MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Regional para el proyecto: “Antares Solar”, ubicado en el Estado de Tlaxcala.



MAYO DE 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 14

I.1. Datos generales del proyecto 14

I.1.1. Nombre del proyecto 14

I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad. 14

I.1.3. Dirección del proyecto 14

I.1.4. Dimensiones del proyecto. 14

I.1.5. Localización del sitio del proyecto. 15

I.1.6. Duración del proyecto 16

I.2. Datos generales del promovente 17

I.2.1. Nombre o razón social 17

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 17

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 17

I.2.4. Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal. 17

I.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 17

I.3. Datos Generales del responsable del Estudio de Impacto Ambiental. 19

I.3.1. Nombre o Razón Social. 19

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes. 19

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio. 19

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio. 19

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 21

II.1 Información general del proyecto 21

II.1.1. Naturaleza del proyecto 22

II.1.2. Justificación 22

II.1.3. Ubicación general del proyecto 24

II.1.4. Coordenadas extremas del proyecto. 25

II.1.5. Localización del predio para el proyecto. 27

II.1.6. Vías de acceso. 29

II.2. Características particulares del proyecto 30

II.2.1. Obras temporales durante la construcción. 31

II.2.2. Infraestructura básica. 34

II.2.3. Infraestructura eléctrica. 36

II.2.4. Recurso Solar. 38
II.2.5. Equipos Principales. 40
II.2.6. Dimensionamiento Planta Fotovoltaica 49

II.3. Etapa de Selección del Sitio 54

II.4. Etapa de Preparación del sitio y construcción 56
II.4.1. Línea de Transmisión. 61
II.4.2. Pruebas y puesta en servicio 62
II.4.3. Personal Requerido 63

II.5. Etapa de Operación y mantenimiento 66
II.5.1. Operación. 66
II.5.2. Mantenimiento preventivo 67
II.5.3. Mantenimiento predictivo 69
II.5.4. Mantenimiento correctivo 70
II.5.5. Actividades de mantenimiento extraordinario 72
II.5.6. Medidas de urgente aplicación 72

II.6. Residuos 73

II.7. Generación de gases efecto invernadero 73
II.7.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros 73

II.8. Programa General de Trabajo. 75

II.9. Etapa de Abandono del sitio. 76

II.10. Planes de desarrollo a futuro 77

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 79

III.1. Análisis de Convenios y Tratados Internacionales. 80
III.1.1. III.1.1 Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar) 81
III.1.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 82
III.1.3. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 82
III.1.4. Agenda 2030 83

III.2. Marco constitucional 84
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) 84

III.3. Leyes y Reglamentos. 87
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 87
III.3.2. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RMEIA) 91
III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).... 97
III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).... 98
III.3.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.... 100
III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC) 102
III.3.7. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones 103
III.3.8. Ley de Transición Energética (LTE).... 104
III.3.9. Ley General de Vida Silvestre.....**¡Error! Marcador no definido.**

III.4. Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano 106
III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 107
III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala (POEET) 115

III.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas 126
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local.... 126
III.5.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).... 128
III.5.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).... 130
III.5.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 131
III.5.5. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales Para La Conservación.... 132
III.5.6. Sitios Prioritarios Terrestres Para La Conservación De La Biodiversidad. 136

III.6. Normas Oficiales Mexicanas....138

III.7. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.....141

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 143

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 144
IV.1.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR). 145
IV.1.2. Delimitación del Área de Influencia. 150

IV.2. Características Ambientales....152
IV.2.1. Clima.... 152
IV.2.2. Fisiografía 156
IV.2.3. Geología 158
IV.2.4. Suelo.... 162

IV.2.5. Hidrología. 164
IV.2.6. Hidrología subterránea 166
IV.2.7. Calidad del Aire 167
IV.2.8. Vegetación 169
IV.2.9. Fauna 172

IV.3. Medio Socioeconómico. 174
IV.3.1. Aspectos Demográficos. 174
IV.3.2. Indicadores Sociales y de Infraestructura 175
IV.3.3. Indicadores Poblacionales y Económicos 175
IV.3.4. Superficie aproximada de uso/ocupación y producción agropecuaria expuesta 176
IV.3.5. Marginación y desarrollo social 177
IV.3.6. Paisaje 179
IV.3.7. Diagnostico Ambiental. 183

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 186

V.1. Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales. 186
V.1.1. Matriz de Interacciones. 186

V.2. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales. 191

V.3. Descripción de los Impactos Identificados. 195
V.3.1. Emisiones a la Atmósfera. 195
V.3.2. Entorno acústico. 197
V.3.3. Geología y Edafología. 201
V.3.4. Hidrología. 203
V.3.5. Flora. 203
V.3.6. Fauna. 205
V.3.7. Hábitats del SAR. 209
V.3.8. Paisaje. 209
V.3.9. Medio Socioeconómico. 210

V.4. Impactos acumulativos y sinérgicos. 212
V.4.1. Impactos acumulativos 212
V.4.2. Impactos sinérgicos. 213

V.5. Descripción de los Impactos por etapa. 214
V.5.1. Etapa de Preparación del sitio. 214
V.5.2. Etapa de Construcción 215

V.5.3. Etapa de Operación y Mantenimiento. 217

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 220

VI.1. Clasificación de las Medidas de Mitigación. 220

VI.2. Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas. 221

VI.3. Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación. 223

VI.4. Programa de vigilancia ambiental 224

VI.4.1. Objetivos: 225

VI.4.2. Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación 225

VI.5. Impactos residuales 226

VI.6. Resumen de las medidas por etapa. 227

VI.6.1. Etapa de Preparación del sitio. 227

VI.6.2. Etapa de Construcción 227

VI.6.3. Etapa de Operación y mantenimiento 228

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 231

VII.1 Descripción y análisis del escenario 231

VII.2 Evaluación de alternativas 232

VII.3 Conclusiones 232

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 235

VIII.1. Glosario de términos 235

VIII.2. Relación de anexos 239

VIII.3. Fotografías. 239

VIII.4. Videos. 239

VIII.5. Bibliografía. 240

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas geográficas del punto de referencia del sitio del proyecto. 16
Tabla I.2 Domicilio y datos de contacto del promovente 18
Tabla II.1 Coordenadas extremas del proyecto 25
Tabla II.2. Superficie de las dos secciones que integran el proyecto. 27
Tabla II.3. Cuadro de construcción del Área 1del proyecto Antares Solar (UTM WGS84, zona 14). 28
Tabla II.4. Cuadro de construcción del Área 2 del proyecto Antares Solar (UTM WGS84, zona 14). 28
Tabla II.5 Superficie total de proyecto y por componentes 28
Tabla II.6. Valores mensuales del recurso solar. 39
Tabla II.7. Características del módulo fotovoltaico. 41
Tabla II.8. Principales características del seguidor de un eje. 43
Tabla II.9. Número de seguidores instalados. 43
Tabla II.10. Características del inversor. 44
Tabla II.11. Inversores. 45
Tabla II.12. Características del centro de transformación. 47
Tabla II.13. Centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC. 47
Tabla II.14. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado 47
Tabla II.15. Características globales de la configuración eléctrica. 49
Tabla II.16. Características de configuración eléctrica por grupo de áreas. 49
Tabla II.17. Resumen de las secciones de cable seleccionadas. 50
Tabla II.18. Obras civiles. 51
Tabla II.19. Carreteras por área. 51
Tabla II.20. Secciones transversales de las zanjas. 52
Tabla II.21 Estimación de personal a contratar 64
Tabla II.22 Estimación de la maquinaria a utilizar para la ejecución del proyecto 64
Tabla II.23. Programa de trabajo del proyecto para el Antares Solar. 75
Tabla III.1 Vinculación del proyecto con la LGEEPA 88
Tabla III.2 Vinculación del proyecto con el REIA 91
Tabla III.3 Vinculación con la LGVDS 98
Tabla III.4 Vinculación del proyecto con la LGPGIR 99
Tabla III.5 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR 101

Tabla III.6 Vinculación del proyecto con la LGCC 102

Tabla III.7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones 103

Tabla III.8 Vinculación del proyecto con la LTE 104

Tabla III.9. Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla III.10 Características de la UAB 57 y de la región ecológica 16.10 111

Tabla III.11 Estrategias sectoriales de la UAB 57 con las que el proyecto guarda similitud 112

Tabla III.12. Características principales de la UGA 13 del OETET. 117

Tabla III.13. Criterios generales de la UGA 60 y la UGA 70. 118

Tabla III.14. Criterios de la UGA 60 y la UGA 70 para actividades agrícolas. 119

Tabla III.15. Criterios de la UGA 60 para protección. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla III.16. Criterios de la UGA 60 para actividades mineras. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla III.17. Criterios de la UGA 60 para actividades acuicolas y pesqueras. 121

Tabla III.18. Criterios de la UGA 60 para actividades inmobiliarias. 121

Tabla III.19. Criterios de la UGA 60 y la UGA 70 para la industria. 122

Tabla III.20 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto 138

Tabla III.21. Programas y ordenamientos aplicables al sitio del proyecto Antares Solar. 141

Tabla IV.1 Normales climatológicas de la estación meteorológica 21078 San Martín Texmelucan 153

Tabla IV.2 Riesgo en el sistema ambiental regional por fenómenos meteorológicos 155

Tabla IV.3 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR. 156

Tabla IV.4 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR 159

Tabla IV.5 Características de las unidades edafológicas dentro del sistema ambiental regional 162

Tabla IV.6 Riqueza de especies de plantas en el estado de Tlaxcala 170

Tabla IV.7 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR 170

Tabla IV.8. Población y densidad poblacional respecto a la estatal y la nacional. 174

Tabla IV.9. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas. 174

Tabla V.1. Tipos de interacciones consideradas para la matriz del proyecto de la planta fotovoltaica. 189

Tabla V.2. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la planta fotovoltaica Antares Solar. 190

Tabla V.3. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto. 192

Tabla V.4. Nivel de intensidad del sonido. 198

Tabla VI.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables al proyecto de construcción de la planta fotovoltaica..... 222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Mapa de ubicación estatal del proyecto. 15

Figura I.2 Mapa de ubicación municipal del proyecto 16

Figura II.1. Ubicación general del proyecto 24

Figura II.2. Ubicación de la subestación San Martín Potencia de la CFE, donde llegará la LTE. 25

Figura II.3. Coordenada extremas del proyecto y la línea de transmisión. 26

Figura II.4. Propiedad ejidal respecto del sitio del proyecto. 27

Figura II.5. Red de vialidades hacia el sitio del proyecto. 29

Figura II.6. Pendientes de la parcela (fuente: SRTM). 37

Figura II.7. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5.2). 38

Figura II.8. Gráfico recurso solar. 40

Figura II.9. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica. 41

Figura II.10. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Bifacial Si-mono. 42

Figura II.11. Ejemplo de un seguidor de un eje. 43

Figura II.12. Ejemplo de un inversor de string. 44

Figura II.13. Ejemplo de un transformador de potencia. 46

Figura II.14. Ejemplo de un centro de transformación Outdoors. 46

Figura II.15. Sección transversal simplificada de una zanja BT. 52

Figura II.16. Sección transversal simplificada de una zanja MT. 52

Figura II.17. Estructuras de la Sección B que serán desmanteladas/demolidadas. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura II.18 Movimiento de tierras 57

Figura II.19 Ejemplo de zanjas para alojar el cableado 60

Figura II.20. Trazo de línea de transmisión del proyecto Antares Solar. 61

Figura II.21. subestación San Martín Potencia de la CFE, en San Martín Texmelucan. 62

Figura II.22. Subestación San Martín Potencia de la CFE, donde llegará la línea de transmisión. 62

Figura II.23. Terrenos ejidales colindantes. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura III.1. Pirámide de la normatividad analizada para el proyecto 80

Figura III.2. Ubicación del Antares Solar respecto a sitios Ramsar. 81

Figura III.3. Ubicación del proyecto en en la UAB 57. 109

Figura III.4. Política de desarrollo de la UAB 57. 110

Figura III.5. Estado inicial del ambiente en la UAB 57, correspondiente al año 2012. 110
Figura III.6. Escenario tendencial de la UAB 57 a mediano plazo. 111
Figura III.7. Escenario tendencial de la UAB 57 a largo plazo. 111
Figura III.8 Ubicación del proyecto en el POEET. 116
Figura III.9. Ubicación del proyecto en las UGAs Ag3-13 y Ff4-14. 117
Figura III.10. Ubicación del sitio en la región Centro y eje Neovolcánico de CONANP. 126
Figura III.11. Ubicación del sitio del proyecto respecto a ANPs con decreto federal. 127
Figura III.12. Ubicación del sitio del proyecto respecto a ANPs con decreto estatal. 128
Figura III.13. Ubicación del proyecto respecto al AICA Volcanes Ixtaccihuatl y Popocatepetl y La Malinche. 129
Figura III.14. Ubicación del Antares Solar respecto a RTPs. 131
Figura III.15. Ubicación del proyecto respecto a RHPs. 132
Figura III.16. Carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación. 133
Figura III.17. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales respecto al sitio del proyecto. 135
Figura III.18. Ubicación del proyecto respecto a los sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. 137
Figura IV.1. Límites de las ANP alrededor de donde se ubica el proyecto. 146
Figura IV.2. Hidrología general del sitio del proyecto. 147
Figura IV.3. Uso de suelo y vegetación alrededor del sitio del proyecto. 148
Figura IV.4. Límites municipales y ubicación del proyecto. 149
Figura IV.5. Límites del Sistema Ambiental Regional. 150
Figura IV.6. Área de Influencia del proyecto para el proyecto Antares Solar. 151
Figura IV.7. Tipos de clima en el SAR y el sitio del proyecto. 152
Figura IV.8. Rangos de temperatura en el SAR y el sitio del proyecto. 153
Figura IV.9. Rangos de precipitación en el SAR y el sitio del proyecto 154
Figura IV.10. SAR y provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. 156
Figura IV.11. SAR y subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac. 156
Figura IV.12. Topoformas del SAR y el sitio del proyecto. 157
Figura IV.13. Regionalización sísmica del SAR y el sitio del proyecto. 160
Figura IV.14. Sismicidad 161
Figura IV.15. Edafología del SAR y el sitio del proyecto. 162
Figura IV.17. Ubicación del proyecto en la Subcuenca Atoyac de la RH 18. 164

Figura IV.18- Ubicación del proyecto en el extremo noreste de la subcuenca. 165

Figura IV.20. Ubicación del proyecto en el acuífero Alto Atoyac. 166

Figura IV.21. Vegetación y uso de suelo en el SAR. 169

Figura IV.27. Cuenca visual del proyecto, con mayor visibilidad de zonas altas pero lejanas. 179

Figura IV.28. Paisaje en dirección a San Martín Texmelucan. 180

Figura IV.29. Paisaje rural-agrícola..... 181

Figura V.1. Nivel de ruido de diferentes equipos para construcción. 198

Figura V.2. Modelación del ruido de la construcción de la planta fotovoltaica..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura V.3. Modelación del nivel de ruido con maquinaria en el límite de la carretera. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura V.4. Estructura para demolición/retiro, generadoras de residuos de manejo especial. 201

Figura V.5. Vista general del terreno, con filas de arboles sembrados. 204

Figura V.6. Vegetación interpacerlaria, con especies en el estrato arbustivo. 204

CAPÍTULO I

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

Mayo de 2026

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El nombre del proyecto es:

“Antares Solar”

I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad.

De acuerdo con el Primer Listado y el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1990 y del 4 de mayo de 1992 respectivamente, el proyecto a desarrollar no se considera dentro de esta categoría, por lo que no se ha incluido un estudio de riesgo.

I.1.3. Dirección del proyecto

El proyecto se ubica en:

Tlapexco,
C.P. 90543, Tlaxcala.

I.1.4. Dimensiones del proyecto.

El proyecto “Antares Solar” consiste en la construcción y operación de una planta fotovoltaica solar (PFS) integrada principalmente por paneles solares, subestación de elevación, edificios de control y de apoyo, así como una línea de transmisión eléctrica hacia la subestación San Martín Potencia de la CFE.

El sitio del proyecto (SP) ocupa una superficie de 416.86 ha dividido en dos áreas: Área 1 de 220.44 ha y Área 2 de 196.42 ha. La línea de transmisión (LT) tiene una longitud de 4,213 m siguiendo aproximadamente el trazo de la autopista y la carretera hacia San Martin Texmelucan. Su derecho de vía es de 21 m (8.847 ha) y se encuentra en su parte en el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros y el municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

I.1.5. Localización del sitio del proyecto.

El proyecto estará ubicado en una zona rural del municipio Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, en el sur del estado de Tlaxcala. El proyecto se encuentra en la cercanías de las comunidades de Tlapexco y Espíritu Santo. En la Figura I.1 se presenta el mapa de ubicación del proyecto en el estado de Tlaxcala y la Figura II.2 presenta su ubicación en el municipio.

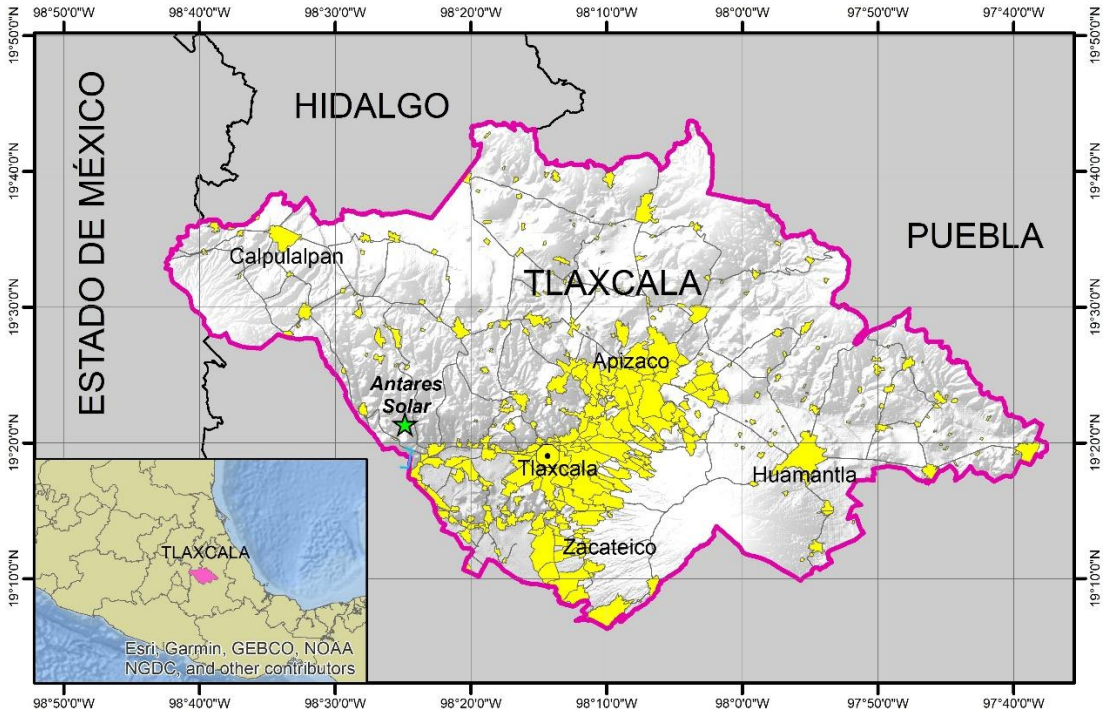


Figura I.1 Mapa de ubicación estatal del proyecto.

En la Tabla I.1 se presenta la localización general de la parte central del sitio del proyecto en coordenadas geográficas.

Tabla I.1. Coordenadas geográficas del punto de referencia del sitio del proyecto.

Municipio/Estado	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros / Tlaxcala
Latitud	19º 35” 46.09’ N
Longitud	97º 42” 28.53’ W
Altitud	2,421 m snmm

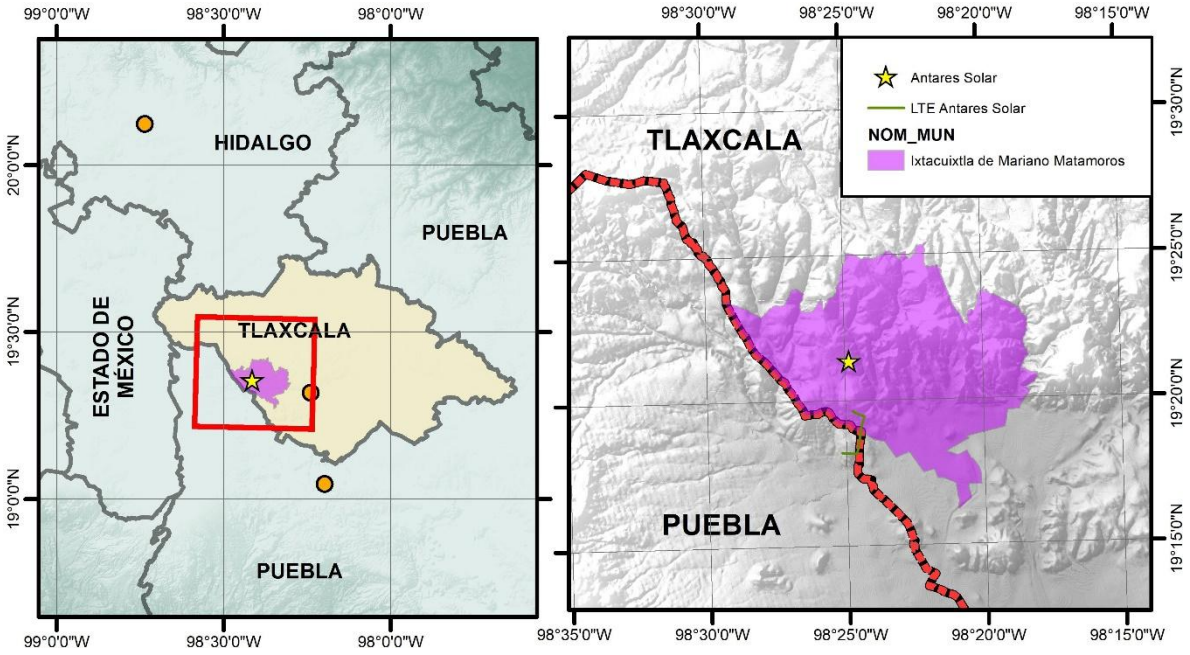


Figura I.2 Mapa de ubicación municipal del proyecto

I.1.6. Duración del proyecto

Se considera que el proyecto tendrá una vida útil de 30 años y 30 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción. En el capítulo II de este estudio se presenta el Programa General de Trabajo del proyecto.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

La razón social de la empresa promovente es:



Se presenta para cotejo copia certificada y copia simple de la escritura, por medio de la cual se protocolizó la constitución de la empresa.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente



I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal de la empresa es:



Se presenta copia certificada y copia simple para cotejo de la identificación oficial del Representante Legal. De igual manera se presenta la acreditación del representante legal, de la cual se presenta copia certificada y copia simple para cotejo.

I.2.4. Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal.



I.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

La dirección y datos de contacto de la empresa promovente se detallan en la tabla I.2:

Tabla I.2 Domicilio y datos de contacto del promovente



I.3. Datos Generales del responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

I.3.1. Nombre o Razón Social.

Proyectos Integrales CSLM S.A. de C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

[redacted]

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

Diego Ibáñez Hood

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

[redacted]

CAPÍTULO II

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

Mayo de 2026

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

II.1 Información general del proyecto

La planta fotovoltaica solar “Antares Solar” (Antares Solar o el proyecto o PFS) consiste en la construcción y operación de un instalación para generación de electricidad por medio de paneles solares, subestación de elevación, edificios de control y de apoyo, así como una línea de transmisión eléctrica hacia la subestación San Martín Potencia de la CFE.

El proyecto convertirá la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras fijas (seguidores a un eje horizontal). Cada seguidor consistirá 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 transformará en corriente alterna a través de inversores trifásicos. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores será subterráneo.

La instalación estará integrada también por elementos de protección, tales como interruptores automático de la interconexión o interruptor general, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

Finalmente, se llevará a cabo la interconexión del Antares Solar con la subestación San Martín Potencia de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) mediante una subestación de elevación, aumentando la tensión de 34.5 KV a 115 KV, posibilitando así la evacuación de toda la energía generada.

El proyecto “Antares Solar” consiste en la construcción y operación de una planta fotovoltaica integrado por paneles solares, subestación de elevación, edificios de control y de apoyo, así como una línea de transmisión eléctrica de 4,213 m hacia la subestación de la CFE. El sitio del proyecto (SP) será de 416.86 ha localizadas en el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros del estado de Tlaxcala.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

Se podrá llevar a cabo la ejecución y operación del proyecto sin la necesidad de requerir otras obras o actividades fuera de las mencionadas a lo largo de este capítulo; ya que, con los componentes principales y auxiliares que lo conformarán, entregando la totalidad de la energía generada al Sistema Eléctrico Nacional, cumpliendo con el objetivo de este proyecto.

Se tiene contemplado llevar a cabo un proyecto íntegro, que iniciará con la captación y transformación de energía solar en eléctrica en los módulos fotovoltaicos; después continua su trayectoria vía subterránea a través de la conexión con la subestación de elevación mediante cableado, donde se elevará el voltaje de la energía recibida de 34.5 KV a 115 KV mediante un transformador trifásico, y posteriormente a una subestación de elevación. A partir de dicha subestación de elevación, la energía será evacuada mediante una línea eléctricas aérea de 115 kV de doble circuito desde la subestación de elevación ubicada en el polígono del proyecto hacia la subestación San Martín Potencia de la CFE.

Es de importancia mencionar que la potencia nominal será de 180.2 MWac en conjunto. Por lo anterior, el proyecto se cataloga en el sector secundario de la economía, ya que involucra la transformación de energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica. El proyecto, corresponde al rubro de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar (INEGI, 2018), desde el punto de vista económico.

II.1.2. Justificación

Desde el punto de vista energético, el desarrollo de proyectos que permitan la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar es considerado como favorable, ya que reduce la dependencia energética convencional, elimina el uso de combustibles fósiles para producir energía eléctrica y, consecuentemente, origina electricidad sin producir los residuos, particularmente los gases de efecto invernadero, característico de las centrales termoeléctricas.

En la actualidad las necesidades de generación de electricidad se incrementan día a día y los procesos del uso de la energía solar fotovoltaica mejoran en su eficiencia, ello desempeña una función determinante en todo el territorio nacional. La captación de energía solar mediante módulos solares en la cuantía proyectada es viable al instalarlos en terrenos

despejados, de gran superficie, llanos y libres de sombras, circunstancias que se consiguen solo en terrenos rústicos. El desarrollo de este proyecto fue seleccionado teniendo en cuenta principalmente la fuerte insolación de la zona, además de su fácil acceso gracias a su cercanía a carreteras nacionales y estatales, la extensión superficial disponible y la proximidad a la red eléctrica existente.

Es de importancia mencionar que en el 2015 se registraron en el país la generación de un total de 683 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (Mt CO_2e) de gases efecto invernadero (GEI) (INEGI, 2015), de las cuales la mayor contribución se debe al sector transporte (25.1%), seguido por el de industrias de la energía (24.1%) y el de las industrias de manufactura y de la construcción (9.3%).

En la Ley General de Cambio Climático, se indica para la política nacional de mitigación, que México debe privilegiar las acciones con mayor potencial de reducción de emisiones al menor costo y que, a la vez, brinden beneficios de salud y bienestar para la población. Se propone la adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones de carbono como uno de sus principales ejes en la misma legislación. Aunado, se puntualiza que, para la reducción de emisiones en la generación y uso de energía, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de su competencia se promoverá el uso de fuentes renovables de energía y prácticas de eficiencia energética, esto de acuerdo a su artículo 34 fracción I inciso a).

Se ha planeado el desarrollo de este proyecto desde una visión sustentable, que será viable en lo económico, equitativo en lo social y ecológicamente soportable, derivado de la relación entre sí de los pilares de este tipo de desarrollos: económico, ambiental y social, además de apegarse a la legislación anteriormente especificada.

II.1.3. Ubicación general del proyecto

La totalidad del proyecto de generación eléctrica se llevará a cabo en el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros del estado de Tlaxcala, México. El proyecto tendrá tres componentes principales: área de paneles solares, subestación y línea de transmisión eléctrica. La línea de transmisión eléctrica (LTE) cruzara hacia el municipio de San Martín Texmelucan, en el estado de Puebla, donde se encuentra la subestación de la CFE. Así mismo, se proyecta que se puedan tener áreas para una futura expansión del proyecto, arrendando terrenos colindantes actualmente con uso agrícola.

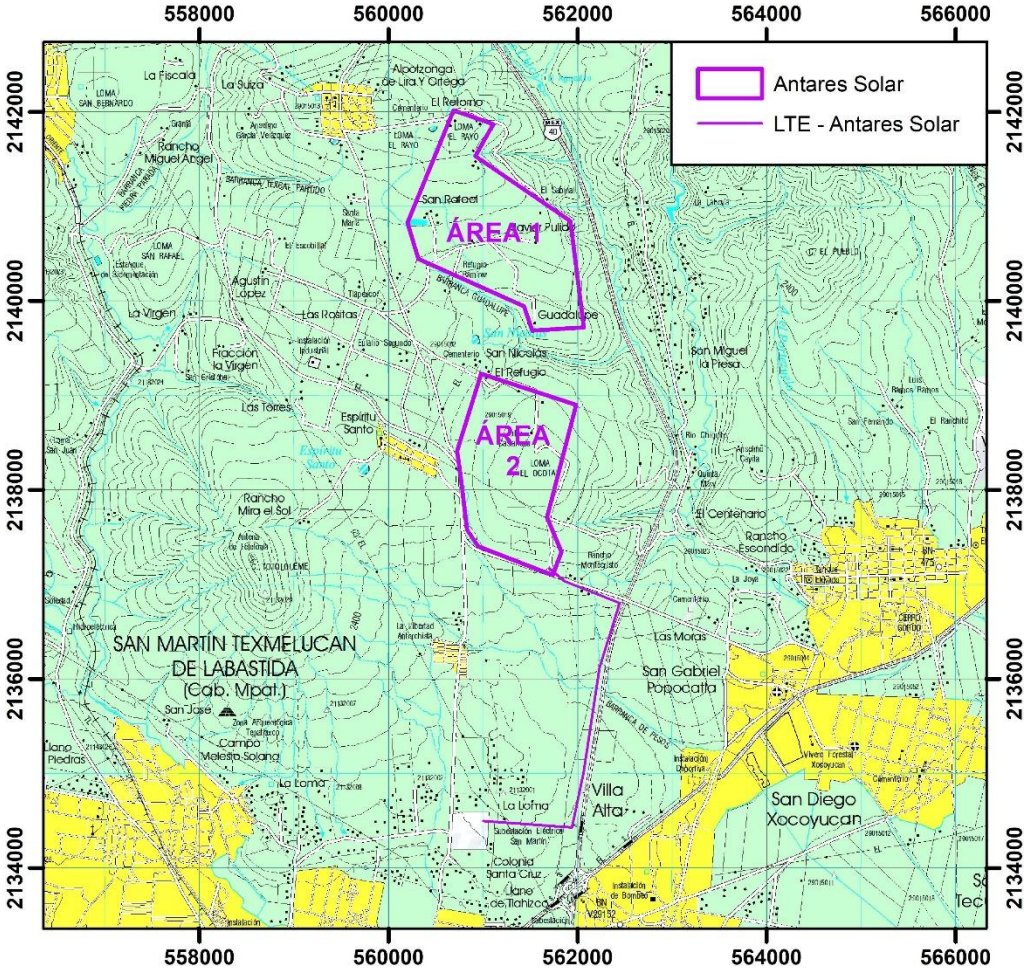


Figura II.1. Ubicación general del proyecto

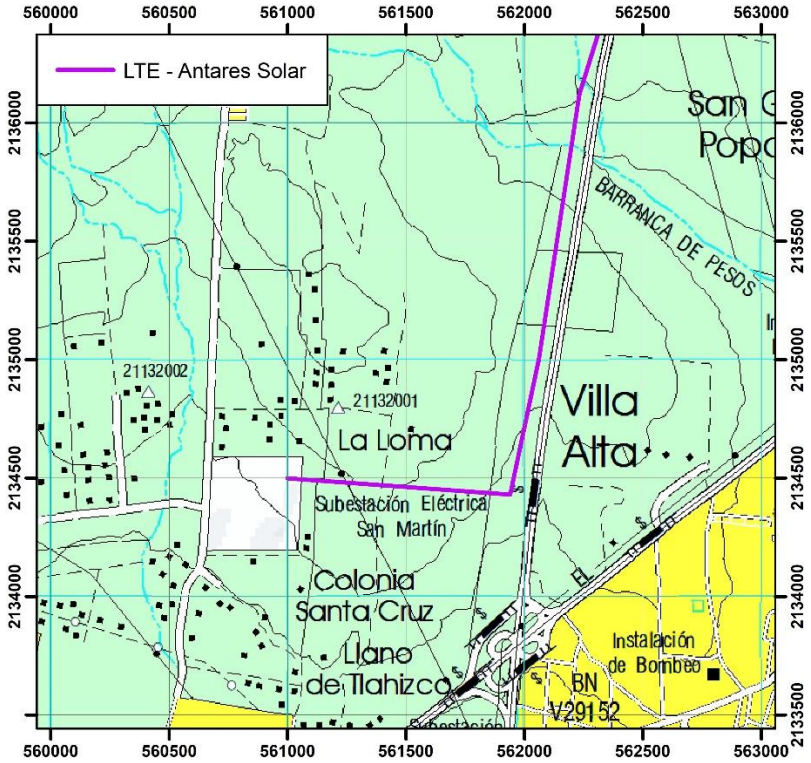


Figura II.2. Ubicación de la subestación San Martín Potencia de la CFE, donde llegará la LTE.

