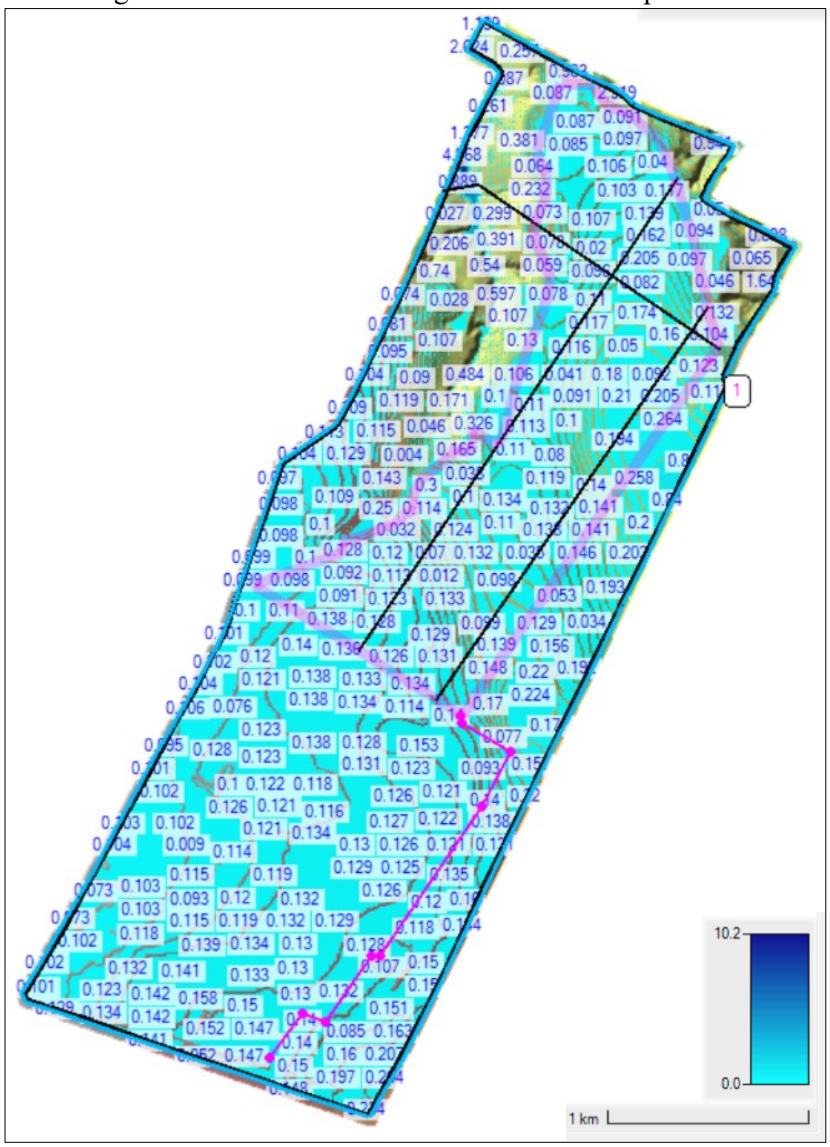


Figura 22 Calados para una precipitación de diseño asociada a un Tr= 100 años

VII.2 Velocidades obtenidas para distintos periodos de retorno.