II.1.4. Coordenadas extremas del proyecto.

Tabla II.1 Coordenadas extremas del proyecto

Vértices	X	Y
1	560,190	2,142,006
2	562,464	2,142,006
3	560,190	2,134,453
4	562,464	2,134,453

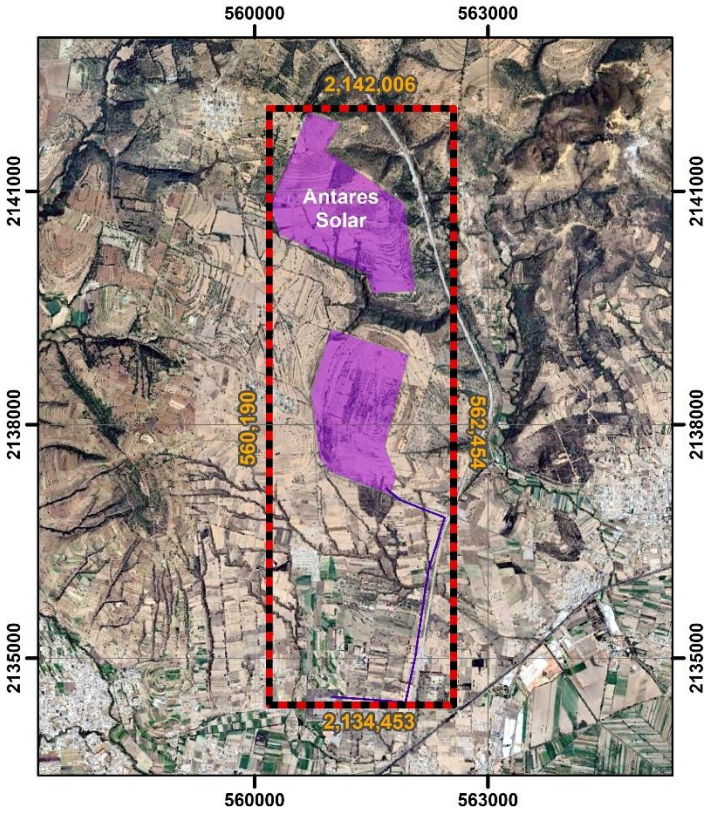


Figura II.3. Coordenada extremas del proyecto y la línea de transmisión.

II.1.5. Localización del predio para el proyecto.

El proyecto se realiza sobre terrenos ejidales, parcelados y privados que actualmente tienen un uso agrícola y serán arrendados para el proyecto. El total del área para desarrollar es de 416.86 ha, divididas en 2 secciones (Área 1 y Área 2) por la Barranca Guadalupe.

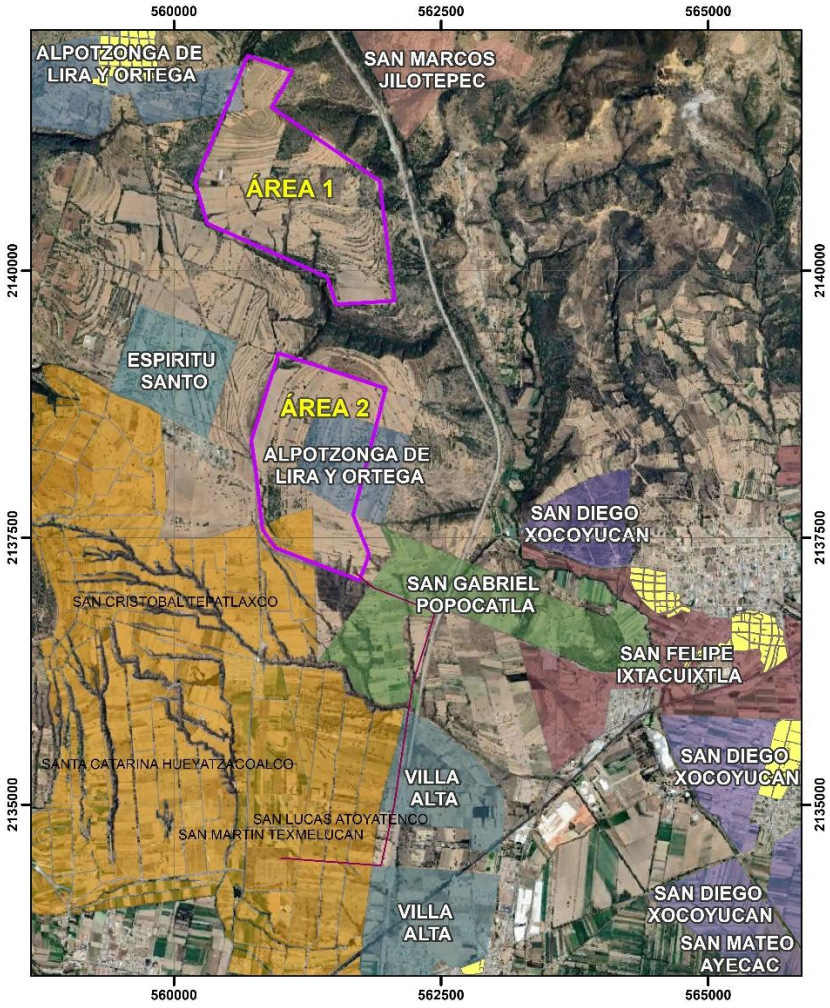


Figura II.4. Propiedad ejidal respecto del sitio del proyecto.

Tabla II.2. Superficie de las dos secciones que integran el proyecto.

Área	Área (ha)
1	220.44
2	196.42
Total	416.86

Los cuadros de construcción de cada una de las dos secciones que integran el sitio del proyecto se presentan a continuación:

Tabla II.3. Cuadro de construcción del Área 1del proyecto Antares Solar (UTM WGS84, zona 14).

Vértice	X	Y
V01	560687.77	2142015.10
V02	561107.08	2141871.15
V03	560915.94	2141531.75
V04	561923.59	2140842.91
V05	562063.99	2139720.74
V06	561519.41	2139686.92
V07	561430.07	2139942.73
V08	560312.50	2140444.05
V09	560197.38	2140829.15

Tabla II.4. Cuadro de construcción del Área 2 del proyecto Antares Solar (UTM WGS84, zona 14).

Vértice	X	Y
V10	561982.71	2138899.42
V11	561674.66	2137712.40
V12	561827.38	2137345.75
V13	561736.47	2137100.45
V14	560947.79	2137405.44
V15	560828.79	2137578.85
V16	560762.21	2138147.41
V17	560724.07	2138411.82
V18	560978.81	2139229.05

Tabla II.5 Superficie total de proyecto y por componentes

DIMENSIONES DEL PROYECTO			
Concepto	**Superficie (has)**	**Longitud (m)**	**Observaciones**
Área total del proyecto	**416.86**	**-**	
Estaciones de Interconexión	1.7	**.**	
Edificio de control	0.2	.	

DIMENSIONES DEL PROYECTO			
Concepto	**Superficie (has)**	**Longitud (m)**	**Observaciones**
Línea de transmisión	-	4,213	Se consideran el usos de postes troncocónicos tipo lindero
DDV Línea de transmisión	17.694		Se considera un ancho de DDV máximo de 21 m, de acuerdo con la especificación CFE L1000-10.

II.1.6. Vías de acceso.

La principal vía de comunicación al proyecto es la Carretera Federal Libre Mazapa - Popocatla y su ramal a Alpotzonga de Lira y Ortega. Desde ahí se debe continuar por caminos vecinales que como parte del proyecto deberán ser pavimentados. El acceso más rápido hacia la zona en general es a través de la autopista Arco Norte (MEX-05) que se localiza al este del sitio del proyecto, pero hacia la cual no hay acceso directo.

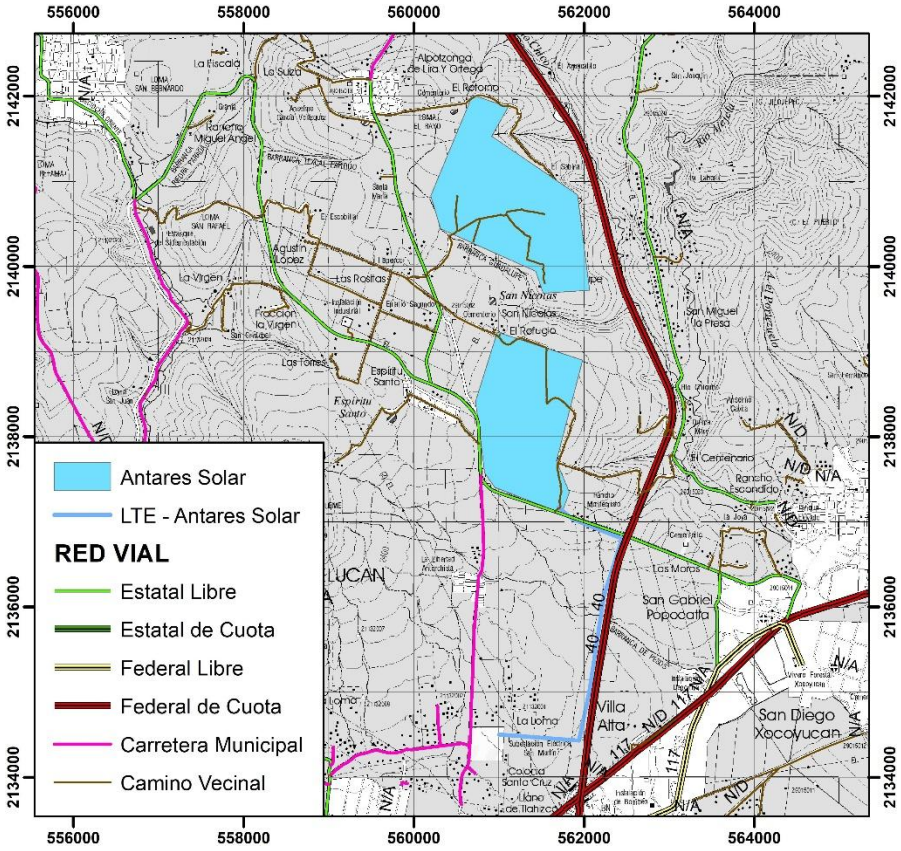


Figura II.5. Red de vialidades hacia el sitio del proyecto.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto tendrá una potencia nominal de 180.2 MWac, con una potencia pico de 216.3 MWp. Con el fin de visualizar de mejor manera el potencial de la energía solar, es necesario conocer los tres tipos de radiación solar que inciden sobre una superficie: radiación directa, radiación difusa y radiación reflejada o albedo. La radiación directa la forman los rayos recibidos directamente del sol; la radiación difusa la conforman los rayos dispersos por la atmósfera en dirección al receptor (lo que generalmente pasa en un día nublado), y la radiación reflejada, o albedo, es la radiación que se refleja de la superficie terrestre hacia el receptor. En el caso del proyecto, el receptor, o receptores, son los módulos fotovoltaicos, que son capaces de captar y aprovechar los tres tipos de radiación para la posible generación de energía eléctrica. La infraestructura que integra la PFS es la siguiente:

- Obras temporales durante la construcción (almacén de equipos herramientas e insumos, patio de maquinaria, zonas de acopio de material, sanitarios portátiles y almacenes temporales de residuos).
- 308,952 módulos fotovoltaicos con 3,696 seguidores o trackers y 512 inversores.
- Bloques de potencia (inversor más centro de transformación)
- Red de canalizaciones eléctricas,
- Subestación de elevación,
- Línea de transmisión eléctrica (LTE) aérea Antares Solar a San Martín Texmelucan.
- Edificio de control.
- Almacen.
- Infraestructura básica: cercado perimetral, accesos, caminos internos, estaciones meteorológicas.

II.2.1. Obras temporales durante la construcción.

El proyecto contará con obras temporales que permitirán brindar los servicios necesarios durante las etapas de preparación del sitio y construcción, éstas en su mayoría se irán reubicando de acuerdo al avance del proceso constructivo del proyecto, por lo que son contempladas en toda la superficie y al término de dicha etapa, serán desmanteladas y se llevará a cabo la limpieza del área. Dentro de las obras temporales consideradas se prevé:

II.2.1.1. Instalación de remolques con comedor, cocina y oficinas:

Las oficinas en campo para servicios administrativos se ubicarán en remolques acondicionados para dicho fin, los cuales tienen la ventaja de desplazarse fácilmente conforme avanza el frente de la obra, si fuese necesario. Así se evitará la construcción de obras que posteriormente tendrían que ser demolidas. Cualquier residuo que se genere en esta área se manejará junto con el resto de la basura generada por el proyecto.

Se dispondrán remolques o contenedores adaptados como área provisional para que se puedan preparar y consumir alimentos.

II.2.1.2. Zona de acopio de material:

Esta zona contará con un área de recepción, entrega y un área de acopio de materiales. En esta área se reunirán todos los materiales voluminosos considerados para la fase de construcción del Proyecto, incluido el acopio de material removido procedente de la planta y líneas de transmisión.

II.2.1.3. Sanitarios portátiles:

Se colocarán sanitarios portátiles, suministrados por una empresa especializada para esta actividad y debidamente registrada, en relación a la fuerza de trabajo que se presente a lo largo de las etapas de preparación y construcción, mismos que se anclarán para evitar que sean derribados por el viento. La empresa contratada también llevará a cabo la limpieza periódica de los mismos, así como la extracción y gestión de residuos.

II.2.1.4. Almacenes temporales:

Aparte de los almacenes temporales de residuos se está considerando contar con un almacén de equipos, herramienta e insumos, en el que se ubicarán las piezas de repuesto del proyecto y los equipos eléctricos, de instrumentación y control.

II.2.1.5. Control de acceso a la obra:

Se tendrá un control estricto sobre el ingreso de personal, vehículos y maquinaria que laboren en la etapa de preparación y construcción, en este componente se contará con vigilancia 24 horas.

II.2.1.6. Estacionamientos:

Se considera un área destinada para el acomodo de los vehículos que ingresen durante la etapa de construcción y operación, teniendo asignando un lugar en específico para ello y evitando afectaciones potenciales a las áreas adyacentes. Parte espacio después se integrará a la infraestructura permanente como estacionamiento para el personal y visitantes.

II.2.1.7. Patio de maquinarias.

En el proyecto se utilizará principalmente maquinaria pesada, que incluye al tipo de maquinaria diseñada para efectuar los trabajos que personal humano o vehículos normales no son capaces de realizar. Son vehículos automotores que se utilizan casi exclusivamente en obra civil y debido a sus características no suelen o no deberían transitar por las vías públicas. La maquinaria pesada puede ser de dos tipos: universal o especializada, de la cual para el proyecto se empleará principalmente la universal. La maquinaria pesada universal es la que tiene la capacidad de adaptarse a dos o más industrias, como por ejemplo los montacargas, las retroexcavadoras, las excavadoras, los tractores, grúas, entre otros.

II.2.1.8. Estación de primeros auxilios y área de aseo para los trabajadores.

Con el fin de brindar al personal condiciones de salubridad y bienestar adecuadas se incluye un área de para primeros auxilios. Se implementará un sistema de suministro de agua potable para aseo y consumo.

II.2.1.9. Área de Acopio Temporal de Residuos.

Se tendrá un control estricto sobre los residuos generados durante las diferentes etapas de construcción del proyecto, los cuales se almacenarán en un espacio habilitado de conformidad con los lineamientos que al efecto establecen la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Si bien durante la vida útil del proyecto se prevé la generación de toda clase de residuos, antes de iniciar la operación de la PFS se construirá el almacén definitivo que también deberá atender los lineamientos de la normatividad antes señalada y que reemplazará al habilitado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Se debe entender esta área como una Medida de Control Ambiental en Cumplimiento al Marco Legal aplicable, por lo que su diseño se propone con base en los siguientes criterios:

- Delimitada claramente.
- Cercada, sobre una superficie firme.
- Cerrada y con acceso controlado.
- Techada.
- Con espacios estancos e impermeabilizados.
- Muretes perimetrales que eviten escurrimientos o derrames fuera del área de acopio.
- Con la Señalización requerida por Norma.
- Con equipo de atención a contingencias como posibles derrames y control de incendios.
- Bitácora de Entrada y Salida.

II.2.2. Infraestructura básica.

II.2.2.1. Cercado perimetral

Con el fin de delimitar y contar con un sistema de seguridad para el área del proyecto, se instalará un cercado perimetral, mediante una malla ciclónica de acero galvanizado, con una altura promedio de 2.0 m. Adicionalmente, se tendrá un cercado en el interior del predio que englobará el área con el generador voltaico y la subastación de maniobras.

II.2.2.2. Caminos internos

Los caminos internos contarán con las características necesarias para permitir el desplazamiento de vehículos y maquinaria en cada una de las etapas del proyecto, servirán como conexión entre cada uno de los componentes mencionados con anterioridad (integrados por inversores, módulos, trackers y strings) y también servirán para realizar el mantenimiento en general del proyecto durante la etapa operativa de la planta fotovoltaica solar. Estos tendrán un ancho total de 7 m, los cuales tendrán 5 m de ancho de corona y 2 m para la colocación de cunetas sin revestimiento.

II.2.2.3. Puntos de acceso

Como se mencionó con anterioridad, el acceso al proyecto consiste en la adecuación de accesos a cada una de las dos áreas del terreno desde el ramal a Alpotzonga de Lira y Ortega de la carretera libre estatal, todos los cuales deberán contar con las características necesarias que garanticen un óptimo desplazamiento de la maquinaria y los vehículos al proyecto durante cada una de las etapas de la vida útil del proyecto.

II.2.2.4. Estaciones meteorológicas

Se llevará a cabo la instalación de estaciones meteorológicas, mismas que servirán para realizar el monitoreo de la radiación solar en proyecto y estarán configuradas para adquirir datos de radiación y meteorológicos.

La radiación solar se registra junto con otras medidas meteorológicas para obtener datos sobre el rendimiento del proyecto, pudiendo estimar y evaluar los efectos de los factores ambientales.

II.2.2.5. Sistema de seguridad

El sistema de seguridad de la planta se fundamenta en la seguridad perimetral, lo que permite proteger todo el recinto de cualquier intrusión. Se utilizará un análisis de imagen combinada con cámaras térmicas, que permite la detección y seguimiento automático de cualquier intruso que entre en el área de detección.

El sistema tendrá seguimiento automático de elementos detectados, permite verificación de alarma remota, permite ignorar movimientos en áreas y direcciones predefinidas para rondas de vigilancia o funciones de mantenimiento, adaptación continúa de sensibilidad, detección de personas y vehículos, detección a larga distancia, baja velocidad y condiciones de camuflaje y soporta cámaras en color, B/N, IR y térmicas

El centro de control de seguridad recibe las imágenes y por medio de los analizadores de video creará las diferentes posibles señales de alarmas.

II.2.3. Infraestructura eléctrica.

II.2.3.1. Topografía

Se ha realizado un análisis preliminar de la topografía para estudiar la disponibilidad de terreno adecuado para la construcción de una planta fotovoltaica. Se calcularon las pendientes Norte-Sur y Este-Oeste mostradas en la .

La resolución de cuadrícula de los datos de elevación es de 30.0 m (en las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste). Estos datos han sido proporcionados por Google Earth (SRTM-30).

Los resultados del análisis de pendientes del terreno muestran tres zonas diferenciadas:

- Zonas donde la pendiente es inferior al 5.00 %.
- Zonas donde la pendiente está entre 5.00% y 10.00 %.
- Zonas donde la pendiente es superior al 15.00 %.

NOTA: Las pendientes medidas en el sitio al realizar un análisis topográfico detallado podrían ser mayores que las pendientes obtenidas con la fuente de datos de Google Earth.

El mapa que se muestra en la Figura II.6 representa las pendientes del terreno, con los siguientes colores:

- Pendientes <<5.00 %
- Pendientes >5.00 % y <10.00 %
- Pendientes >10.00 % y <15.00 %
- Pendientes >15.00 %

Utilizando los datos de elevación mencionados anteriormente, se calculó la posición de las estructuras en el terreno. La pendiente del terreno debajo de las estructuras se calculó en la dirección Norte-Sur y en la dirección Este-Oeste. También se determinó la posición de los postes de las estructuras, incluyendo la elevación del terreno en cada poste y su altura.

Las estructuras que no cumplieron con los siguientes criterios se han quitado del layout:

- La estructura debe estar dentro de los límites del Modelo Digital del Terreno (MDT).
- La pendiente de las estructuras en la dirección Norte-Sur puede ser como máximo del 12.00 %.



Figura II.6. Pendientes de la parcela (fuente: SRTM).

La dirección norte-sur se considera la dirección paralela al eje de la estructura (pendiente de la fila). La dirección este-oeste se considera la dirección perpendicular al eje de la estructura (pendiente de pitch). Rotar el layout puede tener un impacto en el análisis topográfico.

II.2.3.2. Perfil del horizonte

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte. Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa. Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica.

La línea del horizonte tiene una elevación promedio de 4.9° y una elevación máxima de 7.3°. A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 326 horas. La fuente de datos para la línea del horizonte fue PVGIS 5.2.

El valor de la elevación bloqueada en el rango de azimut completo se muestra en la Figura II.7

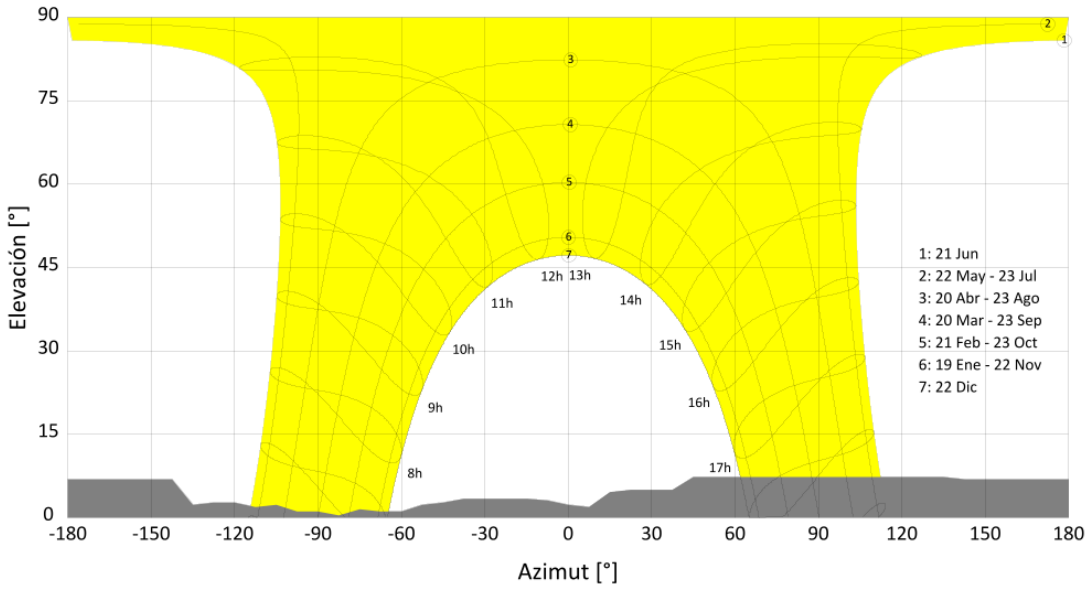


Figura II.7. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5.2).

II.2.4. Recurso Solar.

El objetivo del análisis de recursos solares es proporcionar una estimación de la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año típico.

El recurso solar se da generalmente como una serie de valores por hora para la irradiancia y la temperatura, por un período de un año. Esta serie se llama el Año Meteorológico Típico (TMY).

La fuente utilizada para generar el TMY fue la base de datos PVGIS. Incluye meteorología desde el año 2005 hasta el presente (el período real utilizado puede variar según la ubicación) y tiene una resolución espacial de 4 km por 4 km. La incertidumbre de los datos de PVGIS está comprendida entre ± 3% a ± 10%, dependiendo de la ubicación.

A partir de los datos horarios obtenidos en el TMY, se llega a los siguientes valores:

- Temperatura mínima: -1.72 °C.
- Máxima temperatura: 29.82 °C.
- Temperatura media: 15.78 °C.

Los resultados del análisis del recurso solar se muestran en la Tabla II.6. Un gráfico que representa estos resultados se muestra en la Figura II.8.

Tabla II.6. Valores mensuales del recurso solar.

Mes	GHI [kWh/m2]	DHI [kWh/m2]	Temperatura
1	154.9	37.8	13.08 °C
2	165.0	36.9	15.04 °C
3	209.7	45.9	16.21 °C
4	201.6	50.0	19.59 °C
5	199.5	59.0	17.78 °C
6	194.9	54.0	18.08 °C
7	172.9	61.5	15.26 °C
8	163.8	59.1	15.7 °C
9	166.6	53.0	16.75 °C
10	161.5	45.7	16.01 °C
11	166.5	29.7	13.83 °C
12	170.5	25.1	12.11 °C
Año	**2127.3**	**557.7**	**15.79 °C**

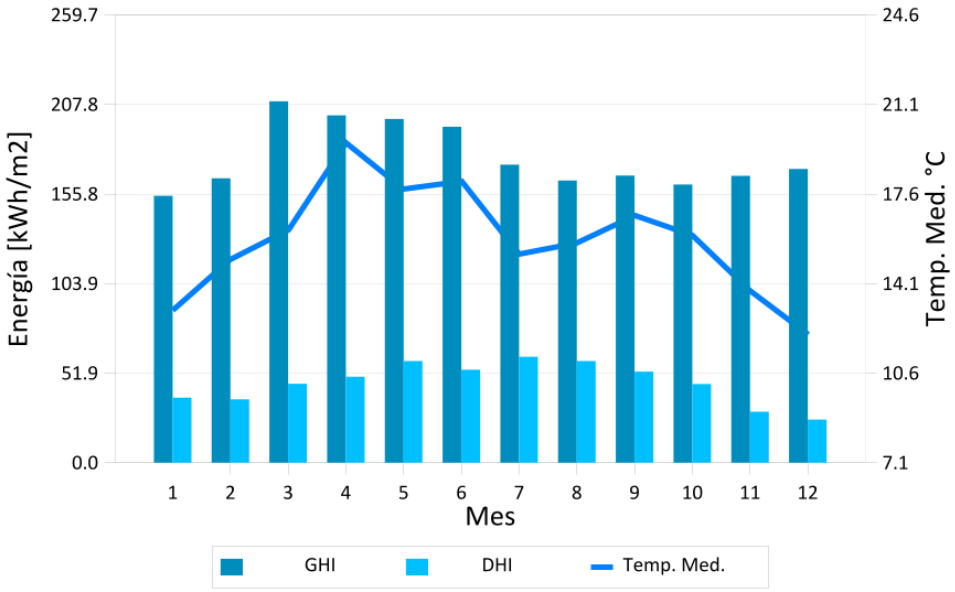


Figura II.8. Gráfico recurso solar.

II.2.5. Equipos Principales.

- Módulos fotovoltaicos, que convierten la radiación solar en corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Inversores de string, que convierten la DC del campo solar a AC.
- Transformadores de potencia, que elevan el nivel de tensión de baja a media tensión.
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para convertir la alimentación de DC a AC.

La configuración eléctrica de la planta fotovoltaica se muestra en la Figura II.9.

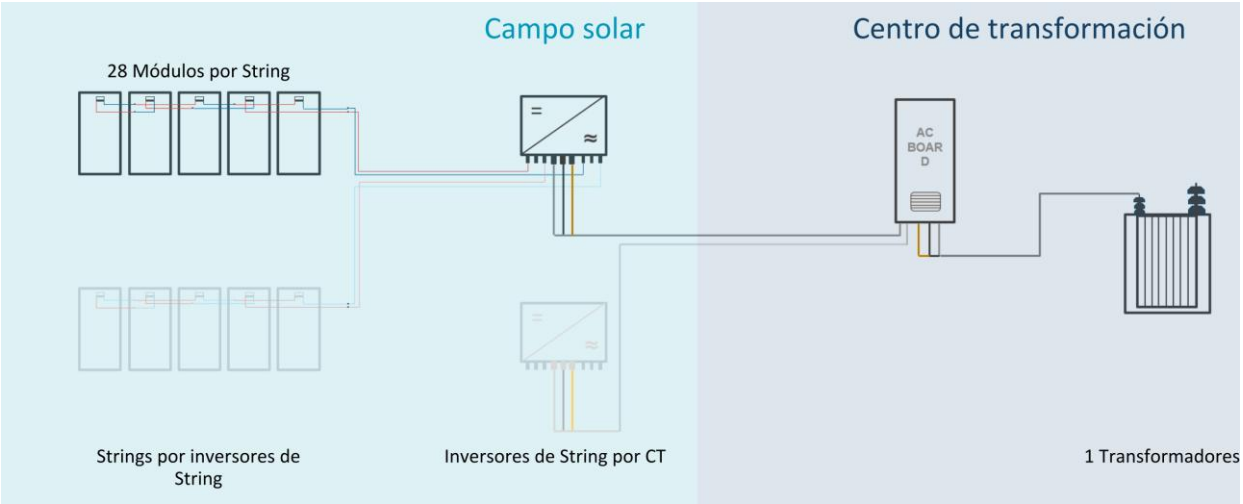


Figura II.9. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica.

II.2.5.1. Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo Bifacial CS7N-700TB-AG 1500V, fabricado por CSI Solar Co., Ltd.. Tiene una potencia máxima de 700.0 W, y la tecnología de las células es Si-mono.

Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran en la Tabla II.7. El módulo tiene un factor de bifacialidad del 80.00 %.

Tabla II.7. Características del módulo fotovoltaico.

Características del módulo fotovoltaico	
Características principales	
Modelo	CS7N-700TB-AG 1500V
Fabricante	CSI Solar Co., Ltd.
Tecnología	Si-mono
Tipo de módulo	Bifacial
Máxima tensión	1500 V
Standard test conditions (STC)	
Potencia máxima	700.0 W
Eficiencia	22.53 %
Tensión MPP	40.0 V
Corriente MPP	17.51 A
Tensión a circuito abierto	47.9 V

Corriente de cortocircuito	18.49 A
Coeficientes de temperatura	
Coeficiente de potencia	-0.290 %/°C
Coeficiente de tensión	-0.250 %/°C
Coeficiente de corriente	0.050 %/°C
Características mecánicas	
Largo	2384.0 mm
Ancho	1303.0 mm
Grosor	33.0 mm
Peso	37.8 kg

Un ejemplo de módulo Bifacial Si-mono se muestra en la Figura II.10.



Figura II.10. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Bifacial Si-mono.

II.2.5.2. Seguidor de un eje N-S

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en seguidores solares de un eje orientados Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y aluminio, formando una estructura fijada al suelo. En la Figura II.11 se muestra un ejemplo de un seguidor de un eje.



Figura II.11. Ejemplo de un seguidor de un eje.

Los seguidores de un eje están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y el plano del panel fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en un dispositivo electrónico capaz de seguir el sol durante el día. Las principales características del sistema de seguimiento se resumen en la Tabla II.8.

Tabla II.8. Principales características del seguidor de un eje.

Características del seguidor de un eje	
Modelo	AxoneDuo Infinity
Fabricante	PVH
Tecnología	Single-row
Configuración	1V (Vertical)
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Altura del punto más bajo	0.5 m
Diseñado para módulos	MONOFACIAL
Distancia adicional para el motor	500.0 mm
Distancia adicional para la viga de torsión	0.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección axial	10.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	0.0 mm

El número de seguidores a un eje instalados se resume en la Tabla **II**.**9**.

Tabla II.9. Número de seguidores instalados.

Strings por estructura	Módulos por estructura	Longitud	Cantidad
3	84	110.78 m	3642
2	56	74.02 m	54

II.2.5.3. Inversor de strings

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.
- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, 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.

En la Figura II.12 se muestra un inversor tipo comúnmente usado para proyectos fotovoltaicos.



Figura II.12. Ejemplo de un inversor de string.

Las principales características del inversor seleccionado se muestran en la Tabla II.10.

Tabla II.10. Características del inversor.

Características del inversor
Características principales

Modelo	SG350HX-20A
Tipo	STRING
Fabricante	Sungrow
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	98.92 %
Entrada (DC)	
Rango búsqueda MPPT	500 - 1500 V
Tensión máxima de entrada	1500 V
Salida (AC)	
Potencia nominal	352.0 kVA
Potencia máxima (ficha técnica)	352.0 kVA
Potencia Nominal (ficha técnica)	320.0 kVA
Tensión de salida	800 V
Frecuencia de salida	60 Hz

Tabla II.11. Inversores.

Inversores	Cantidad	Entradas DC	Potencia DC	Ratio DC/AC
SG350HX-20A (352 kWac)	395	21 strings	412 kW	1.169
SG350HX-20A (352 kWac)	87	24 strings	470 kW	1.336
SG350HX-20A (352 kWac)	14	22 strings	431 kW	1.225
SG350HX-20A (352 kWac)	9	23 strings	451 kW	1.281
SG350HX-20A (352 kWac)	5	20 strings	392 kW	1.114
SG350HX-20A (352 kWac)	2	18 strings	353 kW	1.002

II.2.5.4. Transformador

El transformador de potencia eleva la tensión de salida AC del inversor para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica. Un ejemplo de un transformador de potencia se muestra en la Figura II.13.



Figura II.13. Ejemplo de un transformador de potencia.

II.2.5.5. Centro de transformación (CT)

Los centros de transformación (CT) son plataformas al aire libre. La tensión de la energía recolectada del campo solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada.

Los transformadores se alojarán en el centro de transformación. Un ejemplo de un centro de transformación Outdoors se muestra en la Figura II.14.



Figura II.14. Ejemplo de un centro de transformación Outdoors.

El centro de transformación se suministrará con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas. En particular, para el

primer centro de transformación de cada línea de MT, la unidad de entrada directa no se instalará.

Las características comunes de los centros de transformación se muestran en la Tabla II.12.

Tabla II.12. Características del centro de transformación.

Características del centro de transformación	
Relación de transformación	0.8/30.0kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Servicio	Outdoors

Las características de los distintos centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC se muestran en la Tabla II.13.

Tabla II.13. Centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC.

Centros de transfomación	Cantidad	Núm. Inversores	Configuración de los transformadores	Impedancia de corto-circuito (Zcc)
1	32	16(5.632 MVA)	1 transformador de dos devanados de 7.32 MVA	0.080

Los distintos tipos de centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado a los mismos se muestran en la Tabla II.14.

Tabla II.14. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado

Centros de transformación	Cantidad	Núm. Inversores	Potencia AC	Potencia DC	Ratio DC/AC
1	14	16	5.632 MW	6.762 MW	1.201
2	3	16	5.632 MW	6.742 MW	1.197
3	3	16	5.632 MW	6.742 MW	1.197
4	2	16	5.632 MW	6.801 MW	1.208
5	2	16	5.632 MW	6.703 MW	1.190
6	1	16	5.632 MW	6.782 MW	1.204
7	1	16	5.632 MW	6.782 MW	1.204
8	1	16	5.632 MW	6.782 MW	1.204
9	1	16	5.632 MW	6.782 MW	1.204
10	1	16	5.632 MW	6.762 MW	1.201

11	1	16	5.632 MW	6.762 MW	1.201
12	1	16	5.632 MW	6.742 MW	1.197
13	1	16	5.632 MW	6.742 MW	1.197

II.2.6. Dimensionamiento Planta Fotovoltaica

II.2.6.1. Configuración eléctrica

El conjunto de generadores fotovoltaicos consta de módulos fotovoltaicos 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 en Mexico.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar las 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 DC/AC. Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en DC posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de DC.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de DC) con respecto a la potencia nominal del sistema de AC, para maximizar el rendimiento energético.

Las principales características de la configuración eléctrica global y por áreas se muestran en la Tabla II.15 y Tabla II.16 respectivamente.

Tabla II.15. Características globales de la configuración eléctrica.

Características globales de la configuración eléctrica	
Potencia nominal de la planta	180.2 MWac
Potencia máxima de la planta	216.3 MWdc
Ratio DC/AC	1.20
Módulos por string	28

Tabla II.16. Características de configuración eléctrica por grupo de áreas.

Grupo de áreas	Potencia nominal	Potencia pico	Ratio DC/AC
Área2	112.6 MWac	135.2 MWdc	1.20
Área1	67.6 MWac	81.1 MWdc	1.20

La red de media tensión que conecta los centros de transformación a la subestación opera a 30.0 kV. Está compuesta por 12 líneas de media tensión.

II.2.6.2. Diseño del cableado eléctrico

El objetivo al calcular las características del cableado eléctrico es minimizar las longitudes y secciones del cable. Las secciones se seleccionan de acuerdo con las normas IEC 60502-2 e IEC 60364-5-52.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito. La caída de tensión máxima permitida fue 1.5% para el lado de DC, y 0.5% para los cables de AC de la red de MT.

Un cable de tierra de 35 mm^2 será instalado para las zanjas de baja tensión y media tensión, mientras que uno de 50 mm^2 será instalado en el caso de los centros de transformación.

Un resumen de las secciones de cable seleccionadas y su método de instalación se muestra en la Tabla II.17.

Tabla II.17. Resumen de las secciones de cable seleccionadas.

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
De Strings a Inversor			
6 mm^2	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
10 mm^2	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
De inversor a CT			
185 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
120 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
De CT a los Switchgears de MT			
500 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
300 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas

II.2.6.3. Obras civiles

Algunos de los parámetros considerados para las obras civiles requeridas para construir la planta fotovoltaica se muestran en la Tabla II.18 y Tabla II.19.

Tabla II.18. Obras civiles.

Obras civiles	
Distancia entre filas (Pitch)	6.0 m
Distancia entre filas consecutivas	0.5 m
Ancho de camino	4.0 m
Sección máxima de zanjas BT	0.8 m^2
Sección máxima de zanjas MT	2.4 m^2

Tabla II.19. Carreteras por área.

Nombre del área	Posición Vial	Ancho	Longitud
Área 1	Vertical	4.0 m	4384.75 m
Área 2	Vertical	4.0 m	5603.49 m
Total			**9988.24 m**

Para el diseño de la planta fotovoltaica bajo estudio, viales de 4.0 m han sido utilizados. Estos viales suponen una distancia total de 9.99 km.

Las zanjas de las carreteras utilizadas para el drenaje y para canalizar el agua se colocan a un lado de las carreteras.

Un perímetro total de 9.91 km de vallado rodea las diferentes áreas de la planta fotovoltaica. El vallado tiene 2.0 m de altura y 3.0 m entre postes. Cada 50.0 m de vallado, un poste de luz de 4.0 m de altura y un sistema de protección de microondas serán instalados. Cada 100.0 m de vallado, un poste para videocámaras de 6.0 m de altura será instalado.

Los cables de baja tensión entre los inversores de string y los centros de transformación han sido enterrados directamente en zanjas. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables. Las zanjas de baja y media tensión están separadas.

La profundidad mínima de los cables de baja tensión es 600.0 mm. Estos cables están pegados horizontalmente, pero tienen una separación de 50.0 mm en vertical.

En la Figura II.15, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja BT.

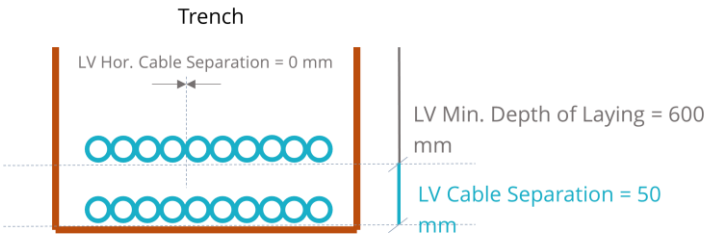


Figura II.15. Sección transversal simplificada de una zanja BT.

La profundidad mínima de los cables de media tensión es 700.0 mm. Estos cables están separados por 200.0 mm en la dirección horizontal y 200.0 mm en la dirección vertical.

En la Figura II.16, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja MT.

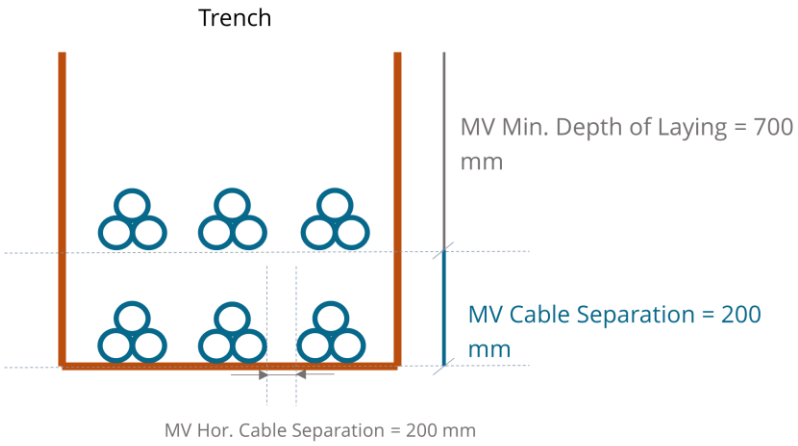


Figura II.16. Sección transversal simplificada de una zanja MT.

El espacio horizontal entre las filas de cables y los bordes de la zanja es 50.0 mm.

En la Tabla II.20 se muestra la sección de las zanjas usadas en el diseño junto a la longitud total de zanja y el volumen para cada tipo.

Tabla II.20. Secciones transversales de las zanjas.

Tipo de zanja	Sección transversal	Longitud	Volumen
Zanja de baja tensión	400.0 x 1000.0 mm	20525.13 m	8210.05 m^3
Zanja de baja tensión	800.0 x 1000.0 mm	893.03 m	714.42 m^3
Zanja de media tensión	800.0 x 1000.0 mm	6706.68 m	5365.34 m^3
Zanja de media tensión	800.0 x 1500.0 mm	2921.61 m	3505.93 m^3
Zanja de media tensión	1200.0 x 2000.0 mm	852.71 m	2046.51 m^3

II.2.6.4. Battery Energy Storage System

Aparte de la planta FV, se ha definido un sistema de baterías con acople en alterna, para el cual se ha reservado un área en la planta. Este sistema de baterías incluye un conjunto de 72 contenedores de baterías y 8 centros de transformación con una potencia aparente total de 55.0 MVA y una potencia nominal total de 55.0 MW con un factor de potencia de 1.000 y una energía instalada de 361.1 MWh, resultando en una capacidad de almacenamiento de 6.6 horas de descarga.

II.3. Etapa de Selección del Sitio

Es fundamental mencionar que la selección del sitio donde se desarrollará el proyecto, se fundamentó en los aspectos que incluyen los criterios ambientales, económicos, sociales y técnicos que a continuación se especifican:

Ambientales:

1. El uso de suelo presente en el sitio del proyecto corresponde a áreas de agricultura de temporal, sin la vegetación original ni vegetación forestal.
2. La topografía del terreno facilitará la integración del proyecto al paisaje actual.
3. Dada la ausencia de corrientes de agua superficiales en el área de establecimiento del proyecto, no se afectarán cauces ni se contaminarán ningún cuerpo de agua.
4. Los efectos sobre el ambiente serán mínimos y temporales (solo durante la preparación del sitio y la construcción), en comparación con la generación de electricidad que utiliza combustibles fósiles.
5. Para llevar a cabo el acceso al proyecto se hará uso de las carreteras existentes, por lo que no será necesario llevar a cabo nueva apertura de caminos, únicamente se mejorarán los acceso con las características necesarias que garanticen en desplazamiento óptimo de la maquinaria y los vehículos durante todas las etapas de la vida útil del proyecto.
6. El área de establecimiento del proyecto, se encuentra fuera de áreas naturales protegidas (federales, municipales o estatales), regiones terrestres prioritarias y de áreas de importancia para la conservación de las aves.

Económicos:

1. La producción de energía eléctrica a través del uso de energías renovables como la radiación solar, representa para el Estado mexicano una vía para promover la eficiencia y sustentabilidad energética. En ese sentido, el proyecto contribuirá con el abastecimiento al mercado eléctrico nacional a precios competitivos.

2. La implementación del proyecto en un predio donde se practica agricultura de temporal, resulta un aliciente para que los propietarios de las tierras, complementen su ingreso primario con la renta de sus parcelas.
3. Derivado de la construcción del proyecto, la economía local se verá impulsada por el incremento en la demanda de servicios y bienes, los cuales serán adquiridos dentro de áreas inmediatas a este (agua potable, agua tratada, alimentos, transporte y disposición de residuos). Si bien el proyecto no causará desequilibrios ecológicos, tampoco interferirá con fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

Sociales:

1. Se espera que la construcción del proyecto, represente una fuente de empleo alternativa, se sume a los motivos de retención poblacional por al menos el tiempo estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción.
2. El sector económico más importante en contribuir al producto interno bruto (PIB) estatal, es el de las actividades terciarias, mientras que las actividades económicas primarias como la agricultura representan tan solo el 6.3%. A nivel municipal, el grueso de la población se ocupa en actividades primarias, mientras que a nivel estatal el mayor porcentaje de la población ocupada laboralmente es sobre el sector económico terciario. Se espera que, dentro de los beneficios socioeconómicos derivados de la construcción del proyecto, la derrama económica que generará el proyecto por el consumo de alimentos y obtención de servicios básicos dentro de las áreas inmediatas a éste, favorezca los sectores económicos menos activos en el municipio. Cabe mencionar que el proyecto no interferirá con fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

Técnicos:

1. El área de establecimiento del proyecto es un área dedicada a la agricultura de temporal, por lo que se encuentra libre de infraestructura o instalaciones que pudieran interferir en la implementación del proyecto.
2. El punto de entrega de la totalidad de energía se llevará a cabo en la Subestación, donde será entregada al Sistema Eléctrico Nacional.

II.4. Etapa de Preparación del sitio y construcción

Previamente en este capítulo se describieron los componentes del proyecto, tanto los primarios como los secundarios, de igual forma fueron consideras las obras de carácter temporal. Ahora se describe el proceso de preparación del sitio y construcción de los mismos.

- **Cercado perimetral:** El área de establecimiento del proyecto se delimitará mediante una valla, construida a base de postes y malla metálica de acero galvanizado. La cerca tendrá accesos controlados para regular el ingreso de personas al área .

- **Sondeos:** Para conocer las propiedades físicas de los materiales y las características del suelo se realizarán sondeos en el SP utilizando la metodología más adecuada propuesta por el especialista.

- **Trazo:** Es el conjunto de trabajos necesarios para replantear en el campo los puntos característicos del proyecto. Este marcaje se señalizará con estacas o algún otro elemento distintivo, esto con el objetivo de no sobrepasar los límites del área del proyecto.

- **Desbroce, limpieza y tala (desmonte)**: Este trabajo se realizará con el fin de liberar de vegetación y desechos dentro del SP. Se tomarán las medidas necesarias para mitigar la afección a la fauna local de la zona. Se llevará a cabo la remoción de vegetación existente, se realizará por medios mecánicos y comprenderá la totalidad de la superficie destinada al proyecto, la vegetación será picada, triturada y posteriormente se dispondrá el material triturado en áreas cercanas donde se determine que podrá ayudar a enriquecer el suelo.

- **Excavación de escarpe (despalme y nivelación del terreno):** El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Se prevé la retirada de la capa

vegetal incluyendo en esta partida el despalme de todo tipo de vegetación y la retirada de cualquier elemento existente en la plataforma de trabajo. Durante la ejecución de estas actividades se provocará su desecación y posterior nivelación. El material extraído será acopiado en áreas cercanas para su posterior uso dentro del SP o su uso en áreas que lo requieran (Figura II.17).



Figura II.17 Movimiento de tierras

- **Adecuación de obras temporales**: se llevará a cabo la adecuación de pareas para el material retirado, adecuación para áreas de estacionamiento, construcción de almacenes temporales, así como adecuación de áreas de comedor y cocina, oficinas y la construcción de acceso a la obra
- **Escarificado y compactación del terreno:** Consistirá en la disgregación superficial del terreno, hasta conseguir su disgregación para su posterior compactación, para obtener una superficie homogénea de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra
- **Nivelación topográfica:** Es el conjunto de trabajos necesarios para determinar en el campo las elevaciones de todos los puntos característicos replanteados y de los puntos singulares que caractericen cambios en la pendiente del terreno. Si bien el terreno donde se pretende establecer el proyecto es plano, se identificaron áreas con pequeños cambios topográficos, los cuales serán abordados en el capítulo IV de esta MIA-R.
- **Excavación:** Para los caminos, inversores o subestaciones, las cepas o zanjas para acometida de cables que se efectúan para formar la sección de desplante de acuerdo con las dimensiones del proyecto y a su ingeniería de detalle.

- **Formación y compactación de terraplenes:** Consiste en el suministro, colocación y compactación de material, procedente de la excavación o de bancos de materiales autorizados en la materia, la promovente no pretende la apertura de bancos.
- **Cimentación:** La cimentación de los fustes de soporte de los módulos fotovoltaicos, el edificio de control, arquetas, bloques de potencia, cuadros eléctricos, báculos, sistema de seguridad, estaciones meteorológicas y las subestaciones de elevación, se realizará de acuerdo al requerimiento específico de cada componente, siendo necesario que la cimentación garantice su estabilidad y buen funcionamiento.

Para la cimentación de los fustes que soportarán los paneles fotovoltaicos, el proceso consistirá en instalar los elementos metálicos de soporte mediante hincado de fustes, que después el espacio excedente se rellena con concreto; para las estaciones meteorológicas se llevará a cabo una cimentación de losa de concreto. En el caso de las subestaciones el diseño de la cimentación se realizará en apego a lo establecido en la especificación CFEDCCSET01 Construcción de Subestaciones de Transmisión, considerando adicionalmente las recomendaciones y resultados del estudio geotécnico del sitio donde se localizará la obra, las cimentaciones deben ser de concreto armado y ser diseñadas con base en el reglamento de diseño de estructuras de concreto reforzado ACI-318.

- **Construcción de la subestación de elevación**. Una vez concluida la cimentación mencionada en el párrafo anterior, se procederá a la construcción de dichos componentes los cuales estarán construidos con estructura de concreto y revestidas de block hueco. También se llevarán a cabo actividades de obra civil como la construcción del edificio de control, construcción de sistema de drenaje (en caso de requerirse) o de lo contrario si fuera superficial se harán canales y cunetas de salidas de agua y construcción de pisos terminados. Para el manejo de las aguas residuales generadas en edificio de control, como se mencionó con anterioridad, se llevará a cabo la construcción de una fosa séptica. En cuanto a actividades de montaje electromecánico se llevarán a cabo actividades como montaje de estructura mayor y mejor, tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda, montaje de equipo primario, montaje de tableros PCYM, tableros de servicios propios y tableros de comunicación en cuarto de control, en el mismo que se llevará a cabo montaje de bandejas, banco de baterías y cargadores. También se llevará a cabo el tendido y conectado de dables de control y protección y fuerza, así como instalación del sistema de alumbrado exterior.

- **Montaje de estructuras:** Una vez concluida la instalación de fustes y de los trackers en su totalidad, se colocan los paneles solares, que se sujetaran mediante grapas a esas estructuras. También se llevará a cabo la instalación y conexión a cuadros.

- **Adecuación accesos:** Como se mencionó con anterioridad, el camino de acceso será la Carretera Federal Libre Mazapa-Popocatla y su ramal a Alpotzonga, desde la cual se establecerán puntos de acceso a cada una de las 2 secciones que integran el total del sitio del proyecto. El proceso de trabajo, consistirá en ejecutar trazo y nivelación del área, después se colocará el material de su base y base. Para la construcción de los accesos y caminos interiores se utilizará material procedente de bancos de préstamo cercanos al SP.

- **Habilitación de caminos internos:** Separando las hileras de módulos fotovoltaicos, se prevé la construcción de caminos internos mismos que tendrá una superficie aproximada de 6.965 ha, con una longitud aproximada de 9.95 km, dichos caminos tendrán un ancho total de 7 m, teniendo 5 metros de ancho de corona y 2 m para la colocación de cunetas sin revestimiento. Como parte de la conformación de los caminos, se agregará una capa compactada obtenida a base de zahorra, con una capa inferior compuesta de material seleccionado. El diseño podrá variar en función de las características del suelo.

- **Construcción de zanjas:** Los conductores de media tensión se tenderán en zanjas junto con la fibra óptica y conductor de tierra. También se llevará a cabo el tendido y conexionado de cables de Baja Tensión AC y DC, cable de comunicaciones. Siempre que sea posible las zanjas discurrirán de forma paralela a los caminos internos. La mayor parte de los cables serán tendidos “directamente enterrados”. En algunos casos, como cruces de camino, los conductores se tenderán en tubo de PVC o PE, los cuales a su vez irán embebidos en un encofrado de concreto. Las dimensiones de las zanjas dependerán del número de circuitos que alberguen (Figura II.18).



Figura II.18 Ejemplo de zanjas para alojar el cableado

II.4.1. Línea de Transmisión.

Se llevará a cabo la interconexión del Antares Solar con la subestación San Martín Potencia de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) mediante una subestación de elevación, aumentando la tensión de 34.5 KV a 115 KV, posibilitando así la evacuación de toda la energía generada.

La línea de transmisión eléctrica será de aproximadamente 4,213 m hacia la subestación de la CFE en San Martín Texmelucan. Con base en la Especificación CFE L1000-10 y el tipo de estructura empleada para construir la línea de transmisión (postes troncónicos de lindero) y el hecho de que va por terreno plano, se considera un derecho de vía de 10 m para la línea de 115 KV.

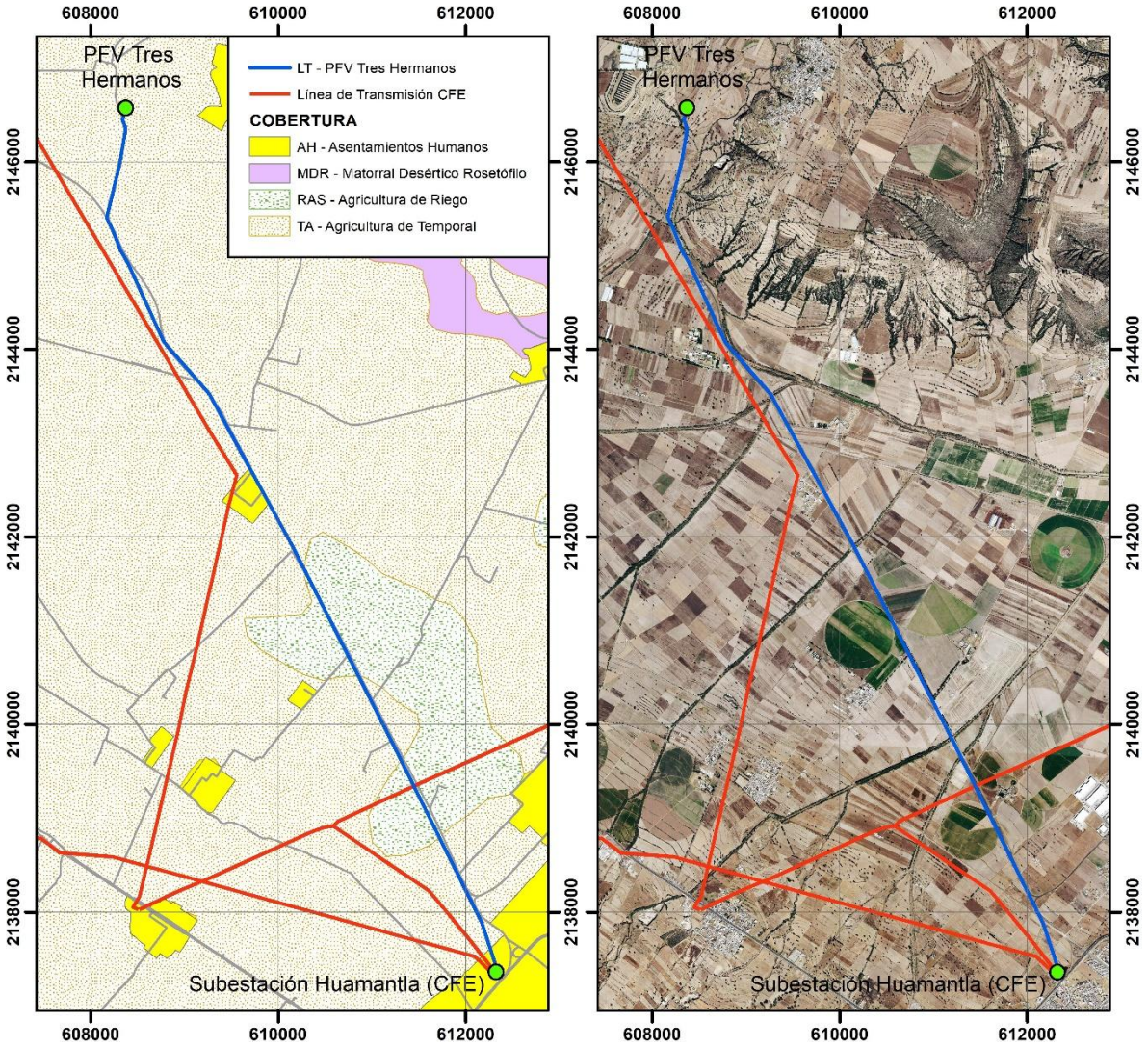


Figura II.19. Trazo de línea de transmisión del proyecto Antares Solar.

Figura II.20. subestación San Martín Potencia de la CFE, en San Martín Texmelucan.

Figura II.21. Subestación San Martín Potencia de la CFE, donde llegará la línea de transmisión.

- **Sistema de tierras:** La puesta a tierra consistirá en un cable de tierra de cobre desnudo a modo de electrodo, donde se irán interconectando los inversores se llevará a cabo a instalación de malla para el sistema de tierras.
- **Tendido y tensionado del cable de guarda:** Consiste en colocar el cable y posteriormente tensionarlo para dejarlo a una altura determinada del suelo, así como la colocación de los herrajes y adaptaciones necesarias en los extremos superiores de las estructuras.
- **Tendido y tensionado del cable conductor:** Colocación definitiva de los herrajes de sujeción correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores, la instalación de separadores y amortiguadores cuando se indiquen y la instalación de los empalmes de tramos de cable conductor y la instalación de puentes y remates en las estructuras que lo requieran.

II.4.2. Pruebas y puesta en servicio

Esta actividad se realiza en dos fases, la primera es ejecutada por nuestro equipo de supervisión de construcción Y la segunda parte es llevada a cabo por el departamento de la puesta en servicio. Después que el equipo supervisión de construcción termina con las pruebas pre-operativas de todos los equipos de forma individual, este último pasa a ser responsabilidad del personal de puesta en marcha, quien será el encargado de realizar la integración funcional de todo el equipamiento de las obras. En este sentido, a continuación, se indican las verificaciones que realiza el equipo de puesta en marcha para todos los equipos primarios:

- Verificación del cableado interno de acuerdo al código de colores, calibre, clase de conductor utilizado y listado de cables.

- Verificación del cableado interno de acuerdo a diagramas esquemáticos y trifilares.
- Verificación de conexión de equipos y cuadros eléctricos a la barra de tierras.
- Verificación de las conexiones de señales analógicas (TI's y TT's)
- Verificación del conexionado de malla del cable de control (TI's y TT's)
- Verificación de terminales a comprensión y etiquetado en todos los cuadros de AC y DC.
- Verificación de alimentaciones de cc a los equipos.
- Pares de apriete en componentes mecánicos.
- Verificación de montaje de equipos.
- Verificación eléctrica de strings, cuadros CC y cuadros AC
- Comprobación de orientación e inclinación de los paneles.
- Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de los siguientes equipos:
    - Inversores de las Subcentrales
    - Módulos fotovoltaicos.
    - Cuadros y Cajas de conexión, cableado, etc.
    - Transformadores de las Subcentrales y SS.AA
    - Celdas de MT y Centros de transformación y protección MT.
    - Seguidor solar a 1 eje horizontal.
    - Las conexiones internas y las interconexiones con instalaciones externas.
    - Contadores de Energía principal de Planta y SS.AA.
    - Estación meteorológica y sistema de monitorización.
    - Sistema de Iluminación, Contra Incendio, Aire Acondicionado y Ventilación.
    - Sistema de Seguridad de la Planta.
    - Instrumentos y dispositivos de monitorización y/o control.
    - Estación meteorológica, con sus certificados de calibración, emitidos para la configuración instalada.
    - Dispositivos de seguridad.
    - Pruebas funcionales de los esquemas de protección.

II.4.3. Personal Requerido

Para llevar a cabo la ejecución de los procesos constructivos de cada uno de los componentes del proyecto se contempla llevar a cabo la contratación de mano de obra, misma que estará dividida entre trabajadores locales, profesionales del área eléctrica y civil, personal propio y contratistas.

La contratación se realizará de acuerdo con la dotación de personal disponible dentro del estado de Tlaxcala, dándoles prioridad a los eventuales trabajadores que residen en el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros o localidades aledañas (Tabla II.21).

Tabla II.21 Estimación de personal a contratar

Características y tipo de personal		
Etapa de construcción y preparación del sitio	Etapa de operación y mantenimiento	Etapa de desmantelamiento
El máximo de personal que se contempla es aproximadamente de 500 personas, esto de manera temporal	15 personas empleadas para actividades de mantenimiento y monitoreo del Proyecto. Esta cifra podrá variar en función de los requerimientos de la etapa de operación y mantenimiento. Además de personal de vigilancia.	No definida.

Respecto al equipo previsto a utilizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción se tiene contemplado utilizar diversos tipos de maquinaria operando un aproximado de 10 horas por día cada uno (Tabla II.22).

Tabla II.22 Estimación de la maquinaria a utilizar para la ejecución del proyecto

Etapa del proyecto	Equipo	Horas por día
Preparación del sitio	2 motoniveladoras	10
	1 tractor raspador	10
	5 retroexcavadoras	10
	2 compactadoras	10
Construcción (instalación estructural)	6 hincadores de postes (montado en minicargador o similar)	10
	3 perforadoras	10
	3 grúas horquilla todoterreno	10
	6 minicargadores / bobcat o similar	10
Construcción (instalación eléctrica)	3 zanjadoras	10
	6 minicargadores	10
	1 camión grúa	10
Construcción (subestaciones)	1 camión grúa telescópica	10
	2 excavadoras	10
	1 compactadora	10
Construcción (línea de transmisión)	1 camión grúa telescópica	10
	2 retroexcavadoras	10
	1 motoniveladora	10

II.5. Etapa de Operación y mantenimiento

II.5.1. Operación.

Durante la etapa operativa se captará la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico debido a la incidencia de la radiación solar sobre los paneles fotovoltaicos.
La producción de electricidad dependerá de las condiciones meteorológicas existentes en cada momento, principalmente de la insolación. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica.

Una vez que se obtiene la energía eléctrica en corriente continua[I] por los módulos fotovoltaicos, será conducida a una plataforma de potencia, la cual albergará los inversores que serán los encargados de transformar la energía eléctrica de corriente continua en corriente alterna[II]. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores, discurrirá a través de tubos anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se encuentran por toda la planta fotovoltaica.

Se entregará la totalidad de energía generada a la subestación de elevación, donde se adecuará la tensión mediante un transformador trifásico, finalmente la energía será entregada a la subestación de la CFE San Martín Potencia.