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 2.39 m/s

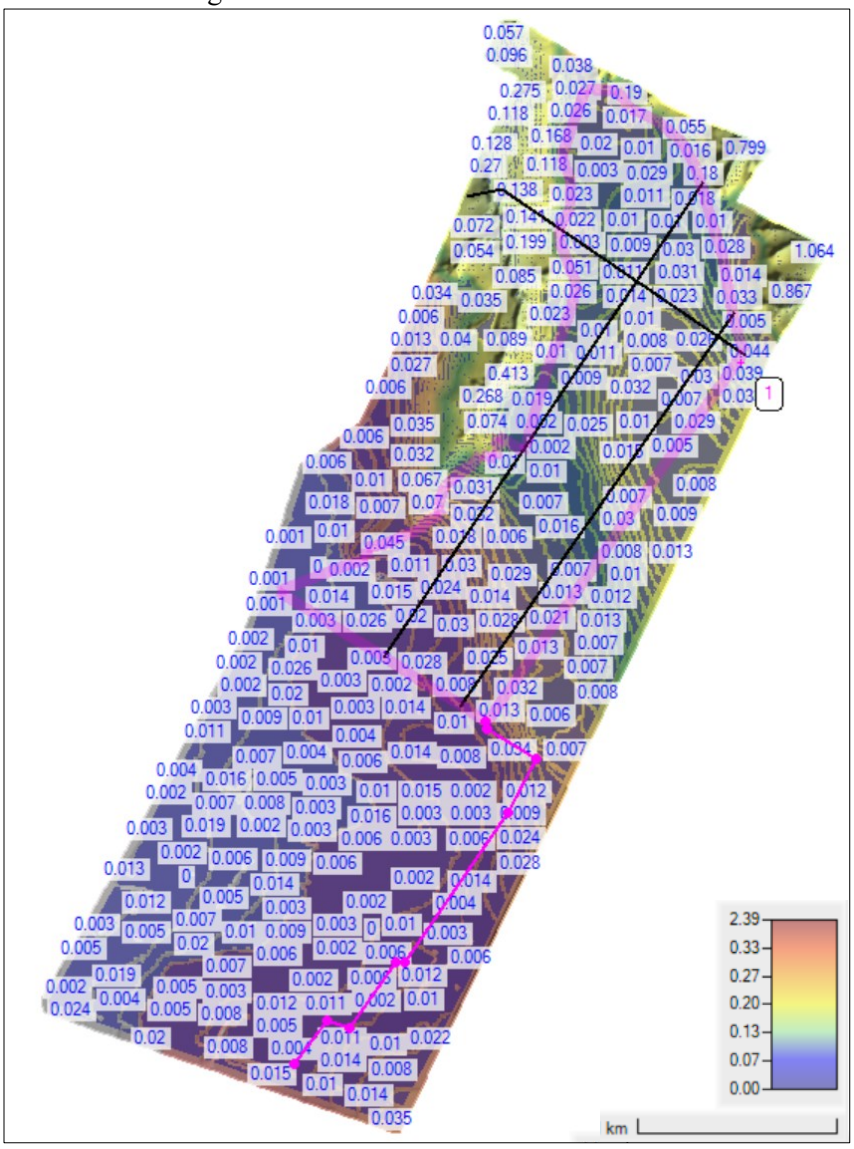


Figura 23 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 2 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 2.65 m/s