Durante toda la etapa de operación, el funcionamiento de los equipos en general será supervisado por el edificio de control, el cual recibirá la información de los distintos sistemas de la instalación.

En lo que respecta al mantenimiento, se agrupara en diversos tipos: mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y actividades de mantenimiento extraordinario.

I Corriente continua: Es el tipo de corriente que fluye constante en una dirección

II Corriente alterna: Es el tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos.

II.5.2. Mantenimiento preventivo

El Mantenimiento Preventivo de una planta fotovoltaica comprende aquellas actuaciones e inspecciones cuyo objetivo es evitar y detectar posibles fallos en los equipos que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas. El mantenimiento preventivo debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable.

El Plan de Mantenimiento de la planta será el documento base a utilizar por parte del Operador en las labores de O&M. El mantenimiento preventivo deberá llevarse a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones de la planta fotovoltaica ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. Concretamente, siempre que sea posible, se programará el mantenimiento que afecte a la producción fuera de la jornada de mayor recurso solar, para niveles de radiación bajos (al inicio o al final del día).

Dentro de los trabajos a realizar, se engloban a modo enunciativo las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables a la planta fotovoltaica, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.
- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.
- Cumplimentación de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías. Mantenimiento y calibración de la Estación Meteorológica.
- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la planta.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Recogida de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión, así como el desbroce de parcelas en la medida en que sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección de la planta fotovoltaica.
- Mantenimiento de las Power Stations y centro de control de la instalación.
- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen la planta fotovoltaica.

Se establecerá la frecuencia de las tareas descritas, a modo de ejemplo se muestra la periodicidad y el nivel de actividad aplicable a las tareas descritas anteriormente y en función del elemento a mantener.

II.5.2.1. Actividades semestrales

- Inspección visual de la planta.
- Campo generador.
    - Inspección visual de los módulos fotovoltaicos
    - Limpieza de los módulos fotovoltaicos acorde a las recomendaciones de los fabricantes
- Revisión general de Inversores
    - Cambio o limpieza de filtros
    - Revisión de fuente de alimentación
- Revisión de estructuras y cimentaciones
    - Inspección visual de la estructura de la bancada de módulos
    - Anclajes y fijaciones de módulos a estructura
    - Revisión y engrase de los elementos mecánicos del seguidor
- Inspección general de las cajas de conexión de:
    - Series y paralelos
    - Entrada de inversores
    - Salida de inversores
    - Servicios auxiliares
- En todos los casos con el siguiente alcance:
    - Inspección de fusibles
    - Revisión y prueba de protecciones
    - Revisión de la puesta a tierra
- Equipos de baja tensión y cables DC:
    - Comprobación de estado de cables DC.
    - Inspección de protecciones
    - Comprobación componentes, interruptores y armarios BT
- Sistema de monitorización, estaciones meteorológicas, sistema de seguridad.
    - Inspección visual de las estaciones meteorológicas.
    - Inspección visual del sistema de monitorización (Scada) y sus elementos.
    - Inspección visual del sistema de vigilancia y seguridad
    - Inspección visual equipos de medida
    - Inspección visual del sistema de gestión de avisos.
- Transformadores, celdas, cableado AC:
    - Inspección visual de los transformadores
    - Inspección visual cableado AC.
    - Inspección visual UPS.
    - Inspección de armario de protecciones.
    - Inspección visual y comprobación de los interruptores.
- Eliminación manual de la vegetación que suponga un riesgo funcional o de seguridad
- Valla perimetral, centros, obra civil:

- Inspección visual y limpieza de los centros
- Inspección visual del vallado perimetral, puertas y cerraduras.
- Inspección visual de estado de caminos, cunetas, drenajes, arquetas.

II.5.2.2. Actividades Anuales

- Mantenimiento Preventivo de las protecciones eléctricas.
- Mantenimiento Preventivo de los equipos electrónicos: inversores, de acuerdo con las recomendaciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.
- Mantenimiento Preventivo de instalaciones eléctricas: cuadros de protección y distribución (transformadores, celdas, protecciones, cuadros de medida, cuadros de protección cc/ca, etc.).
  - Comprobación de niveles de aceite (si procede)
  - Prueba de seguridad, protecciones y fusibles
  - Condiciones ambientales de equipos y alojamientos
- Mantenimiento Preventivo de Servicios Auxiliares (iluminación, ventilación/extracción, etc.).
- Mantenimiento Preventivo y pruebas de funcionamiento de los sistemas de supervisión/monitorización, comunicaciones, generación de avisos, vigilancia y seguridad.
- Mantenimiento Preventivo de las Instalaciones de Conexión.
- Calibración de piranómetros y demás elementos de las estaciones meteorológicas.
- Mantenimiento de la Subestación.
- Cualquier otro mantenimiento que requiera la legislación vigente.
- Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas.

Dentro del mantenimiento preventivo se incluirá la limpieza de módulos, que incluirán

- Sistemas con o sin rozamiento
- Sistemas con o sin agua
- Sistemas manuales o mecánicos

II.5.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo incluye todas las técnicas destinadas a pronosticar el fallo de un equipo, de tal forma que el componente afectado pueda reemplazarse o repararse de forma planificada antes de que falle. De esta manera, la disponibilidad y el tiempo de vida de los equipos se maximiza. Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

- Inspecciones termográficas:
- Módulos.
- Conexiones de baja tensión y media tensión.
- Seguidores.

- Inversores.
- Transformadores.
- Análisis de curvas I-V de los strings de módulos fotovoltaicos.
- Análisis de parámetros de producción.
- Temperatura.
- Orientaciones.
- Tensión.
- Corrientes.
- Etc.

II.5.4. Mantenimiento correctivo

En caso de que se produzca un fallo o avería en la planta, el equipo de mantenimiento realizará las acciones necesarias para corregir la avería y cambiar las piezas defectuosas, de tal modo que la planta vuelva a funcionar correctamente en el menor tiempo posible. Dentro del alcance de los servicios de mantenimiento correctivo podrá incluirse:

- El análisis del fallo, mano de obra y material asociado a la acción correctiva y la elaboración de un presupuesto que incluya los materiales necesarios para la reparación o sustitución del equipo dañado.
- La retirada de los equipos o componentes defectuosos, así como su reacondicionamiento (exceptuando los módulos, los cuáles se reemplazarán por uno nuevo) y puesta en marcha.
- El transporte de los repuestos correspondientes desde el almacén de la planta y el montaje de los mismos.
- El acopio de repuestos idénticos a los utilizados en el almacén de la planta

A modo de ejemplo, las tareas correctivas más usuales son:

- Reemplazo de módulos.
- Reparación o reemplazo de las estructuras de bancadas de módulos.
- Sustitución de cableado DC.
- Reparación o sustitución de elementos de las cajas de control de string o conexiones DC.
- Reparación o sustitución de elementos de los inversores fotovoltaicos.
- Sustitución de cables AC.
- Reparación o sustitución de contadores o elementos de medida.
- Reparación de vallado perimetral.
- Pequeñas reparaciones de caminos o cunetas.
- Sustitución de sensores en las torres meteorológicas.

Destacar que la sustitución masiva derivada de un evento no cubierto por garantías o causa de fuerza mayor, no debe considerarse dentro del alcance del mantenimiento correctivo. Tales eventos serán ejecutados a través de actividades de mantenimiento extraordinario como servicios adicionales.

II.5.5. Actividades de mantenimiento extraordinario

Los trabajos o actividades no incluidos en el alcance especificado anteriormente se deberán considerar como actividades de mantenimiento extraordinarias, y deberán ser presupuestados por separado. Algunos ejemplos de actividades de mantenimiento extraordinarias:

- Reformas o modificaciones que supongan un cambio sustancial en la planta fotovoltaica, en comparación con el proyecto original.
- Sustitución o reparación de los equipos debido a robo o por averías por causas de fuerza mayor.
- Gestión de residuos generados en los trabajos incluidos en el alcance del servicio, a través de los organismos o empresas autorizados.
- Predicción de la producción.
- Flash test.
- Servicios de seguridad.
- Formación.
- Extensión de garantía de seguidores.
- LTSA de inversores.

II.5.6. Medidas de urgente aplicación

La maquinaria y vehículos que no cumplan con el mantenimiento y en su caso, verificación respectivos, no podrán operar hasta que este se realice. En tanto que, en el caso de residuos, de ser necesario se colocarán contenedores adicionales si los presentes no cubren las necesidades, se corregirán fallas en los contenedores que pudieran estar permitiendo la salida de lixiviados y de existir contaminación del suelo no atendida oportunamente, se deberá contratar el servicio especializado para buscar las mejores soluciones de remediación.

II.6. Residuos

A lo largo de las diversas etapas del proyecto, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse en cada una de ellas.

En las diferentes fases que involucra la implementación del proyecto, se prevé la generación de residuos; los cuales, de carecer de un manejo adecuado podrían ocasionar afectaciones e impactos al ambiente, alteraciones a la calidad de aire, agua, suelo, paisaje; así como afectaciones a la vegetación y a la fauna.

A fin de evitar o minimizar las potenciales afectaciones que la generación de residuos podría ocasionar, se prevé la aplicación de medidas que prevengan o minimicen los impactos, mediante el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los residuos peligrosos.

II.7. Generación de gases efecto invernadero

II.7.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

A lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán emisiones a la atmosfera, principalmente emisiones de ruido y gases de combustión, esto debido al uso de maquinaria, equipos y circulación de vehículos dentro del proyecto.

Se ha estimado que las principales contaminantes provenientes de gases de combustión a generar en el proyecto serán CO_2, COV, NOx y SOx, provenientes del uso de vehículos, es por eso que se considera llevar a cabo mantenimiento preventivo con el fin de que cumplan con lo establecido den las normas NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-167-SEMARNAT-2017 donde se establecen los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, óxidos de nitrógeno, partículas, opacidad de humo provenientes del escape de motores diésel y monóxido de carbono.

Se llevará a cabo el mantenimiento a maquinaria y equipo a utilizar, esto con el fin de minimizar las emisiones de ruido y evitar que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-004-STPS-1999 y

para evitar posibles contaminaciones al suelo, este mantenimiento se realizará en talleres externos al predio.

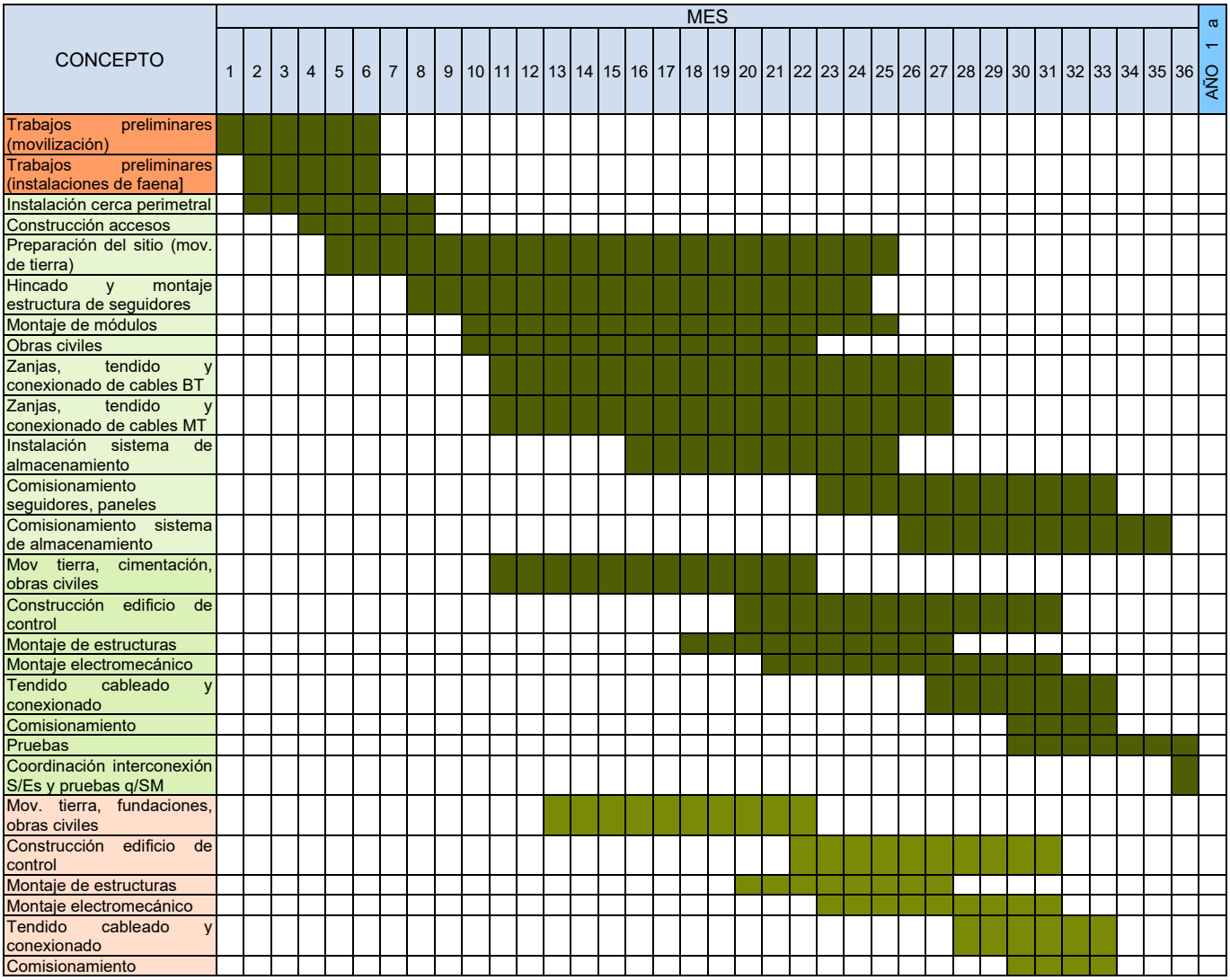
Se solicitará a las compañías subcontratistas que manejen vehículos y maquinaria de construcción, contar con un programa de mantenimiento preventivo y de verificación de éstos, cumpliendo con la normatividad pertinente a fin de reducir las emisiones.

II.8. Programa General de Trabajo.

La construcción de las edificaciones y la instalación de servicios para infraestructura se realizarán en un plazo de aproximadamente 36 meses, en los que se concluirán todas las obras necesarias, incluyendo los módulos fotovoltaicos, subestaciones eléctricas y la línea de transmisión.

La operación se realizará por un plazo de al menos 30 años y el mantenimiento a las instalaciones se dará de forma periódica durante toda la vida útil de las instalaciones. La construcción iniciará hasta que se tengan todos los permisos y autorizaciones por parte de las diversas autoridades.

Tabla II.23. Programa de trabajo del proyecto para el Antares Solar.



CONCEPTO	MES																																	AÑO 1 a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Pruebas y recepción CFE; Puesta en Marcha																																					
Coordinación interconexión y pruebas con 5TN																																					
Obras civiles y montaje																																					
Trabajos preparación de zona intervención																																					
Intervención seccionamiento LAT 400KV																																					
Operación																																					
Mantenimiento																																					

	Trabajos preliminares
	Sistema fotovoltaico
	Subestación de elevación
	Subestación de maniobras
	Línea de transmisión

II.9. Etapa de Abandono del sitio.

No existen planes para abandonar el sitio, ya que una vez construido, la planta fotovoltaica tendrá una vida útil que se estima en 30 años a partir del inicio de operación. Sin embargo, la vida útil del principal elemento generador es superior a 30 años, por lo que es posible continuar la operación por más tiempo. Esto estará en función del mantenimiento que reciban las instalaciones y de las tendencias de crecimiento la demanda de energía eléctrica.

Una vez superada la vida útil de los paneles, se tiene como alternativas:

- **Alternativa principal.** Sustituir los elementos principales del proyecto por unos nuevos y continuar con la operación de la PFS durante un periodo de tiempo similar al original, aprovechando las infraestructuras del proyecto inicial, siempre y cuando la situación económica lo permita.
- **Alternativa secundaria.** En caso de resultar inviable la continuidad de la operación de la planta fotovoltaica, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones, dejando el sitio en óptimas condiciones.

En este sentido, en su momento se presentaría una propuesta de ejecución de la etapa de cierre y abandono que incluya el desmantelamiento de toda la infraestructura después de la etapa de operación, proporcionando una directriz para regresar, en la medida de lo

posible, a las condiciones iniciales en las que se encontraba el sitio antes de la construcción del proyecto, es decir, regresar a un uso agrícola o de otro aprovechamiento sustentable.

II.10. Planes de desarrollo a futuro.

En este momento no existen planes para la ampliación de la planta fotovoltaica ni para la construcción de nueva infraestructura. Sin embargo, en el futuro se contempla, según las condiciones del mercado, ampliar la PFS. Para esto se buscaría arrendar terrenos de los ejidos colindantes o terrenos privados, donde todo el terreno es también de uso agrícola. En este caso la ampliación será posible si los ejidatarios están de acuerdo y las condiciones de arrendamiento resultan aceptables para todas las partes

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Mayo de 2026

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

En este capítulo se realiza un ejercicio detallado de vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y jurídicos aplicables en materia ambiental; el objetivo de ello, es analizar la forma como el proyecto se vincula con las disposiciones y lineamientos que tales ordenamientos establecen, lo que equivale a poner en evidencia la justificación jurídica de la iniciativa que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente.

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

La premisa bajo la cual se desarrolló este ejercicio se sustenta en la definición de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) que hace el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En ella, le asigna un carácter de procedimiento a través del cual la autoridad ambiental competente dispone del fundamento para fijar condiciones a un proyecto, cuando éste pueda causar desequilibrios en el ambiente o rebasar los límites que establecen las disposiciones ambientales.

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

Se entiende como instrumentos de planeación jurídicamente vinculantes, a aquellos que tienen connotaciones francamente ambientales en sus lineamientos y disposiciones, y son los que se muestran en la Figura III.1.



Figura III.1. Pirámide de la normatividad analizada para el proyecto

Se anticipa que esta iniciativa de inversión dará cumplimiento con lo dispuesto por la legislación ambiental vigente y aplicable al caso, de manera que el proyecto asume un proceso de planificación dirigido hacia un esquema de viabilidad ambiental y de sustentabilidad.

III.1. Análisis de Convenios y Tratados Internacionales.

Con relación a los tratados celebrados por México, debe entenderse cualquier "acuerdo internacional celebrado por escrito entre Estados y regido por el derecho internacional, que conste en un instrumento único o en dos o más instrumentos conexos y cualquiera que sea su denominación particular" (artículo 2, inciso a) tomado de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969); de igual forma, aquellos celebrados entre México y organizaciones internacionales. Lo anterior, siempre que se cumplan las formalidades que la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece.

Como resultado de la concientización de los problemas ambientales que nos afectan como seres humanos en un mundo globalizado, se han creado diversos instrumentos jurídicos y acuerdos bilaterales, regionales y multilaterales. En estos mecanismos, México a través de la SEMARNAT es un participante activo y ha logrado influir en la agenda internacional y

programas de cooperación económica, para responder de la manera más adecuada a las prioridades nacionales.

III.1.1. III.1.1 Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar)

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. En este sentido el presente proyecto no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR, siendo el más cercano la Presa de Atlangatepec, situada a más de 25 km al noreste del sitio del proyecto.

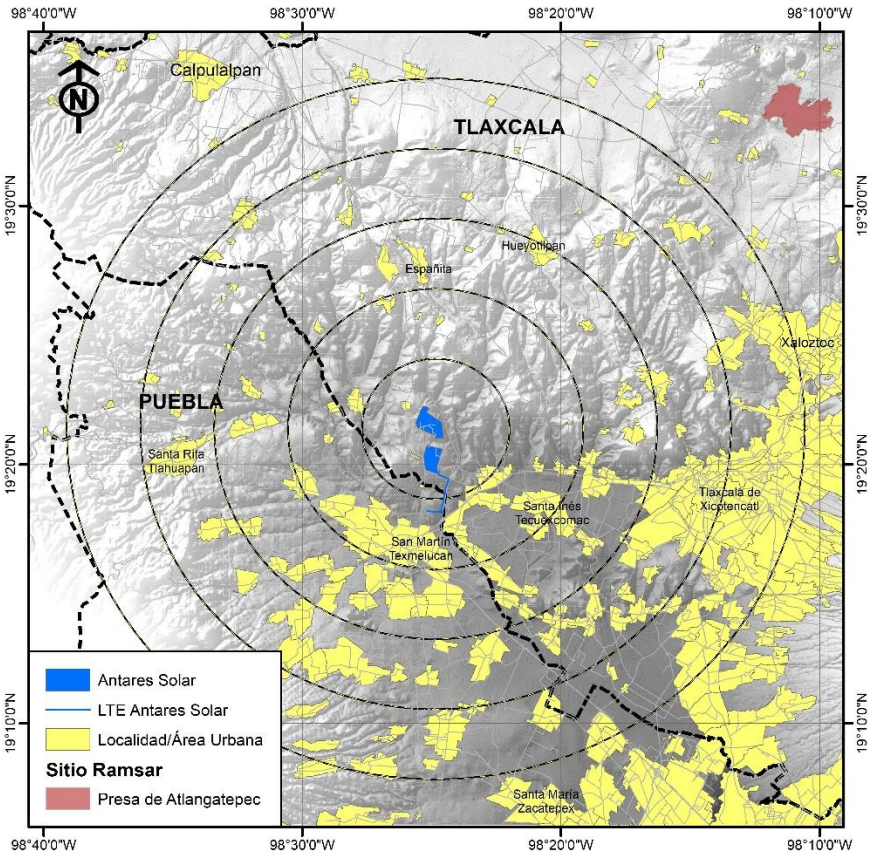


Figura III.2. Ubicación del Antares Solar respecto a sitios Ramsar.

III.1.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Suscrita el nueve de mayo de mil novecientos noventa y dos, iniciando su vigencia el veintiuno de marzo de mil novecientos noventa y cuatro, firmada por el Gobierno de México el trece de junio de mil novecientos noventa y dos y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores el tres de diciembre de mil novecientos noventa y dos; haciendo constar en el ámbito internacional su consentimiento en adquirir las obligaciones y lineamentos de dicho instrumento. Compromisos de elaboración, actualización periódica y publicación del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, así como la formulación, instrumentación, publicación y actualización de manera regular de programas nacionales, en su caso regionales, que contengan medidas para mitigar el cambio climático encaminadas a la mitigación de emisiones en las áreas energética y forestal, así como medidas para facilitar la correcta adaptación al cambio climático.

En consecuencia, de la suscripción de instrumentos de esta naturaleza y carácter obligatorio, México deberá contribuir al saneamiento del cambio climático. Un desarrollo trascendental en materia energética es la utilización de instrumentos tecnológicos de las energías limpias o renovables que captan la energía de carácter natural, siendo parte de las medidas más eficaces para contrarrestar el efecto invernadero. Esta aseveración en atención a que el sector eléctrico convencional es causante del veintinueve por ciento de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial. La implementación de proyectos como el que nos ocupa tiene su origen en instrumentos como el que se cita, por ser una fuente de energía eléctrica, derivada de la captación de energía solar, sin emisión de contaminantes o generación de residuos, contrario a los métodos convencionales causantes de los factores nocivos del planeta.

III.1.3. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Firmado el once de diciembre de mil novecientos noventa y siete, iniciando su vigencia el dieciséis de febrero de dos mil cinco. Posteriormente tuvo lugar la decimoctava Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático ratificando su segundo periodo de vigencia corriendo desde enero de dos mil trece hasta el mes de diciembre de dos mil veinte.

Este protocolo se crea con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento del planeta, siendo un instrumento para ejecutar las acciones acordadas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En ella se especifican como los principales causantes del efecto invernadero las emisiones de vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y ozono.

El Protocolo en cita logró que los gobiernos establecieran leyes y políticas para cumplir sus compromisos ambientales, dotar al medio ambiente como prioridad en las decisiones de inversión del sector privado entre otros.

Derivado de la suscripción del Protocolo y las medidas adoptadas en consecuencia, México ocupa 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. Destacando por su relevancia en el proyecto que nos atañe, a las energías renovables, siendo el aprovechamiento de la energía solar mediante plantas fotovoltaicas una energía renovable cuyo beneficio y aporte al medio ambiente es la nula emisión de contaminantes en comparación con las centrales térmicas, así como la omisión de generación de residuos como las generadas por los medios convencionales.

En este sentido, el proyecto ejecuta también lo establecido en la fracción I del artículo 2 de este Protocolo que indica la obligación de las partes para fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional que corresponda. Observando el desarrollo y aprovechamiento de nuevas formas no extractivas y renovables de energía. Encaminando la implementación de tecnologías de reciente creación y ecológicamente sustentables, como lo es el proceso fotovoltaico.

III.1.4. Agenda 2030

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión duradera los próximos 15 años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que

pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en vías de desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos externos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

En este sentido, el proyecto se alinea directamente con el objetivo 7 de esta Agenda 2030 la cual menciona "*La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial*".

> *"La energía sostenible es una oportunidad – que transforma vidas, economías y el planeta"*.

Bajo este contexto, el presente proyecto se trata de la construcción de una planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, por tal motivo el proyecto pertenece al grupo de energías limpias. Por otro lado, con la construcción de esta planta fotovoltaica se impulsará la economía en la zona, ya que se generarán empleos para las diversas etapas con las que cuenta este proyecto, apegándose así a este objetivo marcado en la Agenda 2030.

III.2. Marco constitucional

III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley fundamental a partir de la cual se establece el marco legal del país. En ella se establece la división de poderes con sus alcances, a la vez que garantiza derechos y libertades. La constitución se ha transformado a lo largo del tiempo por medio de diversas adiciones y reformas, siendo la última reforma la publicada en el Diario Oficial de la Federación del 10 de abril del 2026.

El proyecto no realiza ninguna actividad que contravenga los preceptos de este documento. El Artículo 2º se refiere a la composición pluricultural de la Nación y su sustento en los pueblos indígenas que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales,

económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. El proyecto no afectará a las comunidades indígenas.

Entre otras disposiciones, en la fracción IX de este artículo se establece la obligación de las distintas autoridades de consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los estatales y municipales y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen. El proyecto no se relaciona con el desarrollo de los planes mencionados.

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones señaladas en este apartado, la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, las legislaturas de las entidades federativas y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, establecerán las partidas específicas destinadas al cumplimiento de estas obligaciones en los presupuestos de egresos que aprueben, así como las formas y procedimientos para que las comunidades participen en el ejercicio y vigilancia de las mismas.

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.

Por otra parte, el Artículo 5º señala que a ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.

La Ley determinará en cada Estado, cuáles son las profesiones que necesitan título para su ejercicio, las condiciones que deban llenarse para obtenerlo y las autoridades que han de expedirlo.

En particular, la industria eléctrica en la CPEUM es considerada un área estratégica y de interés público, centrada en los artículos 25, 27 y 28. El Estado mexicano, a través de la CFE, mantiene la exclusividad en la planeación, control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y transmisión/distribución, garantizando la soberanía energética y suministro a precios accesible

Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción

de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas públicas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, y determinará las demás actividades que podrán realizar.

Asimismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece la Constitución.

A fin de contribuir al desarrollo y bienestar de las personas, grupos, comunidades y sectores sociales y económicos, las autoridades de todos los órdenes de gobierno deberán implementar políticas públicas de simplificación administrativa y digitalización de trámites y servicios, buenas prácticas regulatorias, desarrollo y fortalecimiento de capacidades tecnológicas públicas y los demás objetivos que establezca la ley nacional en la materia.

Nadie podrá ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento, salvo el trabajo impuesto como pena por la autoridad judicial, el cual se ajustará a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 123.

En cuanto a los servicios públicos, sólo podrán ser obligatorios, en los términos que establezcan las leyes respectivas, el de las armas y los jurados, así como el desempeño de los cargos concejiles y los de elección popular, directa o indirecta. Las funciones electorales y censales tendrán carácter obligatorio y gratuito, pero serán retribuidas aquéllas que se realicen profesionalmente en los términos de esta Constitución y las leyes correspondientes. Los servicios profesionales de índole social serán obligatorios y retribuidos en los términos de la ley y con las excepciones que ésta señale.

El Estado no puede permitir que se lleve a efecto ningún contrato, pacto o convenio que tenga por objeto el menoscabo, la pérdida o el irrevocable sacrificio de la libertad de la persona por cualquier causa.

Tampoco puede admitirse convenio en que la persona pacte su proscripción o destierro, o en que renuncie temporal o permanentemente a ejercer determinada profesión, industria o comercio.

El contrato de trabajo sólo obligará a prestar el servicio convenido por el tiempo que fije la ley, sin poder exceder de un año en perjuicio del trabajador, y no podrá extenderse, en ningún caso, a la renuncia, pérdida o menoscabo de cualquiera de los derechos políticos o civiles.

La falta de cumplimiento de dicho contrato, por lo que respecta al trabajador, sólo obligará a éste a la correspondiente responsabilidad civil, sin que en ningún caso pueda hacerse coacción sobre su persona.

III.3. Leyes y Reglamentos.

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Publicada en el DOF el veintiocho de enero de mil novecientos ochenta y ocho, registra su reforma más reciente el 16 de enero del 2026, la LGEEPA es reglamentaria del cuarto párrafo del artículo 4 y del artículo 25 de la CPEUM, es de observancia General y aborda los aspectos ambientales para su protección, así como la regulación del equilibrio ecológico. La gestión ambiental del proyecto implica, entre otras consideraciones, desarrollar el análisis de cómo la iniciativa del proyecto se ajusta a las disposiciones de la LGEEPA; el análisis vinculatorio que se desarrolla en las siguientes tablas:

Tabla III.1 Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Precepto legal	Vinculación
Artículo 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:* *II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; […]*	El proyecto consta de la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica cuyos detalles, componentes y alcances se detallan en el capítulo II de esta MIA-R. Por lo que se refiere a la significancia del artículo 28 de la LGEEPA, el proyecto es una infraestructura del sector eléctrico, por lo que, ajustando la iniciativa a la relevancia del precepto, se realiza esta MIA-R para solicitar a la autoridad federal competente, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) adscrita a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la autorización de dicho proyecto en materia de impacto ambiental; con lo anterior se está cumpliendo con el alcance de este artículo.
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 él 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. […]*	El proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a la consideración de la autoridad federal competente, la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) correspondiente al proyecto y, concebida ésta como "el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría un proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo". Ese alcance deviene de la definición que al respecto establece la fracción XXI del artículo 3 de la LGEEPA respecto a lo que debe entenderse por MIA-R. En consecuencia, el objetivo fundamental de ésta MIA-R que asegura la vinculación de esta disposición con el proyecto, es el de dar a conocer a la autoridad competente, el impacto ambiental significativo que pudiera generar el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo y, con esa orientación y alcances se integra esta Manifestación, lo cual es una evidencia del cumplimiento de la disposición que se analiza. En tal virtud la promovente, somete a evaluación la presente MIA-R que contiene una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que podrían ser impactados en el Capítulo V, teniendo en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman y que se exponen en el Capítulo IV, así como medidas de prevención, compensación y mitigación para reducir al mínimo los posibles impactos que se generen con la ejecución del proyecto lo cual se detalla en el Capítulo VI.
Artículo 35. *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere*	Si bien la disposición contenida en el Artículo 35 de la LGEEPA está dirigida a indicar a la autoridad que conduce el procedimiento de EIA, en términos de los dispuesto por el primer párrafo del Artículo 28 de la misma ley, en los elementos sustantivos de su trabajo de valoración, la empresa promovente consideró trascendente evidenciar en este apartado cómo satisface el proyecto los rubros sustantivos que la

Precepto legal	Vinculación
el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.	autoridad deberá identificar en los capítulos correspondientes de esta MIA-R. Si bien es de subrayar que el proyecto se ajusta a las formalidades previstas en la LGEEPA desde el momento mismo en que, con apego en el artículo 28 fracción II de este ordenamiento se asume sin restricciones que el objetivo medular del proyecto está basado en actividades que están sujetas a obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental de parte de la SEMARNAT; en el mismo contexto, en el análisis que se desarrolla a lo largo de este capítulo se ofrece la evidencia de cómo el proyecto cumple con las disposiciones contenidas en los programas de desarrollo urbano, programas de ordenamiento ecológico del territorio, declaratorias de áreas naturales protegidas, normas oficiales mexicanas y demás dispositivos normativos aplicables. Demostrando a la autoridad, a través de este ejercicio de vinculación, la viabilidad para autorizar la realización del proyecto. Se han considerado todos los instrumentos y disposiciones jurídicas establecidas en el Art. 35, en los capítulos III, IV, V y VI de este documento, desarrollando el análisis y los estudios necesarios para plasmarlos y describirlos en los capítulos citados. El estudio considera al conjunto de factores que componen el ambiente y no solamente aquellos que serán directamente afectados, lo cual se evidencia al constatar que el tratamiento que se le da al ambiente hace posible abordarlo en sus diferentes subsistemas (abiótico, biótico y social), ampliando a su vez, en cada uno, sus diferentes elementos constitutivos hasta llegar al conjunto de factores básicos, lo cual se detalla con la amplitud y contenido necesario en el capítulo IV de la MIA-R. Se hace hincapié que el proyecto no contraviene a lo establecido en la LGEEPA, su reglamento, normas oficiales mexicanas aplicables ni con otras disposiciones, como se demuestra en el presente capitulo, en el que se abordan de manera vinculante estos dispositivos normativos y en el ejercicio de vinculación se demuestra a la autoridad la acción de cumplimiento con la norma, además de su relación con los capítulos de la presente MIA-R en los que se aborda con mayor precisión, la forma de cumplimiento. Por otro lado, analizando el alcance de la previsión del supuesto contenido en el inciso b) de la fracción III del artículo 35 de la LGEEPA es importante destacar que para que pudiera declararse la afectación que el proyecto podría ocasionar a cualquier especie con estatus de amenazada o en peligro de extinción, sus obras y actividades deberían incidir de manera negativa sobre la población que constituye a la especie afectando su potencial biótico hasta niveles que comprometan su continuidad; tal alcance es analizado en el capítulo IV de esta MIA, poniendo en evidencia que esta situación no tiene ninguna salvedad que pudiera conducir a que se registra dicha situación, esto es el proyecto no incidirá de manera

Precepto legal	Vinculación
	negativa sobre las áreas de distribución o sobre el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional, disminuyéndolas drásticamente y 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. Al respecto se destaca que, conforme a lo detallado en el capítulo IV de esta MIA-R, en ningún caso se destruirá drásticamente el hábitat, ni se efectuará ningún tipo de aprovechamiento de carácter comercial, por lo que no podrá propiciarse el surgimiento de efectos tales como la propagación de enfermedades o el incremento de flujos de depredación; todos estos rubros característicos de la situación que podría prevalecer para que se declarara a alguna especie ubicada en el AI o en el SP como especie en peligro de extinción; en este mismo sentido, no existe ninguna posibilidad que indique que la biodiversidad del AiP o del SP pudiera llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se mantuvieran operando los factores que pudieran incidir negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones, ya que ninguna de estas condiciones se identifican como atribuibles al desarrollo del proyecto. En adición, tampoco se prevé que se afecte a alguna de las especies potenciales para el AiP o en el SP ya que por afectar se entiende la introducción de alteraciones significativas en el hábitat de las poblaciones respectivas que desencadenen su abrupta o gradual e irreversible desaparición y esta situación no se identifica en ningún escenario del desarrollo del proyecto. De igual forma, de acuerdo con el análisis realizado en el capítulo V de esta MIA-R, los argumentos que ponen en evidencia que la afectación a individuos de las especies potenciales que tienen estatus de protección, no podrá provocar que una o más de éstas sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que se afecte a una de dichas especies, ya que si se considera que los vertebrados terrestres (reptiles y mamíferos) pudieran ser los grupos más susceptibles para recibir potencialmente efectos negativos del proyecto, particularmente durante su construcción, se pone en evidencia que sus poblaciones se encuentran concentradas en áreas fuera del SP, y que los individuos que ingresan a este espacio geográfico representan una fracción no significativa de tales poblaciones; consecuentemente la afectación probable que pudieran recibir dichos individuos no es significativa, en el contexto del tamaño de sus poblaciones; no obstante debe considerarse que habrán de asumirse medidas preventivas orientadas a minimizar esos efectos negativos sobre individuos de dichas especies, para reducir la intensidad del impacto potencial. Por último, relativo a la veracidad de la información que se proporciona respecto a los impactos

Precepto legal	Vinculación
	ambientales del proyecto que se somete a consideración de la autoridad con esta MIA-R, según lo previene el inciso c) de la fracción III del Artículo 35 de la LGEEPA, además de que el responsable técnico de la MIA-R suscribe la declaración correspondiente bajo protesta de decir verdad, en la medida de lo posible, cuando no se acude a las transcripciones que soporten las metodologías, técnicas o experiencias que aborden rubros relacionados con el tema de que se trate, se ofrece copia de la publicación correspondiente, el objeto de ello es ofrecer a la autoridad la evidencia de que lo que se manifiesta en la identificación de los impactos correspondientes se ajusta a una realidad o se justifica con evidencias técnicas o científicas.

III.3.2. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RMEIA)

Publicado en el DOF el treinta de mayo del año dos mil, teniendo su última reforma el 31 de octubre del 2014. El RMEIA desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a la tramitación y resolución de la manifestación de impacto ambiental siendo el dispositivo normativo por excelencia para la realización del presente documento.

Tabla III.2 Vinculación del proyecto con el REIA

Precepto legal	Vinculación
Artículo 3 fracción IX. *Esta fracción define el concepto de impacto ambiental significativo en los siguientes términos:* *IX. impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*	La definición del concepto se asume como un elemento vinculante con el proyecto, toda vez que cuando la LGEEPA define lo que es una manifestación de impacto ambiental (fracción XXI del artículo 3º de la LGEEPA) alude a: "*un documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el* impacto ambiental significativo *y potencial que generará una obra o actividad*…"; en tal sentido, en el capítulo V de esta MIA-R se hace un análisis respecto a la identificación y, en su caso, la valoración de los impactos ambientales identificados, tendiente a determinar su significancia con base en los alcances que este mismo instrumento define, esto es, que los impactos identificados: • Resulten de la acción del hombre, • Provoquen alteraciones en los ecosistemas y en sus recursos naturales, o • Provoquen alteraciones en la salud (de las personas), • Obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, • Obstaculicen la continuidad de los procesos naturales.

Precepto legal	Vinculación
	Sobre la base de esta definición y a los alcances que semánticamente tiene cada uno de los supuestos antes listados, en el capítulo V de esta MIA-R se analiza y se determina que el proyecto no podría ocasionar impactos significativos, aunque, en un enfoque precautorio que el propio promovente aplicó durante la evaluación, es factible aseverar que existirán impactos destacables, es decir, con una grado alto de incidencia, pero sin alcanzar los niveles de los supuestos de significancia antes relacionados, por lo que se asume de manera voluntaria su atención. Con base en el resultado antes citado, de manera complementaria y de acuerdo con la metodología de evaluación del impacto ambiental aplicada en el capítulo V, la detectabilidad de los impactos fue acotada a conceptos que permitieron reconocer los valores más altos (por encima del umbral de valor preestablecido en cuanto a su índice de incidencia y de magnitud) desarrollados en el ejercicio, pormenorizadamente en el capítulo V de esta MIA-R.
Artículo 5. *Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.* *K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:* *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;* *II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;* *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y*	El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica con las características y superficies ya descritas en el capítulo II. En cumplimiento con lo dispuesto en este artículo y atendiendo a que el proyecto forma parte de la industria eléctrica en un sentido amplio, se somete a dictamen previo la presente MIA-R para obtener su aprobación en materia de impacto ambiental, con lo cual se satisface el alcance de la presente disposición. La naturaleza del proyecto, en términos del REIA, no se encuentra definida como tal (planta fotovoltaica), no obstante, su ejecución requiere la autorización previa de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, por esa razón se estructuró e integró esta MIA-R ya que ese es el procedimiento definido por el Artículo 30 de la LGEEPA.
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 información que contenga la Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del proyecto.* *La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.* *La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.*	Conforme al artículo referido, el presente documento conforma la MIA-R a que se refiere el precepto en análisis, en la modalidad que el propio REIA define, por lo que su alcance queda cumplido. El contenido de esta MIA-R se obtuvo de la página WEB de la SEMARNAT la “Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional” (2019), con la que elaboró el documento del cual forma parte este capítulo en el que se ofrece la información relativa a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. En su capítulo V identifica, describe y evalúa los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto, de tal suerte que en el capítulo VI se describen las medidas y los programas de medidas que la empresa compromete ejecutar para evitar, disminuir o corregir tales impactos y, en función de

Precepto legal	Vinculación
	estas acciones, construirá escenarios que aportarán los elementos necesarios para que la autoridad evalúe la pertinencia del proyecto.
Artículo 10. *Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* *I. Regional, o* *II. Particular.*	Con el objeto de cumplir con la normatividad ambiental aplicable al proyecto, y, en lo relativo al alcance de esta disposición, el proyecto se traduce a una Manifestación de Impacto Ambiental regional (MIA-R), concebida ésta como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. Ese alcance deviene de la definición que al respecto establece la fracción XXI del artículo 3 de la LGEEPA respecto a lo que debe entenderse por MIA. En consecuencia, el objetivo fundamental de ésta MIA-R que asegura la vinculación de esta disposición con el proyecto, será el de dar a conocer a la autoridad competente, el impacto ambiental significativo que pudiera generar el proyecto y, en esa orientación se integra la presente MIA-R.
Artículo 11. *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:* *I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.* *II. Un conjunto de obras y actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento.* *III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y* *IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*	La modalidad adoptada para presentar esta MIA a la consideración de la autoridad fue la modalidad regional, en virtud de que así lo tiene establecido el área administrativa competente de la SEMARNAT. El alcance de los cuatro supuestos detallados por el artículo en análisis no ofrece resultados que pudieran refrendar la definición de la modalidad adoptada; en este sentido el proyecto no se ajusta a ninguno de los tipos de proyectos detallados en la fracción primera y mucho menos se prevé que pudiera "alterar" la cuenca hidrológica dentro de la cual pretende establecerse ya que ello supondría que podría desviar, disminuir o modificar el caudal de las corrientes de agua superficiales que cursan en su interior o modificar sus parteaguas o incluso afectar la calidad de sus aguas, nada de lo cual es factible de ocurrir aun operando el proyecto, todo ello se analiza detenidamente en el capítulo V de esta MIA. Por lo que se refiere al alcance del supuesto II, resulta obvia su inaplicabilidad para el proyecto, ya que la iniciativa que se aborda en esta MIA corresponde a una planta fotovoltaica y no a un plan o a un programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que es sometido a la consideración de la Secretaría. El alcance del supuesto contenido en la fracción III primero debe explicarse considerando la redacción de este texto se refiere a que, en la MIA que se somete a la dictaminación de la autoridad se considere la inclusión de un conjunto de proyectos de obras y actividades y, en segundo término, que esa iniciativa, como todo proyecto (individual o que forme parte de un conjunto) pretende establecerse en una región ecológica determinada, en este sentido baste considerar que la regionalización ecológica del país

Precepto legal	Vinculación
	definida por disposición de la LGEEPA en su artículo 20, fracción I, es delimitada en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en este sentido este instrumento divide a todo su territorio en 80 regiones ecológicas, que lo cubren en su totalidad, consecuentemente no existen un espacio, por pequeños que sea, del territorio que no forme parte de una región ecológica, en tal sentido este criterio por sí mismo no es suficiente para definir la modalidad regional de la MIAS, tiene que ir íntimamente asociado a que la iniciativa que se incluye en la MIA considere a un conjunto de proyectos de obras y actividades. Al respecto es importante destacar que este alcance de la fracción III del artículo 11 del REIA no se refiere a que en el área donde pretenda establecerse el proyecto haya (establecidos o en proceso de establecerse) otros proyectos de la misma naturaleza ya que la disposición reglamentaria es clara y no hace esa distinción, por ello cabe transcribir el principio general del Derecho que estipula que "donde la Ley no distingue un servidor público, no tiene por qué distinguir", consecuentemente el criterio que parece aplicarse para obligar a estos proyectos a someterse a la modalidad ambiental porque pretenden establecerse en áreas con proyectos (establecidos o por establecerse) de la misma naturaleza, no puede concretarse como una disposición derivada del texto reglamentario. Por último y en lo que se refiere lo que se refiere al supuesto IV del artículo 11, como cualquier proyecto de la naturaleza que sea, éste pretende desarrollarse en un sitio en el cual interactuará con los diferentes componentes ambientales regionales y, si bien de esa interactuación se pronostica la posibilidad de que ocurran impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos o residuales, ese alcance del pronóstico no basta para llevar la MIA a una modalidad regional, tiene que satisfacerse el complemento del texto que dispone que esos impactos (en su carácter de significativos) "*pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas*", en tal situación, en el capítulo V de esta MIA se pone en evidencia que esta posibilidad no se prevé pueda ocurrir con la construcción, operación y/o mantenimiento del proyecto. No obstante, lo anterior, el promovente se allana a la disposición de la autoridad y adopta la modalidad regional en la MIA con a la intención de realizar una gestión expedita y que prevea un alcance más detallado de los efectos que pudiera ocasionar en el sistema ambiental regional.
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*	En el capítulo IV de esta MIA-R se ofrece a la autoridad la evidencia de que el análisis de los factores ambientales que constituyen el ecosistema se realiza de una manera integral, considerando a todos los elementos que lo constituyen y no

Precepto legal	Vinculación
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.*	únicamente los que van a ser objeto de aprovechamiento o afectación. El contenido de esta MIA-R permitirá a la autoridad dictaminar la procedencia del cumplimiento del proyecto respecto del alcance de la fracción II del artículo 44; en el capítulo IV de la presente MIA se ofrecen evidencias de indicadores que demuestran que el ecosistema en donde se pretende establecer el proyecto no reúne los atributos característicos de un ambiente conservado. Aunado a lo anterior, se ha considerado la implementación de diversas medidas de prevención, compensación y mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales. Asimismo, serán consideradas aquellas medidas adicionales que la autoridad ambiental imponga dentro del oficio resolutivo. Cabe destacar que el área de establecimiento del proyecto (SP), se ubica fuera de alguna área natural protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal. Los preceptos contenidos en este capítulo se enfocan a definir las bases para orientar la decisión que habrá de tomar la autoridad, no obstante, es necesario que ésta encuentre los elementos suficientes para poder determinar si el proyecto se ajusta a cada uno de los alcances de la disposición que se analiza. En tal sentido, es conveniente destacar que: por lo que se refiere a los supuestos detallados en cada una de las tres fracciones del artículo en análisis, el proyecto se ajusta a sus alcances, según se demuestra a continuación: Alcances de la fracción I: en lo relativo a la consideración de los efectos de las obras y/o las actividades del proyecto, en el o en los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento y/o afectación, en el capítulo IV de la presente MIA-R se hace la identificación, valoración y el análisis de fragilidad y susceptibilidad de los sub-factores y de los factores de mayor relevancia, constitutivos de los ecosistemas sobre los cuales incidirá el proyecto y no únicamente de aquellos que como el suelo, la vegetación, la fauna y ciertos procesos ecosistémicos, podrán resultar afectados por su establecimiento; esta consideración holística derivó no sólo de la obligación que deviene de la disposición que se analiza, sino de la interrelación que sustenta a la funcionalidad de los ecosistemas y que, deriva en efectos “dominó” cuando un sub-factor del ambiente es afectado de manera irreversible y ello provoca alteraciones de diferente magnitud sobre otros sub-factores interrelacionados; el análisis de las interacciones de los efectos se detalla en el capítulo V, en el cual, la metodología de identificación de impactos empleada permite determinar el alcance de cada efecto para identificar impactos directos, indirectos o inducidos, lo cual requiere del

Precepto legal	Vinculación
	conocimiento integral del conjunto de factores y sub factores de los ecosistemas en los cuales incidirá el proyecto y, por otro lado, permite prever el surgimiento de impactos no previstos por insuficiencia del proceso; en adición el esfuerzo también alcanza al establecimiento de las medidas de reducción, mitigación o compensación de esos efectos (impactos), las cuales se describen en el capítulo VI; con esto queda en evidencia la atención y cumplimiento del alcance de éste apartado del artículo 44 del REIA por parte del proyecto. Alcances de la fracción II: los recursos naturales que serán "utilizados" de forma tal que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos. En lo referente al complemento de la disposición, esto es respecto a la "capacidad de carga" del ecosistema, asumiendo de manera supletoria la definición que respecto a ese concepto establece la fracción III del artículo 3° de la Ley General de Vida Silvestre. "*Artículo 3o.* *…* *III. Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico*". Del contenido de la disposición transcrita, resulta notable destacar para efecto del proyecto que nos ocupa, se realizaron los estudios específicos para integrar la MIA-R, diagnóstico ambiental relativo a la descripción de los principales componentes del ambiente y su valoración a nivel ecosistémico asociado en criterios de fragilidad ambiental tomando como variables el tipo de cubierta vegetal, y su estado de conservación; esta relación, en el contexto del análisis del SAR delimitado, permitió conocer cuáles son los principales procesos ecológicos que definen la integridad funcional del ecosistema presente, considerando ésta integridad funcional, bajo la siguiente definición conceptual: "*Un ecosistema tiene integridad si conserva suficiente biodiversidad, estructuras y funciones (bióticas y abióticas), para mantener su capacidad de autoorganización y complejidad a través del tiempo*". Partiendo de la anterior definición, los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional delimitado, para efecto de la construcción del proyecto, muestra una amplia gama de procesos antrópicos que han ocurrido, y que siguen ocurriendo, producto de la intervención humana, y que continúan modificado la estructura y funcionamiento de los mismos.

Precepto legal	Vinculación
	Por lo tanto, y en este contexto específico, no es posible hablar o determinar sobre la integridad funcional cuando los atributos de los ecosistemas, tanto a nivel de componentes como de procesos, carecen de partes, lo cual, no significa necesariamente que no sigan funcionando o no puedan continuar. Se hace visible que el estado de presión al que están sometidos, supera, por mucho, la capacidad de carga de los mismos, al contar con elementos externos cuya ocupación territorial poco a poco gana terreno sobre las áreas naturales o bien se generan procesos que modifican los valores de conservación de los ensambles y, con ello, la propia estructura de los ecosistemas. Bajo este enfoque y conforme a la información ambiental recopilada, generada y analizada, se está en posibilidad de determinar que el SAR delimitado mantiene un estado de conservación tendiente, aún, a la naturalidad. Las actividades que se desarrollan en el área del proyecto en la condición actual son, de hecho, uno de los elementos que incide en la calidad ambiental del SAR estudiado, toda vez que una gran proporción del terreno ha sido desprovisto de su vegetación nativa, para uso agrícola y de pastoreo, lo cual representa un límite artificial en la continuidad de la vegetación. Bajo este contexto de utilización de recursos existente en el SAR, el proyecto aporta medidas de mitigación, compensación y restauración propuestas en el capítulo VI.

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el DOF el tres de julio del año dos mil, siendo su última reforma la publicada el 16 de julio del 2025. La LGVS es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 de la CPEUM; es de orden público y de interés social, su finalidad 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.

Es evidente que sus disposiciones vinculan el sentido y alcance de las particularidades del proyecto, especialmente en lo relativo a los efectos que éste pudiera tener sobre las poblaciones de la vida silvestre establecidas en el espacio geográfico donde pretende desarrollarse; en tal sentido se hace el siguiente análisis vinculatorio de sus disposiciones.

Tabla III.3 Vinculación con la LGVDS

Precepto legal	Vinculación
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. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.*	Se implementarán programas de protección y preservación de la vida silvestre en el área que nos ocupa; de igual forma, se establecerán programas de manejo de flora y fauna como se detalla en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
Artículo 76. *La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea parte contratante.*	La identificación de los impactos potenciales que podrá generar el proyecto, en cada una de sus diversas etapas de desarrollo, pone en evidencia que el área donde serán colocados los bloques de generación y las subestaciones como tal no representan una afectación directa a las poblaciones de vertebrados voladores (aves y murciélagos), aunque no así en lo referente a la línea de transmisión, la cual podría representar un impacto negativo potencial sobre la avifauna presente, siendo que en el capítulo VI se proponen las medidas necesarias que permitan contrarrestar esta posible afectación.

III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Publicada en el DOF el ocho de octubre de dos mil tres, siendo su última reforma la publicada el diecinueve de enero de 2026. La LGPGIR es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La LGPGIR y su reglamento señalan diversos procedimientos administrativos, particularmente aquellos relacionados con el registro e informe anual de generadores de residuos peligrosos y de sus planes de manejo, la emisión de autorizaciones, prestación de servicios, así como aspectos relacionados con la caracterización de sitios contaminados, la evaluación del riesgo ambiental y de las propuestas de remediación y su conclusión.

Tabla III.4 Vinculación del proyecto con la LGPGIR

Precepto legal	Vinculación
Artículo 16. *La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*	La clasificación que pudiera llegar a hacerse de los residuos que pudieran generarse en el proyecto, durante su construcción o durante su operación y mantenimiento los definirá como peligrosos solo se si ajustan al alcance de esta disposición de la LGPGIR, ello para ajustar el diseño del proyecto a las disposiciones de esta Ley. En el Capítulo II del presente estudio se da mayor detalle de la clasificación de residuos y su cantidad estimada de generación.
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.*	Los residuos sólidos urbanos generados por el proyecto se clasificarán en orgánica e inorgánicos tal y como se menciona en este artículo. Los residuos sólidos urbanos, serán separados desde su generación y enviados al relleno sanitario autorizado más cercano. Los residuos sólidos inorgánicos que no sean sujetos a reciclaje se enviarán a los sitios de disposición final autorizados por el municipio, por medio de una empresa autorizada contratada para el transporte de los residuos. Para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos urbanos se cumplirá como establecido en la LGPGIR y su reglamento, así como las NOM´s y el Programa Estatal y/o Municipal correspondiente. Todo esto queda detallado en el capítulo IV de esta MIA, con lo cual queda en evidencia el cumplimiento de la disposición que se analiza.
Artículo 19. *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:* *III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades…* *VII. Residuos de la Construcción, mantenimiento y demolición en general.*	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán residuos de manejo especial, principalmente derivados del proceso constructivo del proyecto, por lo cual, en el capítulo VI de esta MIA se propone la implementación de un programa de manejo integral de los residuos, donde será incluido el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Artículo. 40. *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*	El manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, la NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.
Artículo 41. *Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*	Dadas las medidas de seguridad que serán adoptadas por la promovente, no se prevé la existencia de derrames de hidrocarburos sobre suelo natural. Sin embargo, en caso de ocurrir, se realizará el procedimiento de limpieza establecido en el Artículo 129 del RLGPGIR. Durante la ejecución del proyecto tanto la promovente como el tercero autorizado para su manejo, realizarán el manejo de los residuos peligrosos de manera segura y ambientalmente adecuada considerando los términos previstos en la normatividad aplicable.

Precepto legal	Vinculación
Artículo 42. *Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.* *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*	El Proyecto dispondrá de sus residuos peligrosos por medio de la contratación de empresas prestadoras de servicios para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual se deberá de contar con la total certeza de que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.
Artículo 45. *Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.*	La identificación, clasificación y manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento y las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.
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.*	La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a dicho artículo.

III.3.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicado en el DOF el treinta de noviembre de dos mil seis con su reforma más reciente el 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Tabla III.5 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Precepto legal	Vinculación
Artículo 35. *Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a 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:* *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.*	El Promovente identificará los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en este artículo y en la NOM-052-SEMARNAT-2005.
Artículo 39. *Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*	En caso de que se presente tal situación, el promovente considerará dicha mezcla como residuo peligroso.
Artículo 40. *La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*	En caso de contaminación de suelos con residuos peligrosos, la promovente dará manejo de dicho suelo como residuo peligroso.
Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos **Artículos 82, 83 y 84**, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.	Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá destinada un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio conforme a las características y especificaciones establecidas por la legislación de la materia.
Artículos 85 y 86 de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
Artículos 87 y 88 de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento.	Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por el promovente del proyecto.
Artículo 90. De la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos.	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
Artículos 91,92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99 de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos.	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas.

III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Publicado en el DOF el seis de junio de dos mil doce, registra su reforma más reciente el 1 de abril del 2024. Esta ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Esta Ley tiene entre sus objetivos garantizar el derecho a un ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; así como regular las emisiones de gases de efecto invernadero y establecer las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Tabla III.6 Vinculación del proyecto con la LGCC

Precepto legal	Vinculación
Artículo 87. *La Secretaría, deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.* *Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:* *I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro;* *II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas;* *III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas;* *IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y;* *V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.*	Tal como se menciona en el Capítulo II de esta MIA-R, las emisiones a la atmósfera durante la preparación del sitio y la construcción provendrán principalmente de vehículos motorizados y maquinaria, las cuales emiten gases como NO_x, CO_x, y SO_x, así como material particulado proveniente del movimiento de tierras, el cual será esporádico y temporal. En cumplimiento con este artículo, las fuentes móviles cumplirán con la verificación vehicular, en caso de aplicar y se sujetarán a los registros que indique la autoridad. Durante la operación del proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero por parte de las instalaciones, aunque se generarán emisiones por parte de los vehículos y maquinaria a emplear durante los mantenimientos. Es importante considerar que la producción de electricidad a través de paneles solares es una alternativa más limpia y sostenible que las fuentes de energía convencionales provenientes de los combustibles fósiles actualmente en operación.
Artículo 88. *Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del registro.*	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción principalmente, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, a consecuencia del movimiento de maquinaria y equipo las cuales serán temporales y que, de ser necesario, serán reportadas ante el Instituto Nacional de Ecología y Cambo Climático (INECC).

III.3.7. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones

Este reglamento, publicado en el DOF el 28 de octubre de 2014, desarrolla las disposiciones legales en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE), incluyendo los establecimientos sujetos a reporte y los umbrales para el reporte.

Tabla III.7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones

Precepto legal	Vinculación
Artículo 2. *Para los efectos del presente reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes:* *…* *VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de fuentes fijas y móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere emisiones directas o indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como "establecimientos sujetos a reporte".*	Tal como se menciona en el capítulo II de la presente MIA-R, el proyecto, únicamente se generarán emisiones a la atmósfera durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono y cierre. Durante la etapa de operación del proyecto y dada la naturaleza del mismo, no se generarán emisiones ya que utilizará como fuente de energía la solar para generar electricidad.
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:* *Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad... […]*	El proyecto consiste en una planta fotovoltaica, que pertenece al sector energía y al subsector generación, por lo que de acuerdo con los artículos 3 y 4 del presente reglamento, es un establecimiento sujeto a reporte. Al ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar, no se contempla la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera.
Artículo 4. *Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:* *Sector Energía:* *Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad:*	
Artículo 5. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son:* I. *Bióxido de carbono;* II. *Metano;* III. *Óxido nitroso;* *IV. Carbono negro u hollín;* V. *Clorofluorocarbonos;* VI. *Hidroclorofluorocarbonos;* VII. *Hidrofluorocarbonos;* VIII. *Perfluorocarbonos;* IX. *Hexafluoruro de azufre;* X. *Trifluoruro de nitrógeno;* XI. *Éteres halogenados;*	De acuerdo con el capítulo II del presente estudio, las únicas emisiones que se generarán a la atmósfera son aquellas derivadas de la combustión generada en los vehículos y maquinaria, y material particulado del movimiento de tierras durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono. Durante la operación del proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero, de acuerdo con el listado del presente artículo. El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de energía solar, por lo que no se contempla la generación de este tipo de emisiones durante la operación.

Precepto legal	Vinculación
XII. *Halocarbonos;* XIII. *Mezclas de los anteriores, y* XIV. *Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación.*	
Artículo 6. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus emisiones directas o indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente.* *La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las emisiones de cada una de las fuentes fijas y móviles identificados en dichos establecimientos sujetos a reporte.*	El proyecto consiste en la construcción de una planta fotovoltaica, por lo que sus emisiones serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de que durante estas etapas la suma de emisiones directas o indirectas sea igual o superior a 25,000 toneladas de CO_2 equivalente anual, se presentará la información correspondiente.

III.3.8. Ley de Transición Energética (LTE)

Publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015, es reglamentaria de los párrafos 6 y 8 del artículo 25 de la CPEUM, tiene por objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

Tabla III.8 Vinculación del proyecto con la LTE

Artículo	Disposiciones	Vinculación
Artículo 3.	*Para efectos de esta Ley se considerarán las siguientes definiciones:* *(…)* *XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación: (…)* *b) La radiación solar, en todas sus formas;*	El proyecto se basa en el aprovechamiento de una energía renovable (la energía fotovoltaica emitida por el sol), la cual podrá ser transformada en energía aprovechable.

Artículo	Disposiciones	Vinculación
Artículo 6	*Los integrantes de la industria eléctrica en general, así como los usuarios calificados participantes del mercado eléctrico mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los contratos de interconexión legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las metas de energías limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.*	La planta fotovoltaica pertenece al sector energético; el cual es generador de energía a partir de fuentes limpias como es la solar, tiene el compromiso del cumplimiento de las metas de energías limpias en los términos establecidos en la ley que compete. En materia ambiental, el proyecto destaca por la reducción drástica de emisiones que generan otro tipo de instalaciones generadoras de electricidad.

III.4. Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano

El ordenamiento ecológico del territorio es uno de los instrumentos de la política ambiental (fracción XXIV del artículo 3° de la LGEEPA), cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos; esta definición es transcrita de la que establece la LGEEPA en la fracción XIII de su artículo 3°.

Respecto a este instrumento la LGEEPA dispone cuatro distintos tipos de Programas: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales (POER's), los Programas de Ordenamiento Ecológico Locales (POEL's) y los Programas de Ordenamiento Ecológico Marinos.

Del análisis anterior, queda en evidencia que, dependiendo de la naturaleza, características y fundamento de cada uno de los cuatro diferentes tipos de programas de ordenamiento ecológico antes señalados, algunos de ellos regulan el uso de suelo y las actividades productivas, en tanto que otros inducen a la regulación del uso del suelo y de las actividades productivas a través de lineamientos y estrategias orientadas a la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

La relación de estos programas, en materia del cumplimiento ambiental de sus disposiciones, con las iniciativas de obras y actividades, por parte de los gobernados se sustenta en la aplicación del derecho vigente, es decir, en la observancia de los instrumentos vigentes, entendiéndose por éstos a los instrumentos que se encuentran en vigor dentro de un ámbito territorial determinado y que el estado considera obligatorios.

Basado en lo anterior se hace el siguiente análisis de la procedencia de considerar la aplicabilidad de los programas de ordenamiento jurídicamente vigentes y cuyo alcance incide sobre el espacio territorial que ocupará la planta fotovoltaica y su área de influencia del proyecto.

III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Este instrumento entró en vigor el 8 de septiembre de 2012, de acuerdo con la disposición establecida en el transitorio único del Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del mismo año. El Decreto correspondiente se fundamenta en cuatro artículos, el segundo de los cuales establece:

> *ARTICULO SEGUNDO. - En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática*.

Se destaca en esta disposición que la observancia obligatoria vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales, esto es, a través de esta vinculación se concreta el carácter inductivo de este instrumento hacia los particulares. Además, en su artículo tercero, el Decreto dispone:

> *ARTICULO TERCERO. - De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.*

Esta disposición confirma el carácter de cumplimiento obligatorio del POEGT por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, hecho que se confirma con el alcance que se define en el quinto párrafo del capítulo introductorio del POEGT, mismo que se expresa en los siguientes términos:

> *El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos*

naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Con base en lo antes expuesto, resulta obvio el carácter inductivo del POEGT y a ello se añade la limitación que surge de la escala de trabajo a la que se desarrollaron las herramientas sobre las que se constituyó este instrumento.

Regionalización ecológica: la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran 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, de esta manera se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 espacios geográficos denominados Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representados a escala 1:2’000,000 y que fueron la base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y, así mismo, para construir la propuesta del POEGT. A su vez a cada una de las UAB se le asignaron lineamientos, políticas y estrategias ecológicas específicas con el objetivo de orientar en la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Se destaca que, independientemente del carácter inductivo del POEGT, en este apartado de la MIA-R se hace un análisis de la forma en que el proyecto se alinea a las disposiciones y a las estrategias sectoriales definidas por el instrumento, esto es, cómo el proyecto ofrece coincidencias con los lineamientos inductivos del POEGT. Además es conveniente precisar que la definición del espacio geográfico en el cual pretende establecerse el proyecto, esto es el sistema ambiental regional (SAR), incorpora en dicha definición precisamente el carácter regional del enfoque que debe darse al documento que integre los estudios que

sustenten a la MIA-R y, por lo tanto, el esquema de regionalización utilizado para delimitar el SAR (Capítulo IV de esta MIA) fue el que define a la Región Ecológica la región 16.10 en la UAB 57 denominada “Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)”.