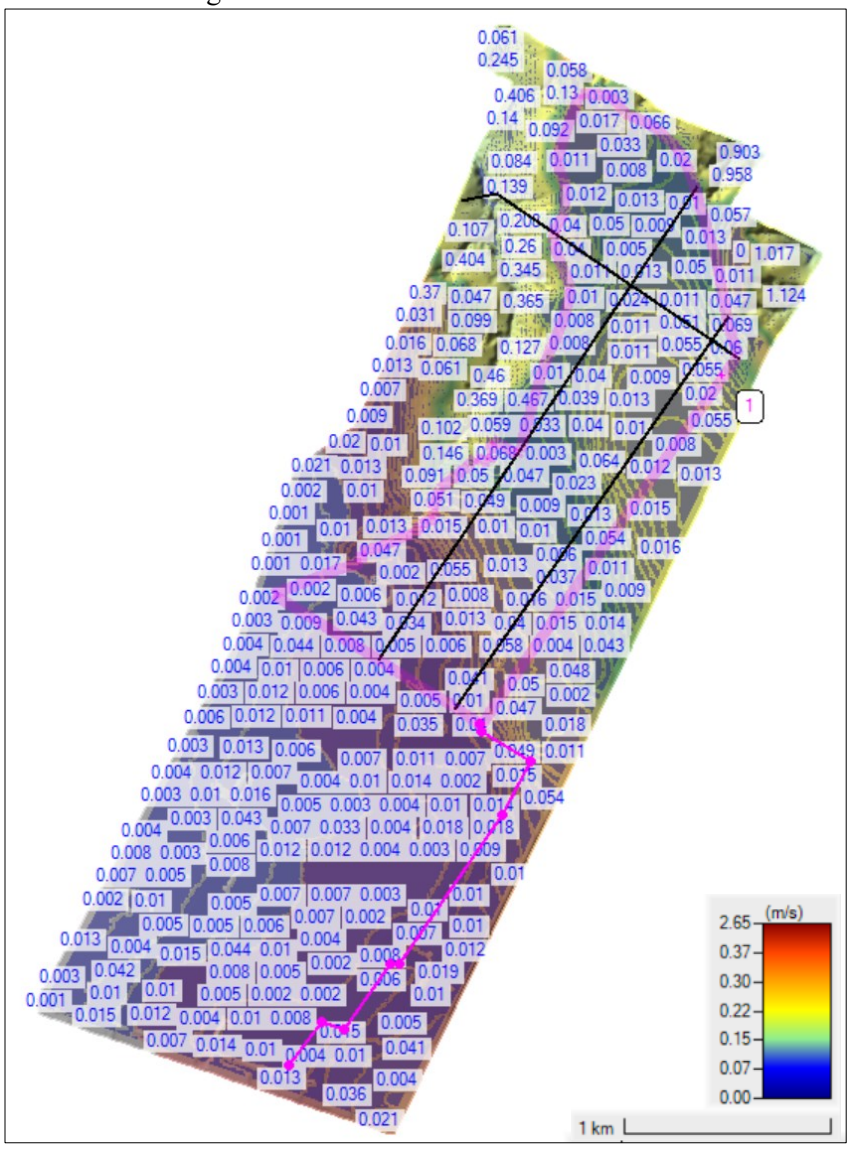


Figura 24 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 5 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 2.85 m/s

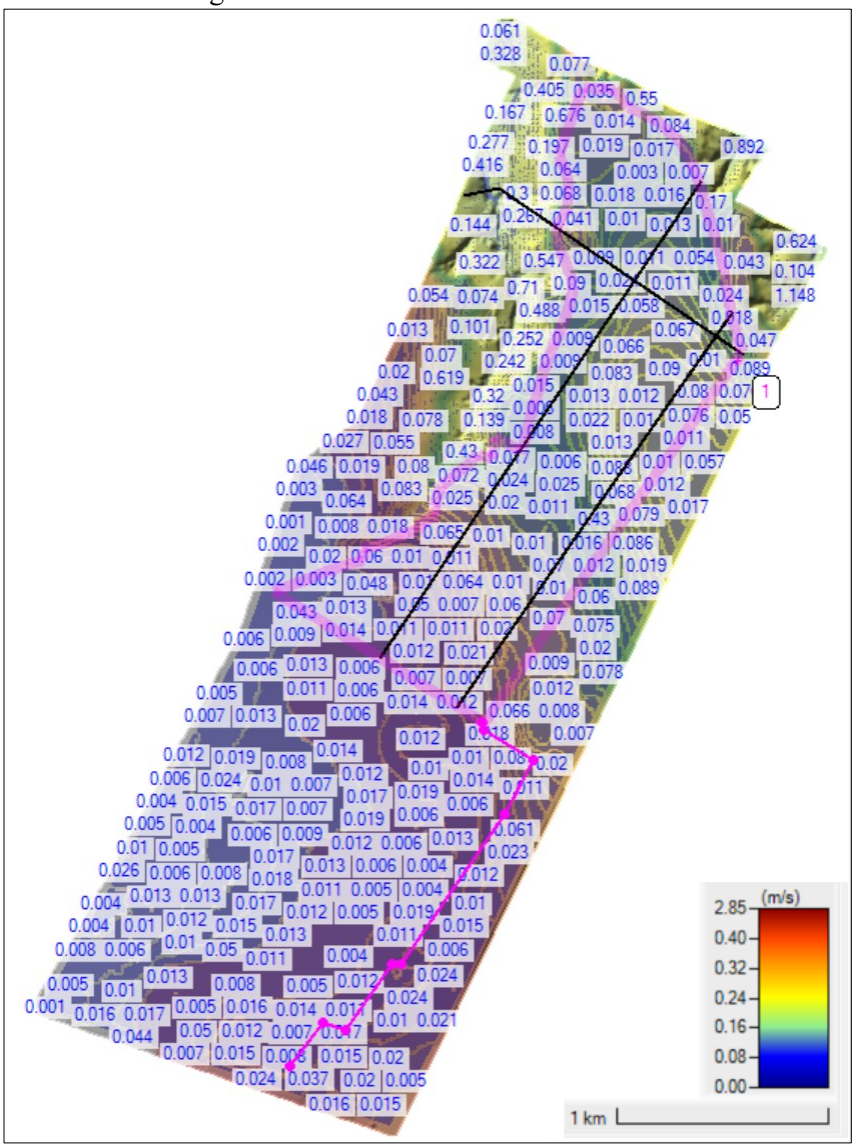


Figura 25 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 10 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 3.67 m/s

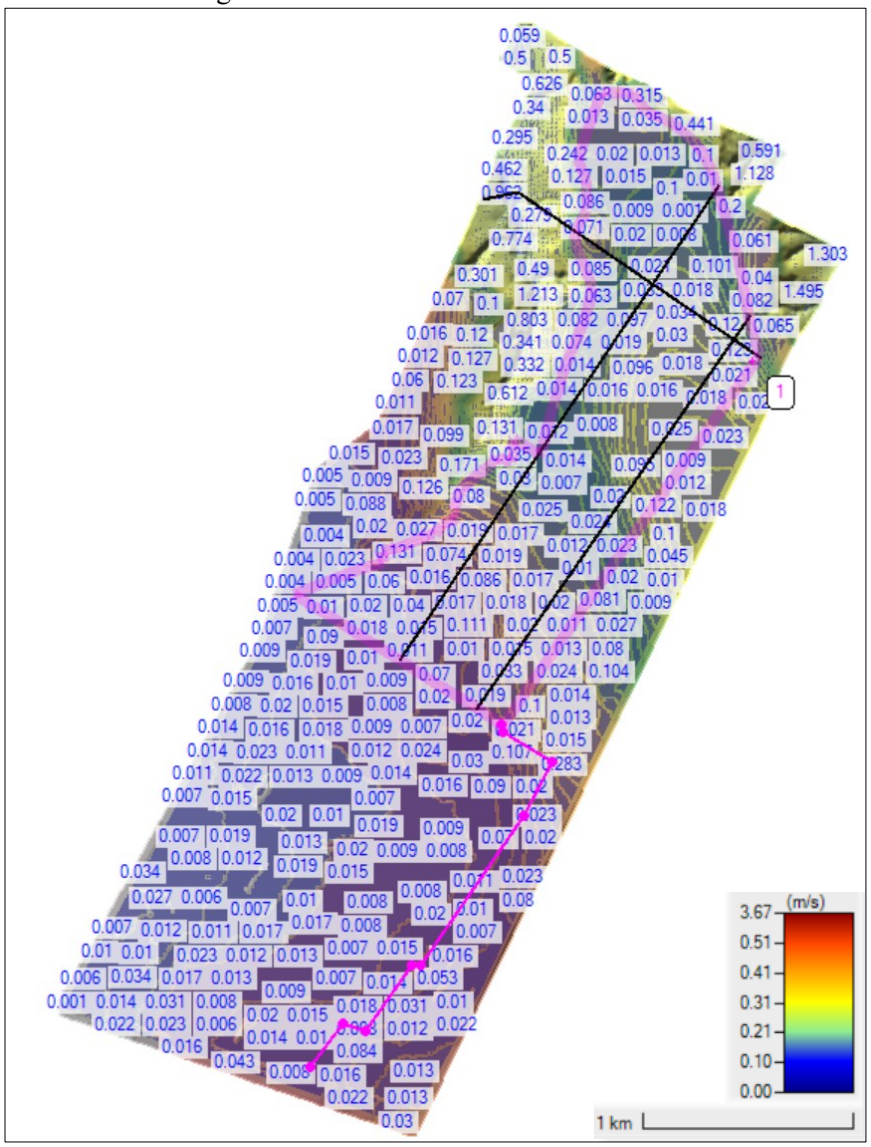


Figura 26 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 20 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 3.97 m/s