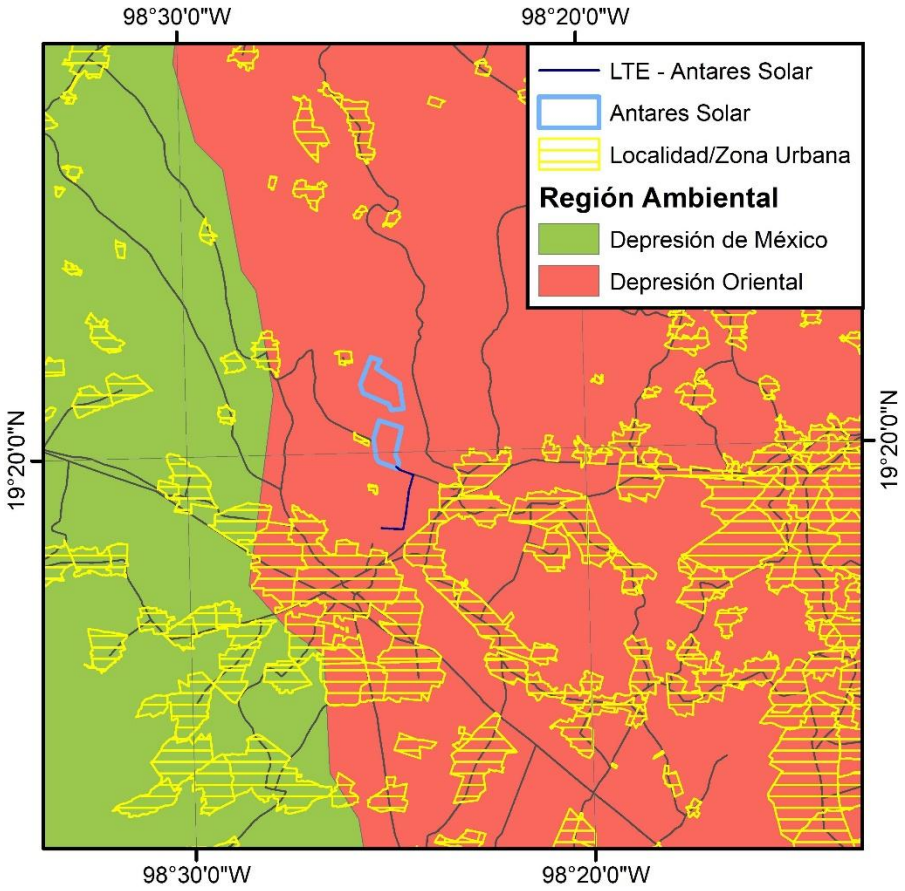


Figura III.3. Ubicación del proyecto en en la UAB 57.

De acuerdo con el POEGT tanto el sitio del proyecto como el trazo de la línea de Transmisión (LT) se encuentran la UAB 57 (Depresión Oriental), de la Region 16.10. Dicha región abarca el sureste de Hidalgo. centro, norte, sur y este de Tlaxcala, centro occidente de Veracruz. centro norte de Puebla. Su superficie es 12,108.51 km^2, con una población total de 4,232,937 hab, incluyendo población indígena de la Sierra Norte de Puebla y Totonacapan.

En la tesitura de los alcances del POEGT se destaca que, solo las estrategias relativas a la protección de los recursos naturales y a la restauración, integradas al grupo I (dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio) son consideradas en el presente ejercicio

pues en ellas se registran coincidencias que pudieran evidenciar la congruencia del proyecto con el POEGT, ello justificado por el hecho de que el proyecto además de que tampoco incidirá sobre el sistema social o de infraestructura urbana en los términos y alcances que define el propio POEGT, ya que su trayecto se establecerá exclusivamente sobre terrenos rurales. Por lo que se refiere a las estrategias orientadas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, resulta obvio que están dirigidas a la actuación de diferentes órdenes de gobierno y no a los particulares.

La política de desarrollo de la UAB 57 es de aprovechamiento sustentable, protección, restauración y preservación (Figura III.4). El estado inicial del medio ambiente para el 2008 en esta región era considerado Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presentaba superficie de ANP's. Alta degradación de los suelos, con muy alta degradación de la vegetación. Media degradación por desertificación. La modificación antropogénica es muy alta.

Para los escenarios tendenciales se considera el comportamiento del estado ambiental original del territorio en una proyección futura a corto, mediano y largo plazo, si prevalecen las tendencias de los procesos negativos que originan los problemas ambientales, sociales, económicos y naturales relacionados con la utilización histórica del mismo.

En el caso de la UAB 57, a corto plazo (estimado al 2012) ya se tenía un escenario Inestable (Figura III.5); sin embargo, a mediano se tiene un escenario de Inestable a Crítico el cual se mantiene a largo plazo (Figura III.6 y Figura III.7). El escenario más cercano a la fecha actual (2026) es el de mediano plazo, estimado al año 2023.

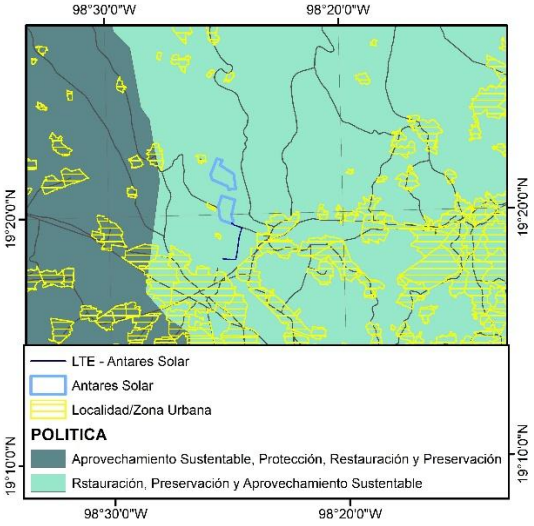


Figura III.4. Política de desarrollo de la UAB 57.

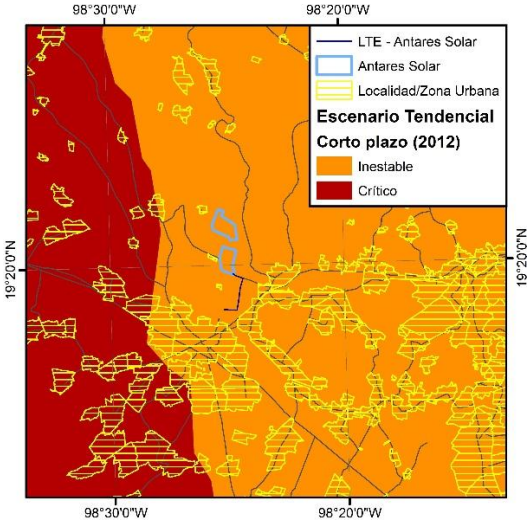


Figura III.5. Estado inicial del ambiente en la UAB 57, correspondiente al año 2012.

Por tal motivo, la política ambiental para esta UAB es de restauración, preservación y aprovechamiento sustentable (Figura III.1), con prioridad de atención Media. El aprovechamiento sustentable, como política, es la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos (LGEEPA, Artículo 3, fracción III).

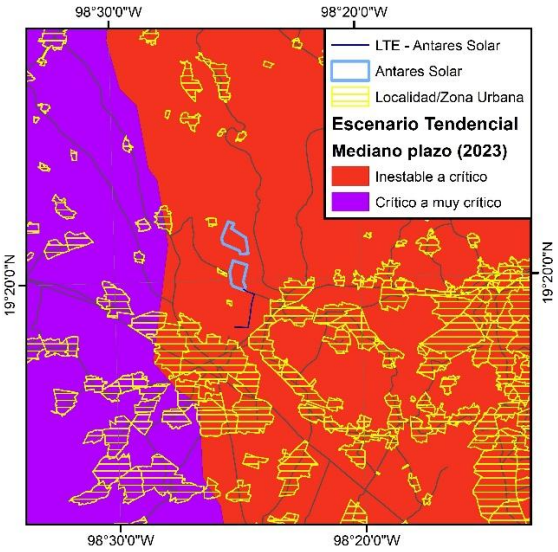


Figura III.6. Escenario tendencial de la UAB 57 a mediano plazo.

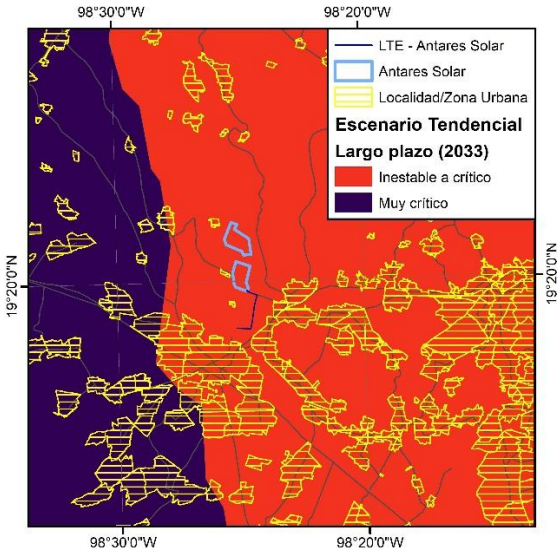


Figura III.7. Escenario tendencial de la UAB 57 a largo plazo.

Por otra parte, la restauración es el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII).

El proyecto para la construcción de la planta fotovoltaica se lleva a cabo en una zona agrícola con desarrollo urbano por lo que no impacta negativamente los rectores de desarrollo de la Región Ecológica (Desarrollo Social, Turismo).

Tabla III.9 Características de la UAB 57 y de la región ecológica 16.10

UAB 57	
Estado del medio ambiente 2008:	Inrstable
Escenario al 2033:	Inestable a Crítico
Política ambiental:	Restauración, preservación y aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención:	Media

UAB 57					
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
57	Desarrollo social, Forestal	Agricultura	Ganadería Minería	CFE- Industria - Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Las estrategias sectoriales derivadas de la Región y Unidad Ambiental Biofísica en análisis, mencionadas en la Tabla III.10 se relaciona a este proyecto justificándolo en la tabla consecutiva

Tabla III.10 Estrategias sectoriales de la UAB 57 con las que el proyecto guarda similitud

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación	
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El sitio del proyecto es un área totalmente transformada con un uso agrícola sin elementos naturales que puedan ser preservados.
2. Recuperación de especies en riesgo.	En el sitio del proyecto no se registraron especies en riesgo.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El área consiste sólo de elemento inducidos sin ecosistemas naturales estructurados ni fauna o flora representativos de la biodiversidad de la región.
B) Dirigidas al aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	La naturaleza del proyecto radica en el aprovechamiento sustentable de la energía solar, transformándola en energía eléctrica mediante el uso de la tecnología, consistente en la implementación de celdas fotovoltaicas. Aprovechamiento catalogado renovable.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto se emplazará en terrenos de uso pecuario, otorgando un uso alternativo y productivo a un suelo con potencial degradado por el sobrepastoreo.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No Aplica. El objeto del proyecto es la generación de energía eléctrica, no está relacionado con el sector o la infraestructura hidroagrícola.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto requerirá de cambio de uso de suelo, ya que parte del mismo se encuentra en terrenos forestales, por esta razón, el proyecto buscará que el material producto del desmonte y despalme tenga un uso dentro o fuera del proyecto
8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto contribuye directamente a la valoración de los servicios ambientales al generar energía limpia, lo que ayuda a la mitigación del cambio climático al evitar la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Este es un servicio ambiental de regulación climática de importancia global y nacional.
C) Dirigidas a la protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas.	El compromiso del proyecto en todas sus etapas en relación con la protección de los ecosistemas es imperativo; estableciendo acciones y programas ambientales de protección establecidos en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No Aplica. La operación de la planta fotovoltaica solar no requiere el uso de agroquímicos, fertilizantes ni pesticidas, por lo que el proyecto es congruente con la no utilización de estas sustancias.
D) Dirigidas a la restauración	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Tal como se menciona en el capítulo II, el proyecto se desarrollará sobre terrenos destinados al pastoreo, por lo que la vegetación natural es prácticamente inexistente, sin embargo, se contempla un programa de rescate y reubicación de la flora susceptible a ser rescatada. Por otro lado, al término de la etapa de construcción se permitirá la sucesión natural en las áreas donde sea posible y siempre y cuando no interfiera con el funcionamiento óptimo de la planta fotovoltaica solar. Finalmente, una vez concluya la vida útil de la planta, se procederá a desmontar todas las estructuras que forman parte integral de la PFS, restituyendo el SP a las condiciones ambientales con las que cuenta hoy los terrenos de ocupación. Con estas medidas se considera que el proyecto es congruente y se apega a la estrategia sectorial en cita.
15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No Aplica. El proyecto pertenece al sector energético, no al sector minero.
15. Bis Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	No Aplica. El proyecto pertenece al sector energético, no al sector minero.
Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.	
A. Suelo Urbano y Vivienda.	
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto contribuirá de manera indirecta a esta estrategia mediante la generación de empleos directos e indirectos, principalmente durante la etapa de construcción, lo que representará una derrama económica en la región y la posibilidad de mejorar los ingresos de los hogares locales.
B. Zonas de riesgo y prevención de contingencias	
25. Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.	El proyecto contará con un Programa de Prevención de Accidentes y un Plan de Atención a Emergencias, contribuyendo así a la cultura de prevención de riesgos en la zona y asegurando una respuesta coordinada ante cualquier contingencia de origen natural o antrópico dentro de sus instalaciones.
26. Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.	El proyecto es una acción directa de mitigación del cambio climático. Al generar energía renovable, reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuyendo la vulnerabilidad del sistema energético nacional. Esto fortalece la capacidad de adaptación del país a los efectos del cambio climático.
C. Agua y Saneamiento.	
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No Aplica. El proyecto no tiene como objetivo la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado o saneamiento. Su consumo de agua será mínimo, enfocado principalmente a la limpieza de paneles y usos sanitarios.

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No Aplica. El proyecto no tiene como objetivo la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado o saneamiento. Su consumo de agua será mínimo, enfocado principalmente a la limpieza de paneles y usos sanitarios.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No Aplica. El proyecto no tiene como objetivo la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado o saneamiento. Su consumo de agua será mínimo, enfocado principalmente a la limpieza de paneles y usos sanitarios.
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.	Al inyectar energía limpia y segura a la red eléctrica nacional, el proyecto contribuye a la seguridad energética de la región, un pilar fundamental para el desarrollo competitivo y sustentable de los centros urbanos y la industria.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Al generar una actividad económica productiva en una zona rural, el proyecto ofrece oportunidades de empleo local, lo que puede contribuir a arraigar a la población y disminuir la presión migratoria hacia las zonas urbanas, fomentando un desarrollo regional más equilibrado.
E. Desarrollo social.	
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El proyecto es un claro ejemplo de diversificación productiva en el medio rural. Introduce una actividad económica del sector energético en una zona tradicionalmente agropecuaria, creando nuevas fuentes de ingreso y reduciendo la dependencia de un solo sector.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
40. Atender 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	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
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.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto contribuye de forma transversal a estas estrategias mediante la creación de empleo, el cumplimiento de las obligaciones legales y fiscales, y la posibilidad de implementar programas de inversión social en acuerdo con la comunidad, enfocados en mejorar las capacidades y el bienestar de los grupos locales.
44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	La propia naturaleza del proyecto, al ser una inversión de gran escala, requiere una coordinación permanente con las autoridades municipales, estatales y federales. Asimismo, su desarrollo implica un proceso de concertación y diálogo con los actores sociales de la región, impulsando un modelo de desarrollo regional inclusivo y coordinado.

En conclusión, y sobre la base del alcance descrito en los textos antes transcritos y analizados se confirma el carácter inductivo del POEGT para el gobernado y, consecuentemente su carácter nugatorio para los efectos de este análisis vinculatorio. Por lo antes expuesto y desde el enfoque inductivo del POEGT se concluye que, el presente proyecto es viable, procedente y congruente con las políticas ambientales, de igual forma con las estrategias de la UAB 61, tal como ha quedado justificado en el presente apartado.

III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala (POEET)

El Ordenamiento Ecológico dentro del marco del desarrollo sustentable deberá entenderse como: “El instrumento de la Política Ambiental cuyo objetivo es inducir y regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos” (LGEEPA, 1996), como base de la Política de Desarrollo Regional, donde se integren procesos de planeación participativa, con el fin de lograr la conservación y el

aprovechamiento racional de los recursos naturales, minimizando su deterioro a través de la selección de sistemas productivos adecuados; en un marco de equidad y justicia social.

Bajo este principio, se abordó el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala (POEET), a través del cual se busca armonizar el desarrollo social y económico con la integridad y estabilidad de los ecosistemas, bajo un plan socialmente concertado, donde se contemple un modelo de uso del suelo que regule y promueva las actividades productivas con un manejo racional de los recursos mediante un instrumento que permita tener una visión integral de las estructuras y procesos que definen la dinámica territorial, a fin de resolver, prevenir y minimizar conflictos ambientales.

El Proyecto se localiza sobre las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial Ag3-13 y Ff4-14 del POEET. La primera está sujeta a una política de Aprovechamiento, cuyo objetivo es promover el desarrollo de actividades productivas y de infraestructura bajo criterios de sustentabilidad que no comprometan la integridad de los servicios ambientales locales. La unidad Ff4-14 tiene una política de restauración.

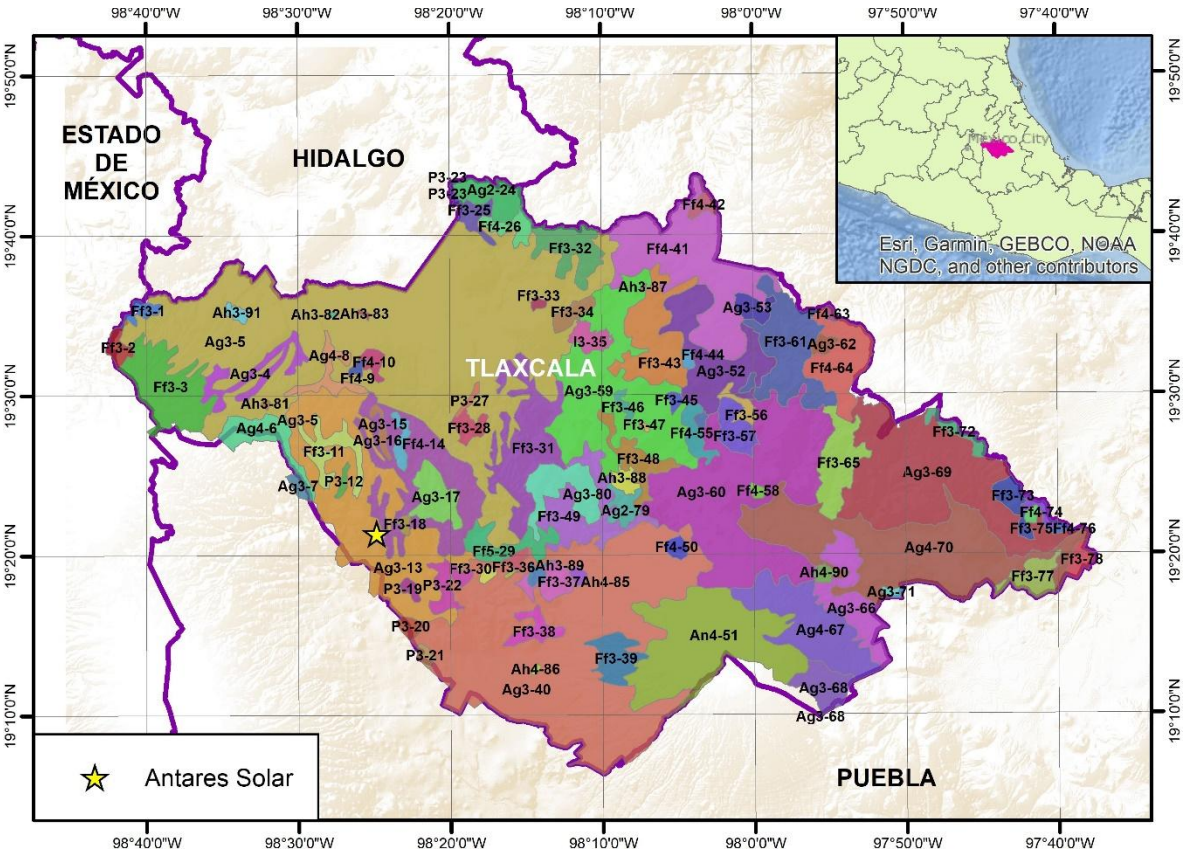


Figura III.8 Ubicación del proyecto en el POEET.

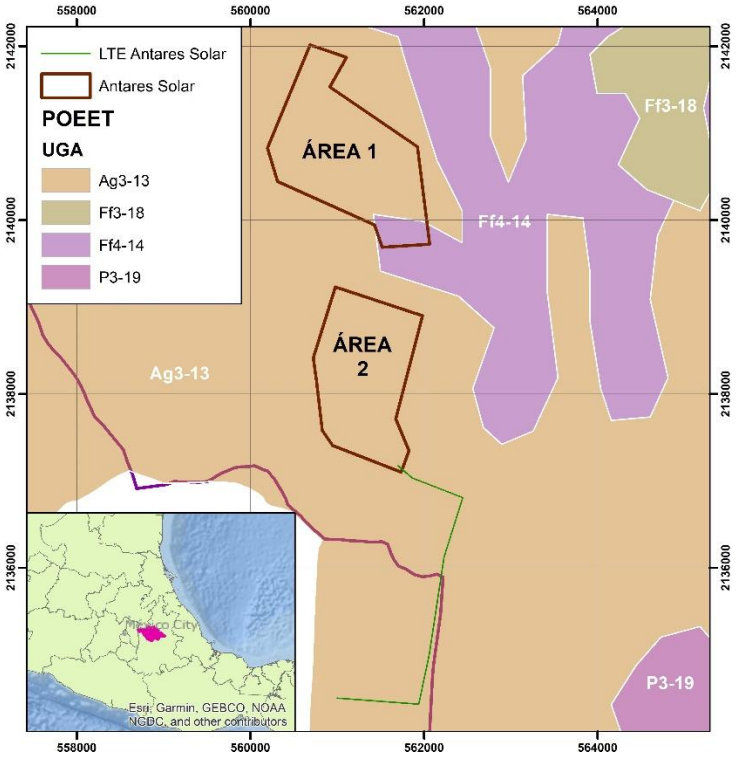


Figura III.9. Ubicación del proyecto en las UGAs Ag3-13 y Ff4-14.

Para la UGAT Ag3-13, el programa de ordenamiento reconoce la aptitud del suelo para el desarrollo de infraestructura estratégica. la planta fotovoltaica es congruente con esta unidad al representar una transición hacia energías limpias en una zona con conectividad logística. Por otra parte, en la UGA Ff4-14 no estaría restringido el tendido de la línea de transmisión del Antares Solar.

Tabla III.11. Características principales de la UGA 13 del OETET.

UGA	Políticas	Usos			Criterios
		Predomi-nante	Compatible	Condicionado	
13	Aprovecha-miento (3)	Agrícola	Agrícola de riego	Industria, infraestructura,	Gn1, Gn2, Gn4, Gn5, Gn6, Gn9, Gn10, Gn11, Gn12, Gn13, Gn14, Gn15, Gn16, Ag1, Ag2, Ag3, Ag4, Ag5, Ag6, Ag7, Ag8, Ag9, Ag10, Ag11, Ag12, Ag13, Ag14, Ag15, Ag16, Ag17, Ag18, Ag19, Ag20, Ag21, Ag22, Ag23, Ac1, Ac2, Ac3, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I12, In1, In2, In3, In4, In5, In6, In7, In8, In9, In10,

					In11, In12, In13, In14, In15, In16
14	Restaura-ción (4)	Flora y Fauna	Vida Silvestre	Posibilidad Forestal, acuícola, industria	Gn1, Gn2, Gn5, Gn6, Gn9, Gn10, Gn11, Gn12, Gn14, Gn15, Gn16, Fo1, Fo2, Fo3, Fo4, Fo5, Fo6, Fo7, Fo8, Fo9, Fo10, Fo11, Fo12, Fo13, Fo14, Ac1, Ac2, Ac3, In1, In2, In3, In4, In5, In6, In7, In8, In9, In10, In11, In12, In13, In14, In15, In16, Ff1, Ff2, Ff3, Ff4, Ff5, Ff6, Ff7, Ff8, Ff9, Ff10, Ff11, FF12, Ff13, Ff14, Ff15, Ff16, Ff17, Ff18, Ff19, Ff20, Ff21

Tabla III.12. Criterios generales de la UGA 13 y la UGA 14.

No	Criterios de la UGA 13 y UGA 14	Vinculación con el proyecto
Gn1	Reforestar todas UGA bajo los criterios de cerca viva, los márgenes de ríos y arroyos, presas	El cumplimiento a este criterio se realizará a través del programa de reforestación en áreas perimetrales, mismo que contempla el empleo de especies nativas.
Gn2	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine	El proyecto considera la gestión integral y manejo adecuado de los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas del proyecto, realizando su disposición solo en sitios autorizados para ello.
Gn4 (solo UGA 13)	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura, de reciclaje de materiales y construcción de rellenos sanitarios, como marcan las normas, evitando los tiraderos a cielo abierto	El proyecto considera realizar la disposición de sus residuos en rellenos sanitarios autorizados de acuerdo con lo que establezca la autoridad municipal.
Gn5	Deberá prohibirse hacer uso de los cañones como receptores de residuos sólidos (tiraderos a cielo abierto)	El proyecto no realizará disposición de residuos en lugares que no estén autorizados debidamente.
Gn6	Se deberán construir trampas de sedimentos sobre las corrientes intermitentes que alimenten a los mismos	En cumplimiento a este criterio, se aplicará el programa de conservación de suelo y agua, mismo que considera las obras necesarias para asegurar la retención de suelo con el fin de evitar el arrastre de sedimentos.
Gn9	Se deberán mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales	El proyecto no causará alteraciones a causes o escurrimiento naturales. Se aplicarán las Obras de Conservación de Suelo y Agua, a fin de evitar la alteración de los escurrimientos presentes en el sitio consistentes de canales de riego.
Gn10	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas, próximos a escurrimientos fluviales, ríos y arroyos.	El proyecto no realizará disposición de residuos salvo en lugares autorizados para ello.
Gn11	Se deberán conservar o restaurar la vegetación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.	Los límites del proyecto se localizan cerca de arroyos intermitentes en su límite norte y sur, y para esas áreas se contempla la aplicación del Programa de Reforestación.
Gn12	Se deberá reforestar las cuencas,	Las áreas propuestas en el Programa de

No	Criterios de la UGA 13 y UGA 14	Vinculación con el proyecto
	subcuencas y micro cuencas.	Reforestación, se ubican dentro de la misma subcuenca hidrológica en la que se localiza el proyecto.
Gn13 (solo UGA 13)	Se deberán construir plantas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto, por su naturaleza como planta fotovoltaica, no requerirá del consumo de agua para su proceso por lo que no es necesaria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, durante la operación del proyecto se contará con sistemas sépticos adecuados para la disposición de aguas sanitarias de los trabajadores que operen el proyecto, aunque es importante señalar que no hay personal de planta en el sitio.
Gn14	Se deberá reinyectar agua pluvial al subsuelo.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn15	Se evitará la alteración de áreas de recarga de acuíferos.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn16	Se deberá racionalizar el uso del recurso agua (mantener el equilibrio entre oferta y gasto).	El proyecto, por su naturaleza (planta fotovoltaica), no requiere de consumo de agua para su proceso.

Tabla III.13. Criterios de la UGA 13 para actividades agrícolas.

No	Criterios de la UGA 13	Vinculación con el proyecto
Ag1	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos en tierras productivas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag2	Las prácticas agrícolas, tal como surcado, terraceo, etc., deberán realizarse siguiendo las curvas de nivel.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag3	Se deberá realizar una adecuada rotación e intercalación de cultivos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag4	Se promoverá la siembra de árboles frutales y maderables en unidades de producción agrícola	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag5	Las unidades de producción agrícola estarán sujetas a un programa de manejo de tierras.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag6	Se deberá incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (leguminosas).	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag7	Se promoverá el uso de pesticidas de mínima persistencia en el ambiente.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag8	En las áreas con pendiente entre 5 y	El proyecto no realizará actividades agrícolas

No	Criterios de la UGA 13	Vinculación con el proyecto
	10 grados se deberán establecer cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel	por lo que este criterio no aplica.
Ag9	Se prohíbe el aumento de la superficie agrícola en áreas con suelos poco profundos, pendientes de más de 15 grados y de alta susceptibilidad a la erosión.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag10	Las quemas para apertura o reutilización de tierras deberán realizarse según las disposiciones vigentes de SEMARNAP y otros organismos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag11	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag12	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag13	Se deberán practicar actividades fitosanitarias.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag14	Se deberán controlar biológicamente las plagas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag15	Se prohíbe el crecimiento de la frontera agrícola sobre las áreas de vegetación natural con aptitud forestal	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag16	En áreas habilitadas para la agricultura de temporal se cambiarán los patrones actuales de manejo (de gramíneas por leguminosas)	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag17	Se deberá realizar un estudio técnico-económico que garantice la comercialización de los cultivos y evite el agotamiento del suelo	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag18	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores en áreas agrícolas y pecuarias	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag19	No se deberá permitir la expansión de la actividad agrícola en sierras, cañones así como en zonas con suelos no aptos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag20	Se evitará la contaminación del acuífero, así como su sobreexplotación	El proyecto no requiere del consumo de agua para su proceso por lo que no contribuirá a la sobreexplotación del acuífero. Además realizará la gestión adecuada de sus residuos para evitar la contaminación del suelo y agua.
Ag21	Los sedimentos extraídos de los canales de riego deberán incorporarse a las tierras de cultivo.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag22	Se deberá aprovechar racionalmente el agua mediante técnicas de riego de bajo	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 13	Vinculación con el proyecto
	consumo y adecuado transporte de ésta	
Ag23	Se prohíbe tirar residuos, depositar envases y lavar equipos utilizados en la aplicación de plaguicidas en canales de riego u otros cuerpos de agua	El proyecto no utilizará plaguicidas en ningún momento.

Tabla III.14. Criterios de la UGA 13 y UGA 14 para actividades acuicolas y pesqueras.

No	Criterios de la UGA 13 y UGA 14	Vinculación con el proyecto
Ac1	Se permitirá el aprovechamiento pesquero en los cuerpos de agua controlando los niveles de extracción	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.
Ac2	Se repoblarán los cuerpos de aguas con especies de fauna nativa: bagre, charal, carpa, rana toro, etc.	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.
Ac3	No se permitirá la introducción de organismos acuáticos alóctonos ni el desarrollo de la acuicultura con especies exóticas en los cuerpos de agua.	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.

Tabla III.15. Criterios de la UGA 13 para actividades inmobiliarias.

No	Criterios de la UGA 13	Vinculación con el proyecto
I1	Los bordes y caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	No aplica este criterio, debido a la naturaleza del proyecto.
I2	Los taludes en caminos deberán estabilizarse y revegetarse con especies nativas.	El proyecto no requiere de la construcción de caminos.
I3	La construcción de nuevos caminos en áreas naturales protegidas se realizará en función de los decretos y Programas de Manejo correspondientes	El proyecto no se encuentra en ningún Área Natural Protegida, por lo que no aplica este criterio.
I4	Los servicios de energía eléctrica, teléfonos, etc., serán instalados siguiendo las disposiciones y condicionantes del EIA.	El proyecto cuenta con su propia Manifestación de Impacto Ambiental aunque no forme parte del sector de este tipo de servicios.
I5	Las características de las construcciones en los nuevos desarrollos urbanos y turísticos estarán sujetas a la Manifestación de Impacto Ambiental.	Aunque el proyecto no representa un nuevo desarrollo urbano o turístico, éste sí cuenta con su respectiva Manifestación de Impacto Ambiental.
I6	Se permitirán industrias relacionadas al procesamiento de productos agropecuarios.	El proyecto no es parte de la industria agropecuaria. Este criterio no aplica.
I7	Las industrias deberán estar rodeadas por barreras de vegetación.	El proyecto considera en el diseño de las medidas de mitigación el realizar actividades de implantación de áreas verdes en su perímetro.
I8	No se permitirá el derribo de árboles y	El proyecto considerará esta medida durante su

No	Criterios de la UGA 13	Vinculación con el proyecto
	arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.	establecimiento en el sitio.
I9	La ubicación y operación de sitios destinados a rellenos sanitarios deberá observar las disposiciones de la norma NOM-082-ECOL-1996 y norma NOM-084-ECOL-1994.	El proyecto no desarrollará la instalación de rellenos sanitarios.
I10	En cada presa debe de existir un programa de reforestación	El proyecto no es una presa, por lo tanto este criterio no aplica.
I12	El mantenimiento y revisión de las estructuras que conforman las presas, bordo, obras de desvío, etc., deberán de realizarse mínimo cada año	No aplica para este proyecto, debido a su naturaleza.

Tabla III.16. Criterios de la UGA 13 y la UGA 14 para la industria.

No	Criterios de la UGA 60 y la UGA 70	Vinculación con el proyecto
In1	Se deberán contar con un adecuado equipo anticontaminante que responda a las características geográficas de la zona, en todas sus fuentes fijas de emisión a la atmósfera.	No aplica este criterio, ya que debido a la naturaleza del proyecto no hay emisiones a la atmósfera.
In2	Se deberán establecer criterios de diseño y programas de mantenimiento que permitan minimizar las emisiones fugitivas.	No aplica este criterio, ya que debido a la naturaleza del proyecto no hay emisiones materiales que puedan generar emisiones fugitivas
In3	Se deberán impulsar una política de ubicación de corredores industriales a través de la cual se respete la vocación del suelo	El proyecto no desarrolla políticas de usos de suelo.
In4	Los corredores industriales deberán contar con franjas arbóreas para amortiguamiento, con especies resistentes a la acción del viento y preferentemente locales.	El proyecto mantendrá la vegetación arbórea perimetral..
In5	Se deberá prohibir que en los hornos de las ladrilleras se quemen llantas y otros materiales que emitan residuos peligrosos al ambiente	El proyecto no opera ningún tipo de horno ni realiza la quema de ningún material.
In6	Se deberá exigir un programa de rehabilitación para los bancos de material	El proyecto no es consiste de un banco de materiales.
In7	Se deberá apoyar el desarrollo agroindustrial	El proyecto considera en el diseño de las medidas de mitigación el realizar actividades de implantación de áreas verdes en su perímetro.
In8	Se deberá promover la utilización de la mano de obra local, para cualquier industria.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
In9	Se deberá promover el desarrollo de establecimientos de industria ligera, que requieren poca inversión, y promueven un rápido movimiento del capital a nivel local	El proyecto proveerá energía eléctrica que a su vez contribuirá al desarrollo industrial.
In10	Se deberá promover preferentemente la industria limpia, con bajos consumos de energía y recursos como es el agua, además de generar bajos efluentes	El proyecto no realiza actividades industriales.

No	Criterios de la UGA 60 y la UGA 70	Vinculación con el proyecto
	contaminantes.	
In11	Se deberá permitir la implantación de industria solo en los parques industriales proyectados	El proyecto no realiza actividades industriales.
In12	Se deberán de integrar en las industrias establecidas políticas de reducción sistemática de cualquier tipo de residuos	El proyecto no realiza actividades industriales ni genera residuos de procesos.
In13	Se evitará la concentración excesiva de industrias en sitios urbanos	El proyecto no realiza actividades industriales y no se encuentra en un sitio urbano.
In14	Se deberá de contar con criterios ambientales propios de autorregulación en cualquier proceso de industrialización.	El proyecto no realiza actividades industriales.
In15	Se reubicarán industrias que por sus características no puedan cumplir de forma eficaz y eficiente las medidas estrictas de control ambiental normadas	El proyecto no realiza actividades industriales.
In16	Se evitar la implantación de industria pesada en sitios frágiles, que promuevan el cambio de uso de suelo inmediato, y demanda de recursos excesivos	El proyecto no realiza actividades industriales.

Tabla III.17. Criterios de la UGA 14 para Forestal.

No	Criterios de la UGA 14	Vinculación con el proyecto
Fo1	Se deberá contar con un programa de manejo autorizado en las unidades de vida silvestre	No aplica este criterio, ya que debido a la naturaleza del proyecto no hay emisiones a la atmósfera.
Fo2	Se deberá posibilitar el desarrollo de viveros e invernaderos para la producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales	No aplica este criterio, ya que debido a la naturaleza del proyecto no hay emisiones materiales que puedan generar emisiones fugitivas
Fo3	Las unidades de producción forestal deberán contar con un programa de manejo autorizado	El proyecto no desarrolla políticas de usos de suelo.
Fo4	El programa de manejo forestal deberá garantizar la permanencia de corredores faunísticos considerando zonas de exclusión para el aprovechamiento	El proyecto mantendrá la vegetación arbórea perimetral.
Fo5	Se deberán reforestar áreas federales	El proyecto no contempla actividades en áreas federales
Fo6	Se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para garantizar la regeneración efectiva del bosque.	El proyecto no es consiste en la regeneración de bosques.
Fo7	Se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para garantizar la regeneración efectiva del bosque.	El proyecto considera en el diseño de las medidas de mitigación el realizar actividades de implantación de áreas verdes en su perímetro.
Fo8	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá estar sujeto a las normas establecidas.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Fo9	En áreas forestales alteradas se permitirá la introducción de plantaciones comerciales, previa manifestación y autorización del EIA y Programa de Manejo Forestal.	El proyecto no incluye plantaciones comerciales..
Fo10	Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.

No	Criterios de la UGA 14	Vinculación con el proyecto
Fo11	No se permitirá el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración	El proyecto no realiza este tipo de actividades.
Fo12	Se deberá prevenir incendios forestales.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Fo13	Se deberá prevenir y combatir las plagas forestales.	El proyecto no realiza actividades relacionadas con plagas forestales.
Fo14	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas con aptitud forestal y en pendientes mayores al 15%, así como aquellas zonas que además presentan alta y muy alta susceptibilidad a la erosión hídrica.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.

Tabla III.18. Criterios de la UGA 14 para la flora y fauna.

No	Criterios de la UGA 14	Vinculación con el proyecto
Ff1	No se permitirá la introducción de especies exóticas de flora y fauna en las áreas protegidas.	No aplica este criterio, ya que debido a la naturaleza del proyecto no hay introducción de especies exóticas
Ff2	La realización de obras en zonas donde se encuentren especies incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94 quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.	En las áreas de desarrollo no hay especies de la NOM-059-ECOL-94 (NOM-059-SEMARNAT-2010).
Ff3	Se deberá establecer un reglamento para la caza legal de especies cinegéticas atendiendo al calendario federal y estatal de caza	El proyecto no desarrolla actividades de caza.
Ff4	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94.	El proyecto no desarrolla actividades de extractivas.
Ff5	El aprovechamiento de la flora y la fauna silvestre deberá contar con un Programa de Manejo Autorizado.	El proyecto no realiza aprovechamientos.
Ff6	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	El proyecto no afectara los recurso naturales de la UGA.
Ff7	Deberá controlarse y regularse en estas áreas el crecimiento de los asentamientos humanos existentes y prohibir nuevos asentamientos	El proyecto no incluye asentamientos humanos.
Ff8	En las áreas propuestas con uso forestal de conservación, sólo se permitirá que los habitantes del lugar realicen actividades de recolección (leña y frutos)	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Ff9	La franja de vegetación que deberá respetarse como mínimo a la orilla de los ríos es de dos metros de ancho, de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM EM 011-SARH-1994.	El proyecto no se realiza cerca de ríos.
Ff10	Se prohibirá la tala no controlada así como el cambio de uso del suelo, por ser zonas con susceptibilidad alta a la erosión hídrica y no aptos para la actividad agrícola.	El proyecto no realiza actividades agrícolas.
Ff11	Deberán respetarse todas aquellas áreas	El proyecto no realiza actividades sobre

No	Criterios de la UGA 14	Vinculación con el proyecto
	con relictos de vegetación natural.	relictos de vegetación.
Ff12	Se prohíbe el cambio de uso del suelo y cualquier actividad que dañe los recursos de los cañones y sierras	El proyecto afectará cañones no sierras en la UGA.
Ff13	Se deberá proteger los relictos de vegetación que conforman hábitat para la vida silvestre.	El proyecto no realiza actividades sobre relictos de vegetación.
Ff14	Se deberán establecer cuotas de autoconsumo y difundir técnicas de uso de recursos	El proyecto no realiza actividades de autoconsumo.
Ff15	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, diferente al de vida silvestre y forestal	El proyecto evitará el cambio de uso de suelo en la UGA..
Ff16	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Ff17	Se deberán realizar prácticas de combinación de características de la pendiente y la superficie del terreno	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Ff18	tiempos de descanso del suelo	El proyecto no realiza actividades agrícolas.
Ff19	Se deberán realizar prácticas de manejo de sedimentos erosionados.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Ff20	Se deberán reforestar las áreas erosionadas o sin vegetación con especies frutícolas locales en las zonas cuyo relieve topográfico sea mayor o igual al 8% y con alta susceptibilidad a la erosión hídrica.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
Ff21	Se deberá reforestar con especies locales las zonas erosionadas por caminos	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.

Como es posible apreciar, el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tlaxcala no establece ninguna limitación o restricción para el desarrollo de un proyecto como el Antares Solar, incluyendo su línea de transmisión. El Ordenamiento sí establece ciertas condicionantes que se deberán de tomar en cuenta para el diseño y la implementación del proyecto. Se considera que mediante la propuesta de las medidas de mitigación que se realiza en el presente estudio, es posible asegurar que el proyecto no contravendrá en ningún momento ninguno de los criterios establecidos para esta UGA.

III.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

III.5.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local

La conservación de las áreas de interés biológico y/o ecológico es importante, ya sea por sus recursos naturales, por su alta biodiversidad, por la presencia de numerosas especies protegidas por algún instrumento legal o convenio internacional, por presentar especies endémicas de México o de la región, o bien porque no se han realizado estudios, entre otros factores. Específicamente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) están establecidas por parte de alguna entidad gubernamental mediante un decreto, en el que se describen los lineamientos para su protección (CONANP, 2017).

El sitio para el proyecto de construcción de Planta fotovoltaica no se encuentra dentro de ningún ANP, de las 42 áreas naturales protegidas (ANP) de competencia federal decretadas en la región Centro y eje Neovolcánico del sistema de CONANP (Figura III.10).

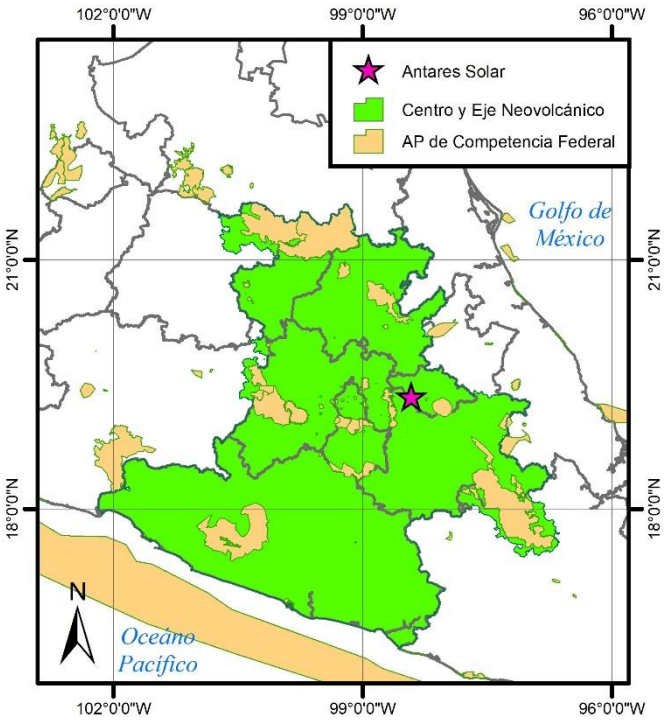


Figura III.10. Ubicación del sitio en la región Centro y eje Neovolcánico de CONANP.

El instrumento de política ambiental dirigido a la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación. Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la LGEEPA, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP de carácter federal, estatal o local.

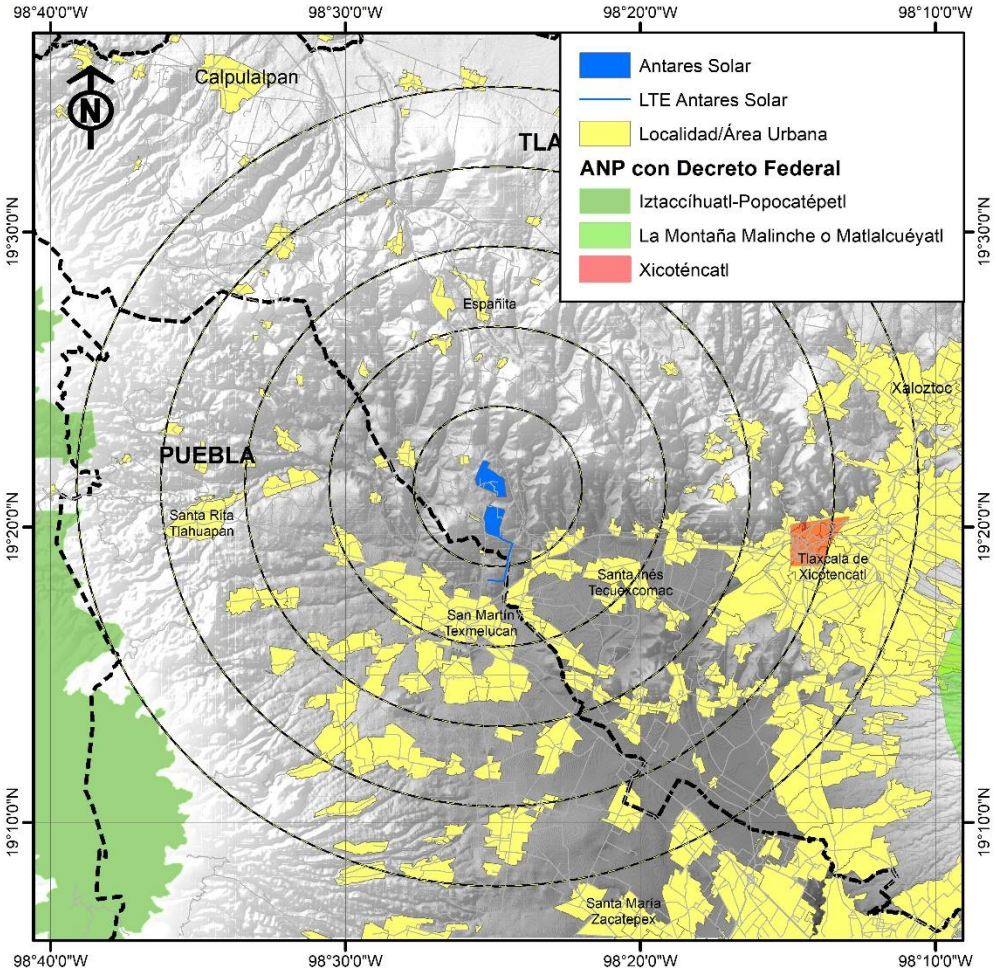


Figura III.11. Ubicación del sitio del proyecto respecto a ANPs con decreto federal.

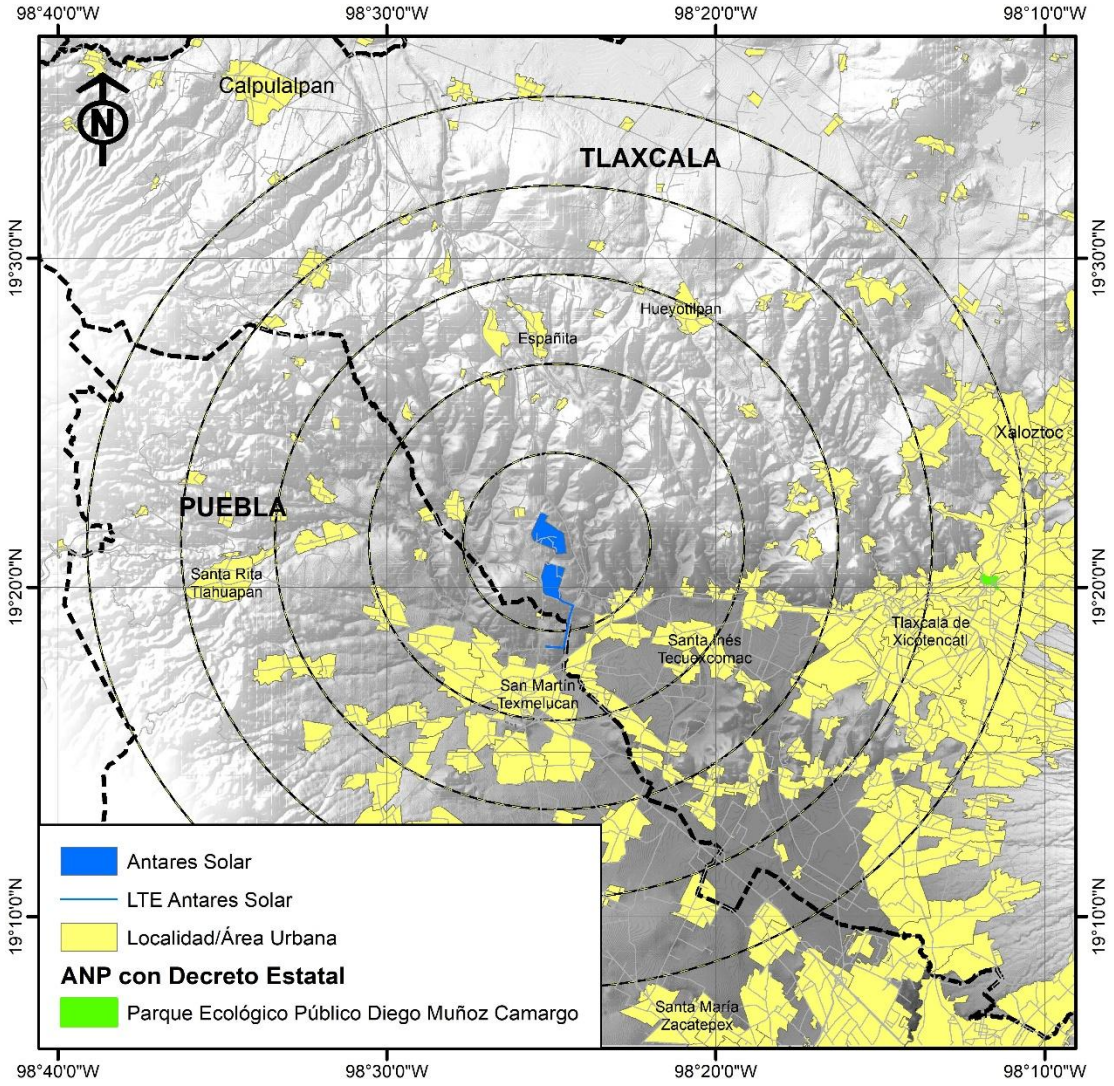


Figura III.12. Ubicación del sitio del proyecto respecto a ANPs con decreto estatal.

III.5.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Para conservar la diversidad biológica es necesario saber cuántas y cuáles son aquellas especies que se encuentran en una condición determinada, y por otro cuál es el estado de sus hábitats. Determinar cuáles son las especies amenazadas y sus causas requiere un análisis a detalle, de igual forma, el estudio referente a la condición de sus poblaciones. Sin embargo, se considera a nivel mundial como prioritarias a todas aquellas especies cuyo rango de distribución es menor de 50 mil km, de tal manera que estos centros se reconocen como áreas de endemismo. Cabe señalar que no se debe omitir la conservación del hábitat

que ocupan, para lo cual se han desarrollado diferentes programas de carácter nacional e internacional.

En México el programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves surge como una idea conjunta de CIPAMEX y BirdLife International en 1996, justo el momento en el que se coordinan actividades de la Comisión para la Cooperación Ambiental del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (CCA) con el propósito de crear una red regional de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos. El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna AICA.

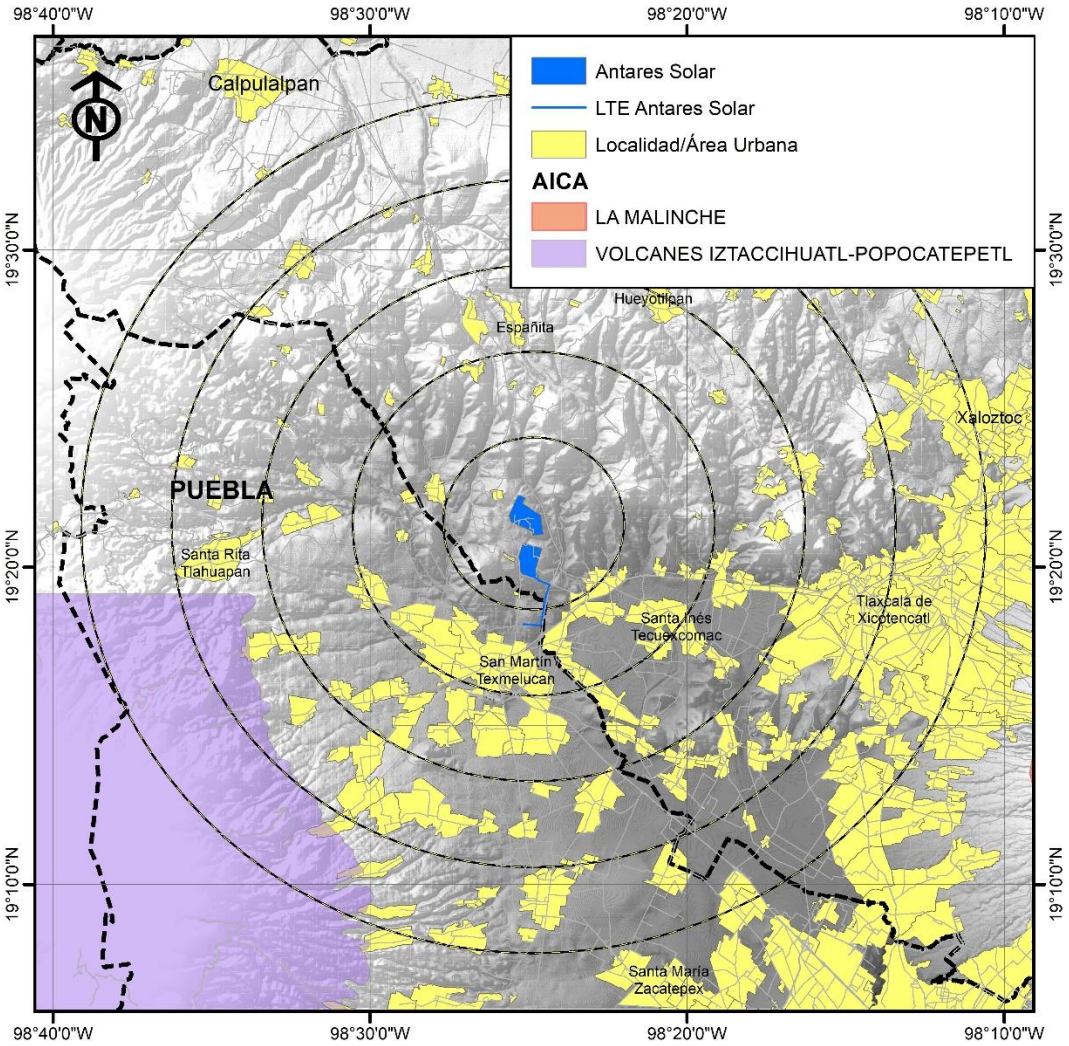


Figura III.13. Ubicación del proyecto respecto al AICA Volcanes Ixtaccihuatl y Popocatepetl y La Malinche.

El programa de AICA, ha desarrollado criterios que facilitan la determinación de sitios que permitan conservar a las aves a partir de cuatro principios fundamentales; 1) la presencia

de especies amenazadas a nivel global; 2) la presencia de especies de rango restringido (menos de 50,000 km^2; 3) especies restringidas a biomas únicos y; 4) especies que se congregan durante la reproducción o migración.

III.5.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

En este contexto, el proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en particular, tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El área del proyecto no se ubica dentro de ninguna de las RTP.

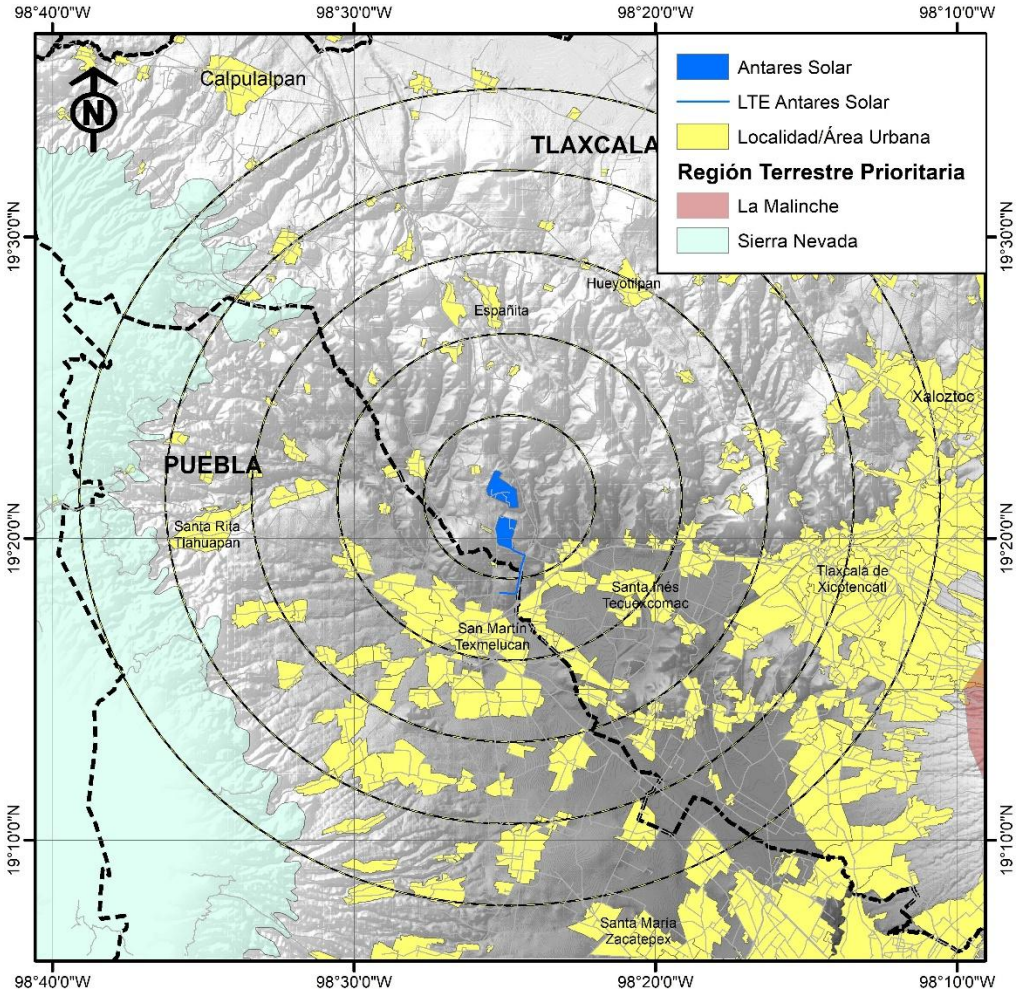


Figura III.14. Ubicación del Antares Solar respecto a RTPs.

III.5.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Estas áreas tienen por objetivo establecer un marco de referencia, que puede ser considerado por diversos sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido; ya que su delimitación se efectúa por un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos de la nación, considerando las características de biodiversidad, patrones sociales y económicos. El proyecto no se en ninguna de las regiones hidrológicas prioritarias.

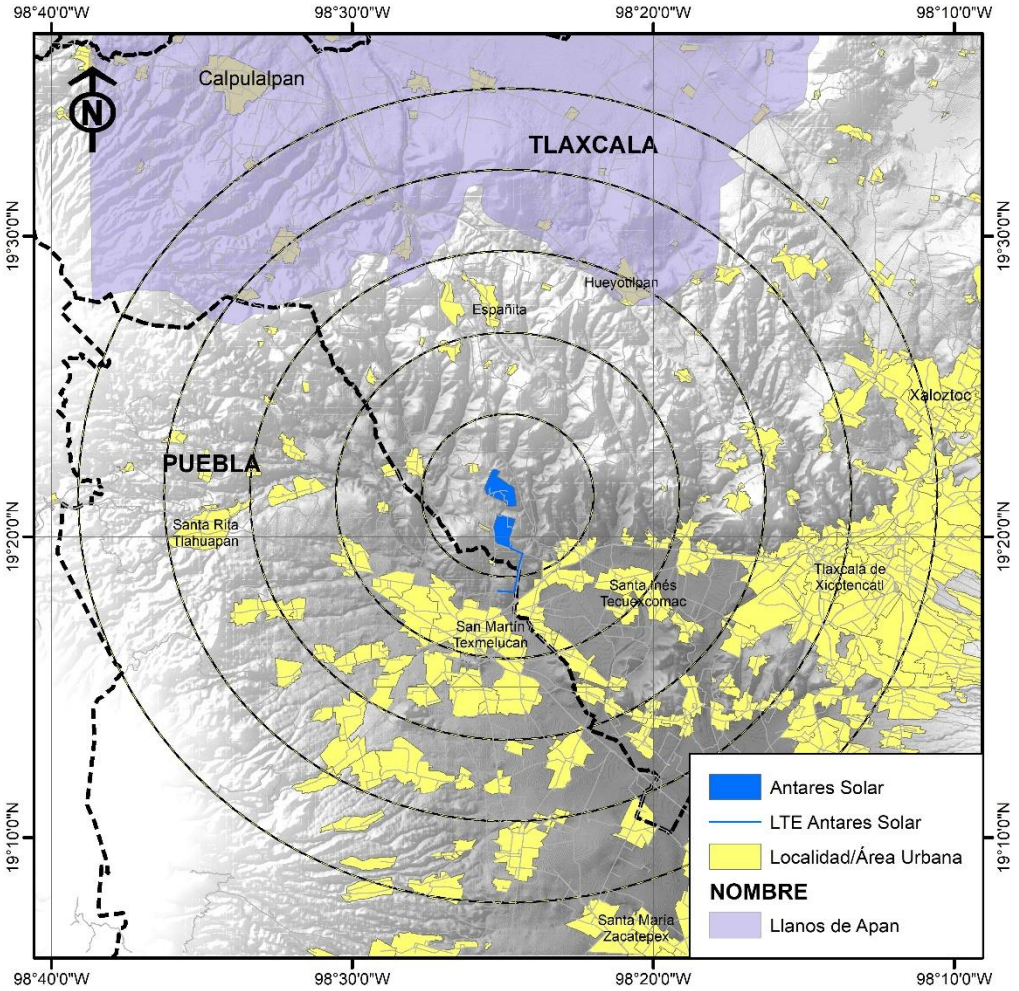


Figura III.15. Ubicación del proyecto respecto a RHPs.

III.5.5. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales Para La Conservación.

Respecto a los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAEC), el sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguno de ellos.