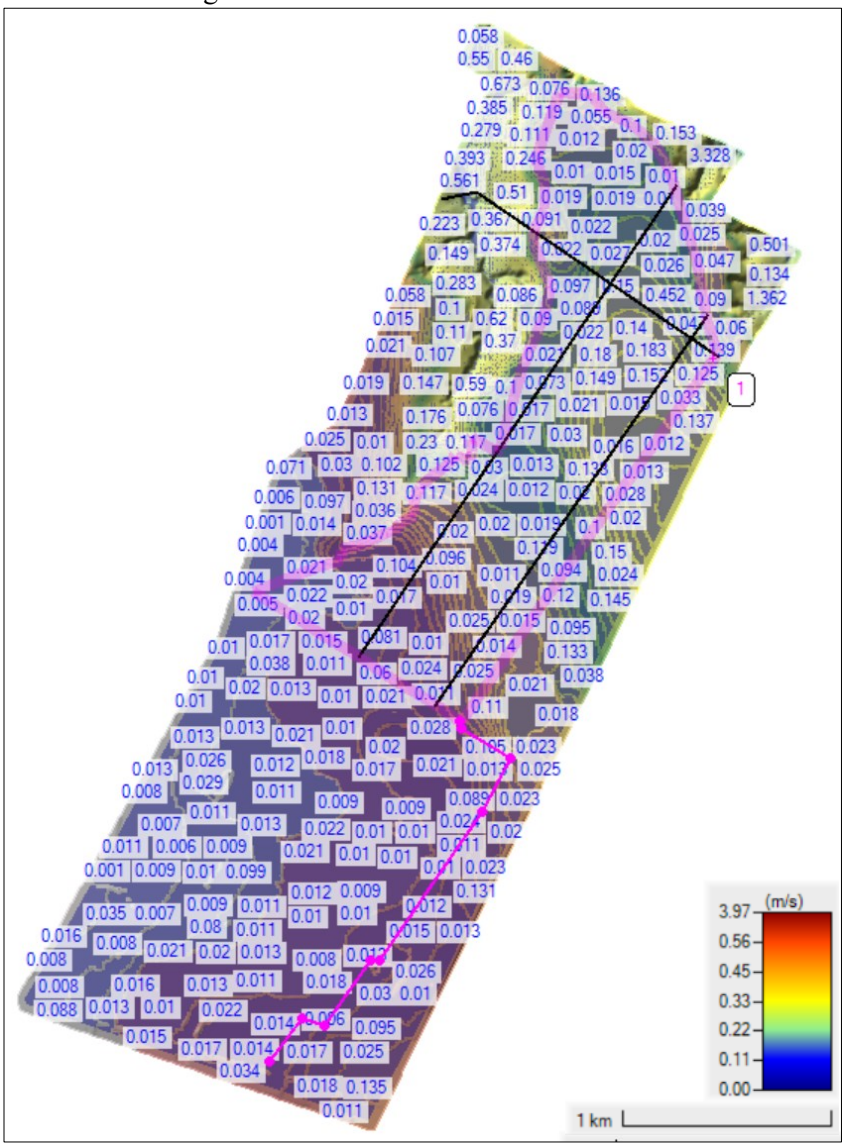


Figura 27 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 25 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 4.63 m/s

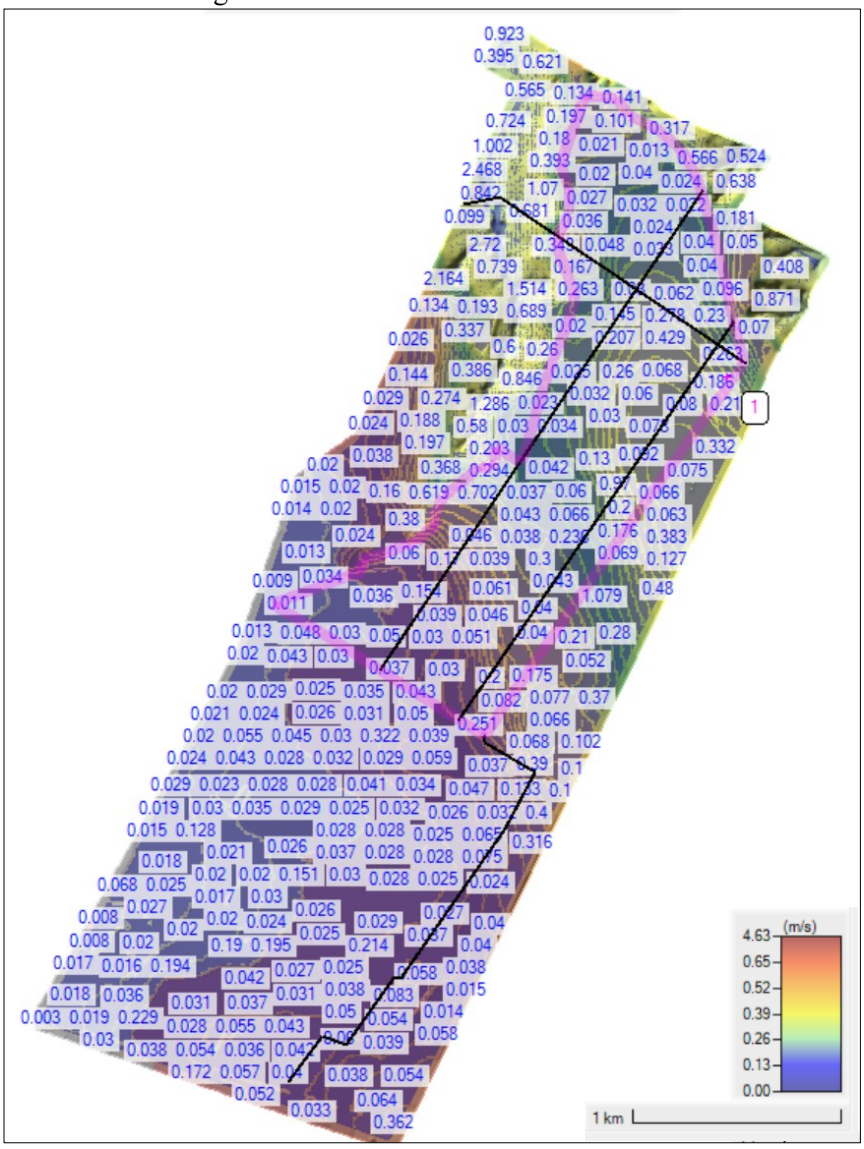


Figura 28 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 50 años

El rango de velocidades oscila de 0.00 a 5.00 m/s

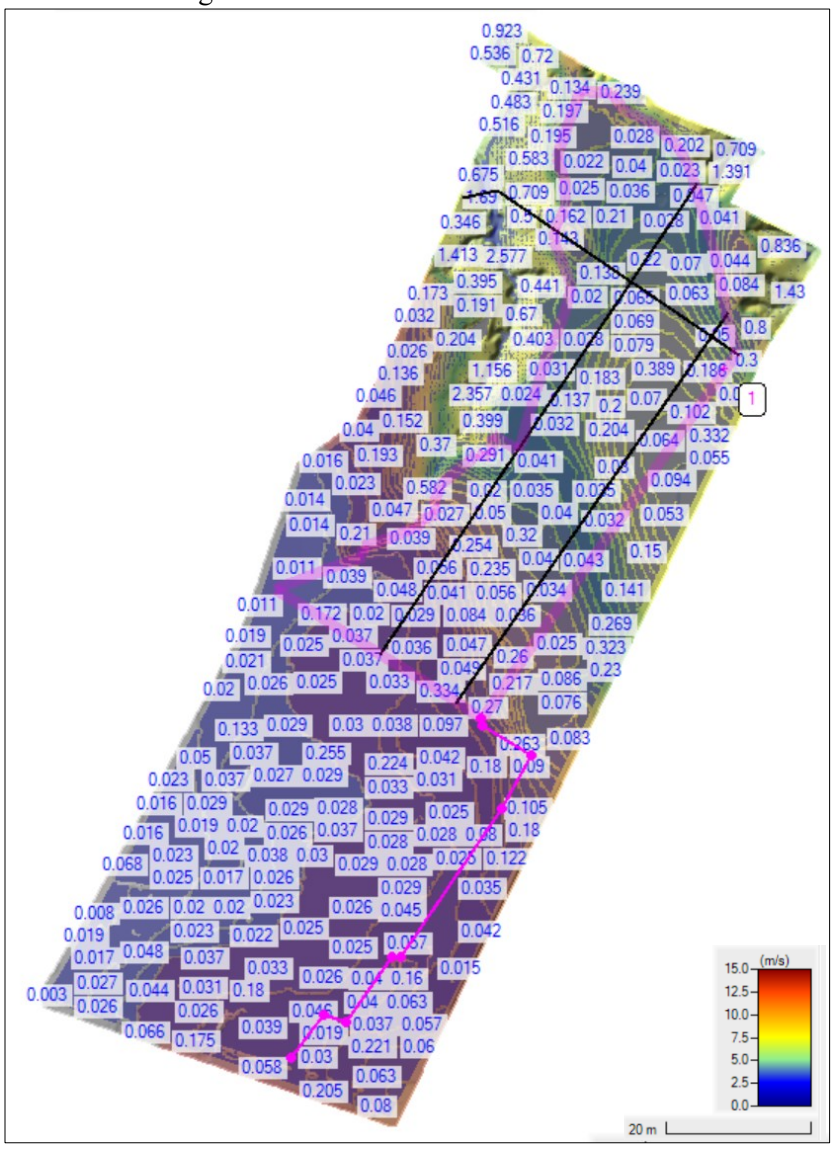


Figura 29 Velocidad de precipitación asociada a un Tr= 100 años

VIII REFERENCIAS

1. HEC-RAS_2D_Users_Manual_v6.6. Armada de los Estados Unidos.

2. Open Chanel Hidraulics. -Ven Te Chow.- Mc Graw Hill Interamericana, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

3. The Hydraulics of Open Channel Flow" de Hubert Chanson.- Mc Grau Hill.

4. Shallow Water Hydraulics.- Oscar Castro Orgaz y Willi H. Hager.- Springer – 2019.