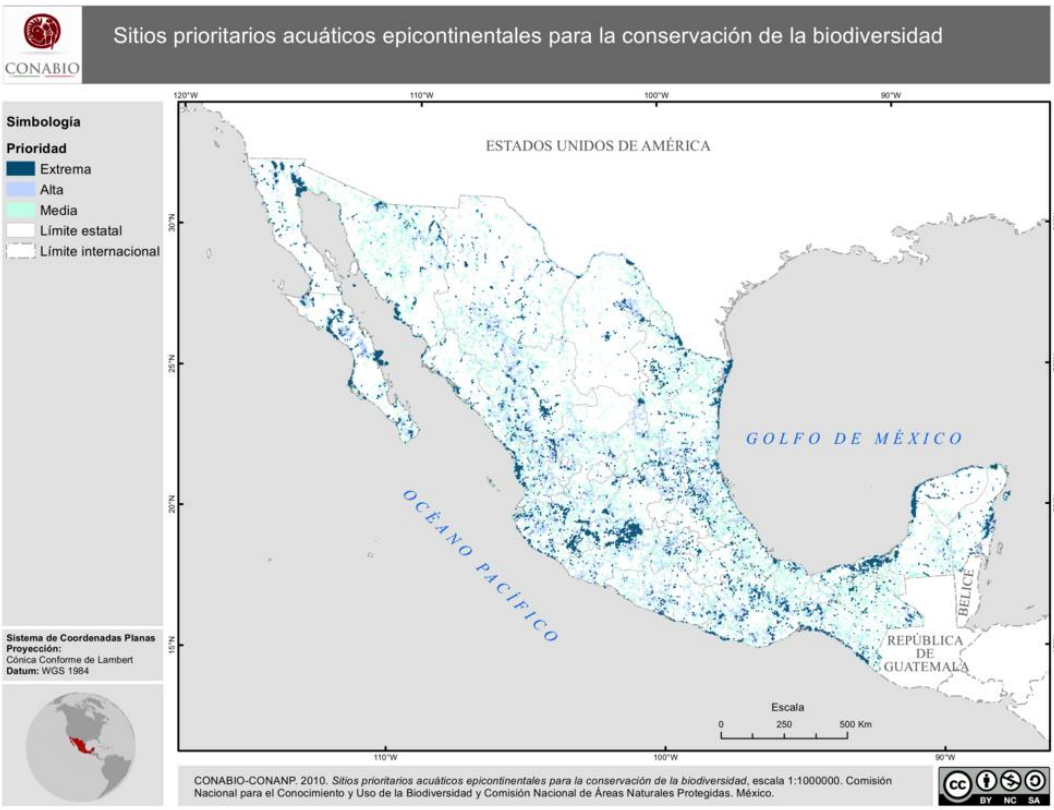


Figura III.16. Carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación.

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

El mismo documento señala que se identificaron los sitios prioritarios con el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83,091 hexágonos de 25

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

km^2 en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto.

El resultado fue un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598,875 km^2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales en 2010, 15.8% estaban representados en las áreas protegidas y 21.7% de ellos son sitios de prioridad extrema (Conabio-Conanp. 2010). Los sitios se representaron en una carta generada originalmente en escala 1:1,000,000 (Figura III.16).

Los hexágonos generados para esta área se presentan en la Figura III.17. De acuerdo con esto, el sitio no se encuentra en un SPAE, siendo los más cercanos áreas de importancia media, pero a más de 2 km de distancia.

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

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

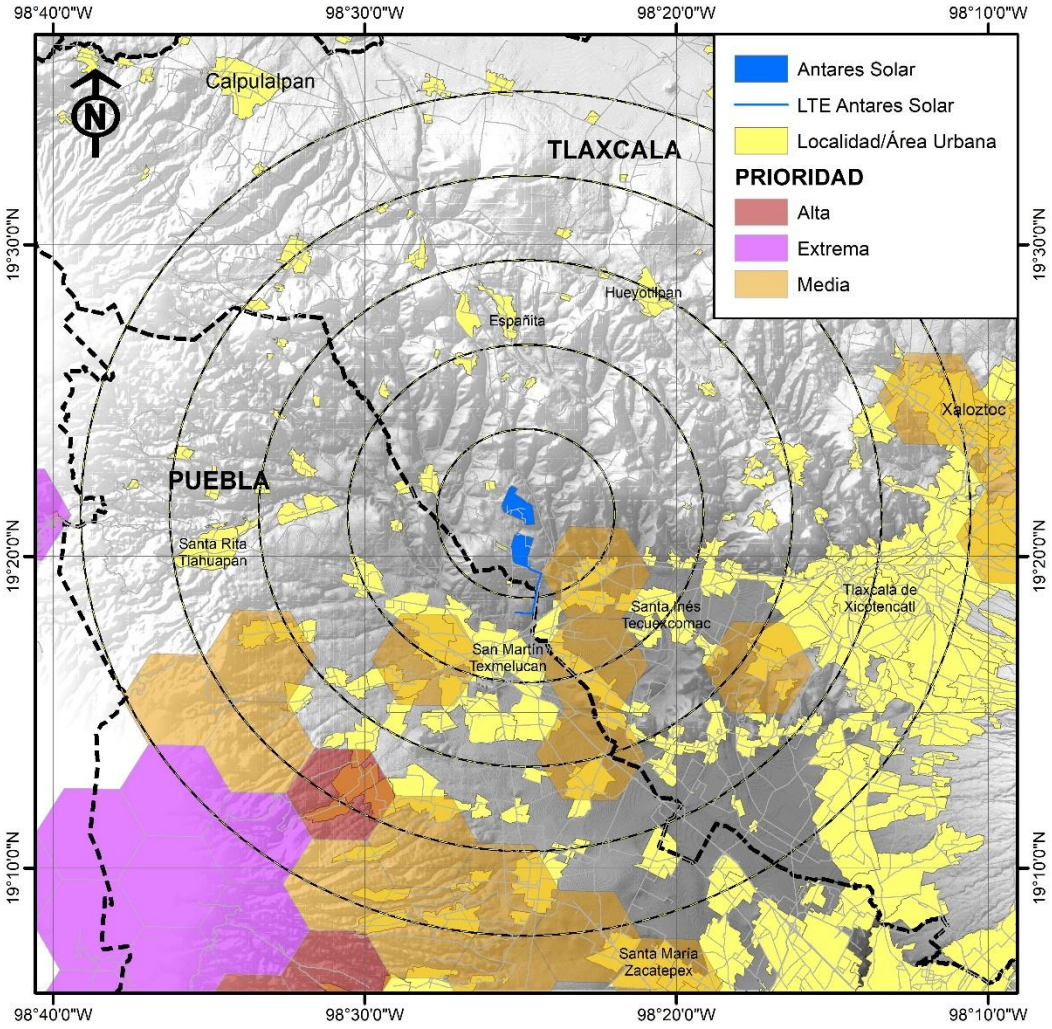


Figura III.17. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales respecto al sitio del proyecto.

De acuerdo con todo lo anterior tenemos lo siguiente:

- El sitio del proyecto o áreas cercanas al mismo no poseen las características que sirvieron para definir los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales, por lo que no está incluido en ninguno de ellos.
- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales pueden usarse como guía para definir estrategias y acciones de conservación *in situ* que contribuyan a proteger y rehabilitar los sitios identificados como relevantes por su biodiversidad acuática
- La escala de la carta de sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad es de 1:1,000,000 es conveniente para definir estrategias y acciones de conservación pero no para la evaluación del impacto ambiental, que requiere de una escala apropiada.

- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales no constituyen por sí mismos áreas naturales protegidas, de acuerdo con la ley en la materia.
- Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales no están delimitados de forma individualizada ni poseen una ficha técnica particular para cada uno.
- Para estos sitios no se tienen planes de manejo ni criterios de desarrollo que puedan ser observados para el desarrollo de proyectos de cualquier índole.
- La protección de las características ambientales de estos sitios se realiza por medio de la normatividad ambiental (leyes, reglamentos y normas), declaratorias de áreas naturales protegidas, ordenamientos territoriales y el PEIA (procedimiento de evaluación de impacto ambiental), entre otras.

III.5.6. Sitios Prioritarios Terrestres Para La Conservación De La Biodiversidad.

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

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

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

en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico, revisados y editados por especialistas.

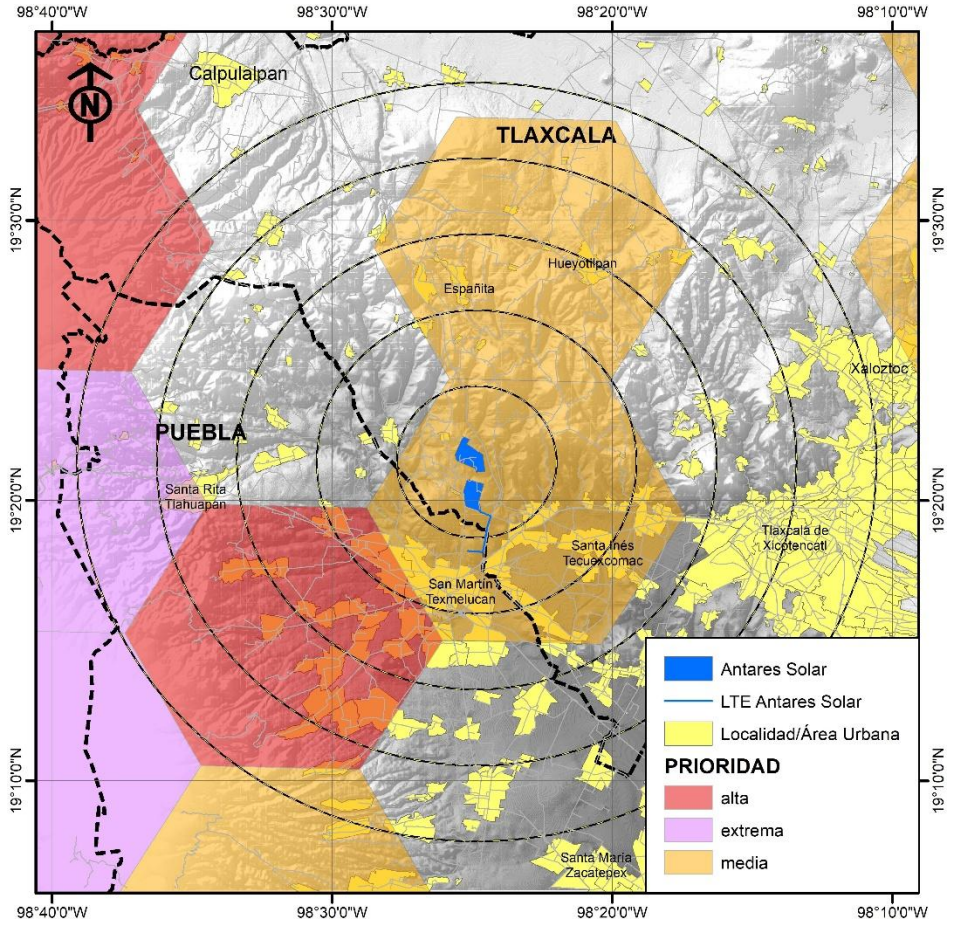


Figura III.18. Ubicación del proyecto respecto a los sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad.

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

En la determinación de los SPT no se incluyen estrategias de conservación, criterios de desarrollo o de uso de suelo que se puedan vincular directamente con proyectos o actividades particulares. Tampoco contiene disposiciones referentes al uso de suelo o usos permitidos. En este caso, el sitio del proyecto Antares Solar se incluye dentro de los límites de un SPT considerado de importancia media (Figura III.18).

III.6. Normas Oficiales Mexicanas

Tomando en consideración el carácter obligatorio de las presentes normas y en observancia a su objeto dirigido a la regulación y especificación técnica para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de los reglamentos o leyes, es que se vinculan al proyecto todas aquellas relativas a la normatividad ambiental y que son las concernientes al agua, suelo, residuos, aire, ruido, flora y fauna. Exponiéndolo de la siguiente manera:

Tabla III.19 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	No habrá ningún tipo de descargas a cuerpos de agua nacionales. En relación con los residuos de los sanitarios, se contratará a empresa externa que garantice el manejo adecuado de los residuos de las letrinas portátiles. Debido a la falta de drenaje municipal en el predio, para el adecuado manejo y destinos de aguas residuales, se considera la implementación de fosas sépticas acatando la reglamentación aplicable.
NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas- especificaciones y métodos de prueba.	Se atenderán las especificaciones técnicas de esta norma en los procesos de establecimiento de fosas sépticas prefabricadas en relación con las aguas residuales sanitarias a generarse dentro de la operación del presente proyecto.
Observando que el área donde se pretende realizar el proyecto es de uso agrícola, se destaca la falta de drenaje y alcantarillado municipal, situación que origina la contratación de pipas para el suministro de agua; aunado a lo anterior, se hace mención que en ningún momento serán utilizadas aguas tratadas ni se realizará tratamiento de aguas. Por las razones expuestas en el presente párrafo, son inoperantes las normas NOM-004-CONAGUA-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que se mencionan por su importancia, sin embargo, inaplicables en este proyecto.	
Suelo	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En la totalidad del proyecto se implementarán esquemas de prevención a la contaminación del suelo y para el supuesto de una posible contaminación al suelo, se atenderá a lo señalado en la norma que se vincula, así como lo consagrado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993	Ambas normas se vinculan de manera conjunta y se acatarán en referencia a los residuos que habrán de generarse durante la realización del proyecto que nos ocupa. Primeramente, se implementará un programa de clasificación de residuos atendiendo a los procedimientos de identificación con base en los

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	listados consagrados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. El proyecto contempla un programa de manejo integral de residuos el cual prevé para los residuos peligrosos, el envasado, almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos.
Aire	
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.	Dentro del proyecto se contempla la utilización vehículos automotores con uso de gasolina. En apego a la norma en cita, se deberá de contar con las verificaciones vehiculares vigentes.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	En caso de ser utilizados vehículos que operan con diésel como combustible, de igual forma serán sometidos a los procedimientos relativos y se operarán en todo momento sin excepción de acuerdo con los límites máximos de emisiones contaminantes permisibles.
NOM-167-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas.	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente.
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Si bien, se requerirá el uso de vehículos, maquinaria y equipos que son considerados en la norma que se vincula, en todo momento y preponderantemente en las etapas de mayor utilización de estos se encontrarán durante el tiempo que sean requeridos, en los mejores aspectos de mantenimiento para su operación, obedeciendo en todo momento los límites de emisión de ruido establecidos.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Esta norma se acata, comprometiendo al proyecto a los límites máximos permisibles de emisión de ruidos, aun cuando por su naturaleza no se contempla la generación de ruidos en fuentes fijas.
Flora y fauna	
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.	Parte fundamental de los diversos estudios del presente proyecto son los levantamientos de caracterización biótica del sitio y el Sistema Ambiental Regional. De estos levantamientos, se obtuvieron los listados tanto de la fauna como de la flora presentes en el SP, AI y el SAR. Sin embargo, el proyecto contempla diversas medidas de mitigación entre las que se encuentran los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, dándose especial énfasis a especies enlistadas en la NOM-059, en caso de encontrarse.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Protección y seguridad	
NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	En todo momento se implementarán los sistemas de protección, así como los mecanismos de seguridad, en obediencia a esta Norma Oficial Mexicana en cuanto hace a la maquinaria y equipo necesarios dentro de la etapa de construcción del proyecto.

III.7. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.

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

La Tabla III.20 presenta las categorías e instrumentos aplicables al área de estudio. En este caso se considera que el proyecto no tiene conflictos con ningún instrumento legal de planeación o de protección de áreas naturales.

Tabla III.20. Programas y ordenamientos aplicables al sitio del proyecto Antares Solar.

Instrumento	Sitio del Proyecto
Decreto de ANP Federal	No
Decreto de ANP Estatal	No
Decreto de ANP Municipal	No
AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves)	No
Regiones Hidrológicas Prioritarias de México *	No
Regiones Terrestres Prioritarias de México	No
Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales	No
Sitios Prioritarios Terrestres	Si
Sitio Ramsar	No
Ordenamientos Local	No
Ordenamiento Estatal ***	Si
Ordenamiento General del Territorio	Si
Ordenamiento Regional	No
* RHP Cuenca Oriental ** De importancia Media *** Programa de Ordenamiento Ecológico General del Estado de Tlaxcala.	

CAPÍTULO IV

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

Mayo de 2026

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

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

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

La propuesta de sistema ambiental regional para este proyecto está definida bajo un enfoque ecosistémico, debido a que se localiza en una organización vital dentro de un espacio determinado, en el que se debe observar la interacción entre los distintos factores bióticos (flora y fauna), abióticos y socioeconómicos del área geográfica estudiada.

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

La definición y descripción de las características del subsistema biótico del espacio geográfico en el cual se ubica el SAR ponen en evidencia que amplias áreas del mismo están profundamente transformadas, con extensa áreas urbanizadas. Asimismo, existen grandes extensiones de terrenos de uso agropecuario. Esto en conjunto, define las características de la región entre Tlaxcal y Puebla donde se ubica el proyecto.

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

De acuerdo con lo que establece el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, en los estudios de impacto ambiental es necesario hacer una descripción del Sistema Ambiental Regional en el que se insertará el proyecto. Dicha descripción abarca las características geográficas, geológicas, fisiográficas, climatológicas, edáficas, e hidrológicas. También se consideran atributos florísticos y faunísticos del lugar; así como las tendencias y factores de deterioro dominantes, todo lo cual servirá para hacer la determinación del impacto ambiental del proyecto.

Ni la LGEEPA ni su reglamento en materia de impacto ambiental ofrecen una definición de lo que puede entender como sistema ambiental regional, sin embargo, en la guía para elaborar la MIA-Regional se plantean lineamientos para definir el espacio geográfico del SAR, con base en la congruencia y detalles con las que se identifiquen y caracterizan cada uno de los ecosistemas que influyen en el área de estudio, con un soporte científico, que permita el análisis para la integración ambiental de cada uno de sus factores (abióticos y bióticos).

El Sistema Ambiental Regional (SAR) abarca tanto el Área de Influencia del Proyecto (AI) como el Sitio del Proyecto (SP), por lo que la correcta caracterización de los componentes seleccionados puede requerir diferentes escalas espaciales. A continuación, se presenta la descripción de cada concepto:

- **Sistema Ambiental Regional (SAR).** Unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Es considerado el límite de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, mediante el cual es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencias que caracterizan la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas Esta información permite desarrollar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto.

- **Área de Influencia (AI).** Es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos del proyecto sobre los componentes ambientales naturales, sociales o económicos, derivados no sólo de las actividades directas del proyecto sino también

de las actividades subsecuentes del mismo, de los cambios de accesibilidad, efectos físicos y otros. El AI incorpora a su vez dos conceptos: el área de impactos directos (AID) y el área de impactos indirectos (AII).

- **Sitio del Proyecto (SP).** Es el espacio físico que ocupará el proyecto y donde se presentarán de manera evidente los impactos ambientales. En general, se relaciona de forma puntual con los componentes ambientales de suelo, agua, aire, flora, fauna, infraestructura rural/urbana y población. En este caso corresponde a la superficie donde se hará la instalación de los paneles fotovoltaicos, como se describió en el Capítulo II. Esta área forma parte del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto.

Tomando en cuenta las definiciones anteriores, a continuación se hará la delimitación geográfica del SAR y AI (incluyendo el AID y el AII), para posteriormente hacer la caracterización y descripción de sus componentes.

IV.1.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Para entender el territorio y la importancia relativa del sitio, es necesario establecer el marco de referencia denominado Sistema Ambiental Regional (SAR). Esto se debe a que para el análisis de proyectos se consideran criterios globales que ayuden a interpretar los cambios de los sistemas ambientales en espacio y tiempo. En este caso, el proyecto se lleva a cabo en la vecindad de la localidad de Tlapexco y de Espíritu Santo, pertenecientes al municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, en el sur del estado de Tlaxcala, que tiene una población de alrededor de 38,970 habitantes según el Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía en 2020. La línea de transmisión inicia en el mismo municipio y posteriormente atraviesa hacia el estado de Puebla, donde se localiza la subestación de CFE.

El SAR sería entonces la unidad espacial básica en la que se presentan mecanismos de interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales). Esto define el entorno donde se establecerá un proyecto, sin que necesariamente experimente el proceso impacto-cambio-consecuencia en toda la extensión.

Al delimitar el SAR se considera que este se determina a partir de Unidades Ambientales que engloban uno o varios ecosistemas con sus respectivos elementos y procesos ecológicos, los cuales comparten una problemática y destino ambiental. El siguiente paso consiste en establecer los límites del SAR de forma que este sea lo suficientemente extenso para abarcar la zona del proyecto y los elementos con los que puede interactuar, pero lo suficientemente reducido para evitar que su importancia relativa se minimice o diluya. Así, se plantearon los siguientes criterios de delimitación:

- **Áreas naturales en algún régimen de protección:** El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida (Figura IV.1). Cualquier proyecto se debe desarrollar con criterios que incluyen el valor ambiental de los espacios, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales de las comunidades locales, las actividades realizadas actualmente por los pobladores locales, la información recabada sobre aspectos físicos y biológicos del área, y los sitios críticos para la conservación de ecosistemas y/o especies prioritarias.

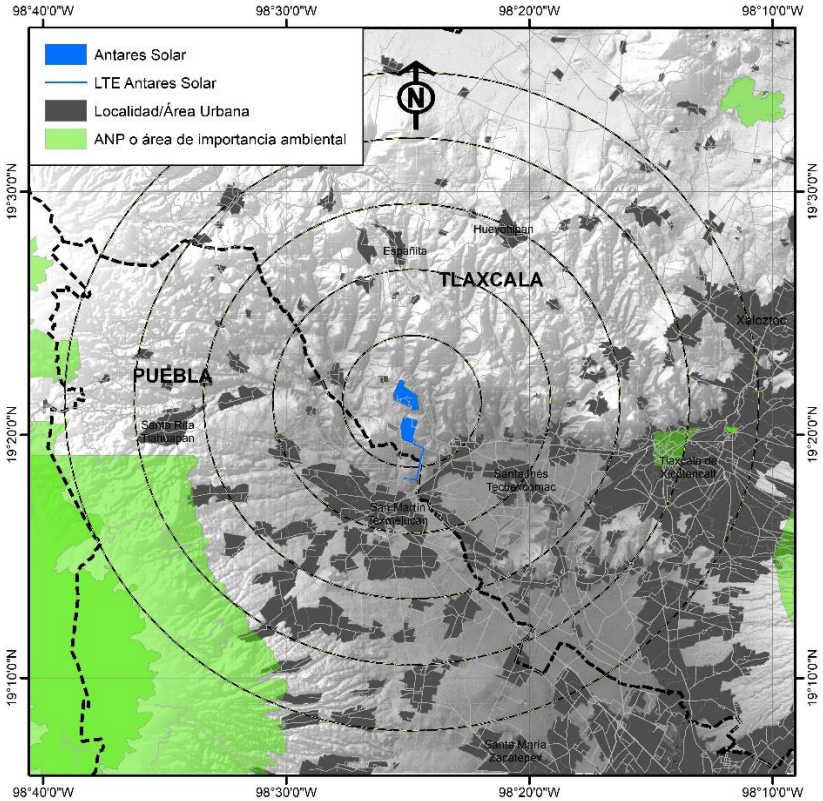


Figura IV.1. Límites de las ANP alrededor de donde se ubica el proyecto.

- **Hidrológicos:** para la delimitación del SA se ha tomado en cuenta el concepto de cuenca descrito en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI que a la letra dice: "XVI. Cuenca Hidrológica: Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas." El sitio del proyecto se localiza en la subcuenca Río Atoyac – San Martín Texmelucan (Figura IV.2) de la Cuenca Río Atoyac, en el extremo este de la Región Hidrológica 18. La subcuenca es demasiado extensa (1,967.5 km^2) e inadecuada para conformar el SAR. Las corrientes en esta área son arroyos intermitentes que no pasan por el predio lo cual dificulta el uso de microcuencas. En este caso el proyecto no forma parte de ninguna RHP.

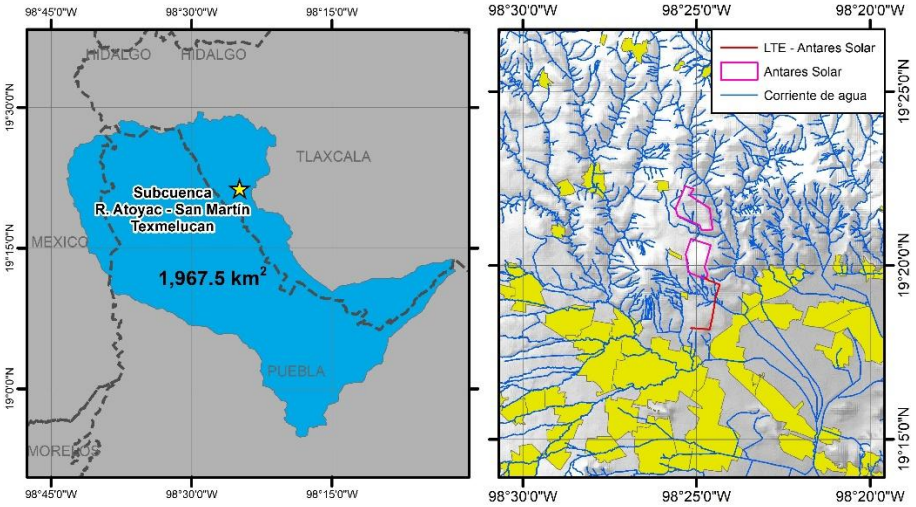


Figura IV.2. Hidrología general del sitio del proyecto.

- **Infraestructura y Centros de Población:** La presencia al sur de la zona urbana de que abarca conurbaciones de los estados de Puebla y Tlaxcala representa un criterio útil en tanto que se relacionan con un proceso profundo de transformación antrópica en la zona. No obstante, aunque el proyecto no influye directamente en el desarrollo de las localidades, se consideró establecer como límite la infraestructura vial asociada a las áreas urbanizadas y de desarrollo.

- **Vegetación y uso de suelo:** Para tener un marco de referencia de la vegetación actual se tomó en cuenta la delimitación de los tipos y cobertura, así como el grado de disturbio de los mismos. El sitio del proyecto y el trazo de la LTE se encuentran exclusivamente en zonas de uso agrícola y, al igual que los alrededores, prácticamente desprovisto de vegetación distinta a la inducida (Figura IV.3).

Figura IV.3. Uso de suelo y vegetación alrededor del sitio del proyecto.

- **Límites administrativos:** Los límites administrativos, como son los límites municipales (Figura IV.4) raramente coinciden con los atributos naturales de una región. En este caso el predio está en el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, con parte de la línea de transmisión en el municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. Sin embargo y dado que el proyecto no tiene el potencial para modificar significativamente el ambiente de ninguno de los municipios, no se han utilizado estos límites definir el SAR.

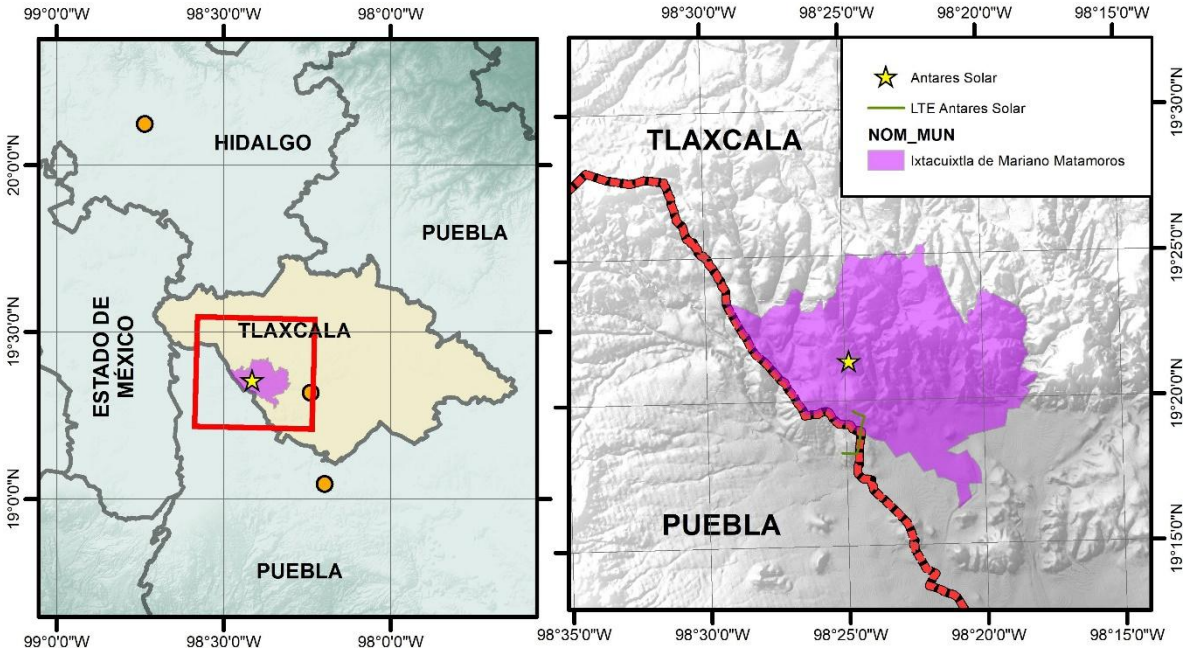


Figura IV.4. Límites municipales y ubicación del proyecto.

Tomando en cuenta los criterios ya mencionados, la ubicación geográfica del sitio y la información topográfica, hidrológica, geológica y vegetación, se delimitó el SAR considerando que el aspecto de las áreas transformadas y el urbano son los factores más importantes en las características ecológicas del lugar. Los límites del SAR, que abarca un área de aproximadamente 12,610 ha, se presentan en la Figura IV.5 siendo estos los siguientes:

- El SAR está limitado principalmente por la red vial regional, debido a que ambientalmente la región presenta una homogeneidad que provoca que las unidades ambientales basadas en criterios como vegetación, hidrología o edafología sean de gran extensión y continuas.
- Las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento del estado de Tlaxcala son muy extensa y reflejan también la cobertura extensa de rasgos antrópicos, como la agricultura y las urbanizaciones.
- Las características hidráulicas de la zona determinan la aptitud de los terrenos dedicados a agricultura de riego y temporal que dominan el SAR.
- Parte de la zona de San Martín Texmelucan, con la subestación de la CFE, está dentro del SAR, junto con las construcciones a lo largo del trazo de la línea de transmisión.

Figura IV.5. Límites del Sistema Ambiental Regional.

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

IV.1.2. Delimitación del Área de Influencia.

Una vez delimitado el SAR que se utilizará como referencia general, se requiere de establecer los límites del Área de Influencia (AI), que se relaciona tanto con los espacios físicos que ocupará el proyecto como con las zonas que pueden ser directa o indirectamente afectadas.

En el área de influencia pueden ocurrir efectos sobre los componentes ambientales no sólo por las actividades del proyecto, sino también por actividades temporales durante la etapa de construcción.

En este caso se consideró en el AI al área del proyecto esta acotada por el tipo de actividad, en la que no se generan emisiones a la atmósfera, ruido ni descargas de aguas residuales.

Aparte del terreno ocupado no hay aprovechamiento de otros espacios ni uso de recursos externos.

El AI generalmente incorpora dos conceptos: el área de influencia directa y el área de influencia indirecta.

- **Área de influencia directa (AID):** generalmente se considera la huella física de elementos del proyecto tales como los derechos de vía, las obras de construcción, áreas de apoyo y las zonas afectadas durante la fase operativa (por ejemplo, por nuevos patrones de tráfico). En este caso el AID abarca el área que ocupará la

infraestructura eléctrica, el área de tránsito hacia el sitio del proyecto y el área de resguardo de materiales, todo dentro de los límites del predio.

- **Zona de impactos indirectos:** esta es más difícil de definir con precisión, pero incluye áreas donde pueden ocurrir cambios inducidos o acumulativos, en combinación con actividades que no están bajo el control directo del proyecto.

Las actividades que pueden generar impactos se desarrollan principalmente durante la construcción y en la operación sólo se percibe la presencia de los paneles, sin presión sobre el entorno. Así, de acuerdo con la descripción que se presenta en el Capítulo II de este documento, se incluye solamente el sitio donde se desplantará la estructura, ya que no habrá procesos ni actividades fuera de esta área. No obstante, se incluye en el AII un radio de 500 metros alrededor del polígono del Área Núcleo, de forma que, en su caso, sea congruente con la evaluación de aspectos sociales del proyecto. Esta área incluye tierras de cultivo y la localidad de Espíritu Santo, pero no áreas naturales ni cuerpos de agua.

Figura IV.6. Área de Influencia del proyecto para el proyecto Antares Solar.

IV.2. Características Ambientales

IV.2.1. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (2004), en el área del proyecto en el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala, predomina el clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad C(w2). Este tipo de clima se caracteriza por una temperatura media anual que oscila entre los 12 °C y los 16 °C y una precipitación anual que va de los 600 a los 750 mm, siendo ligeramente más extremoso y seco que en los valles colindantes de Puebla debido a la altitud de la meseta.

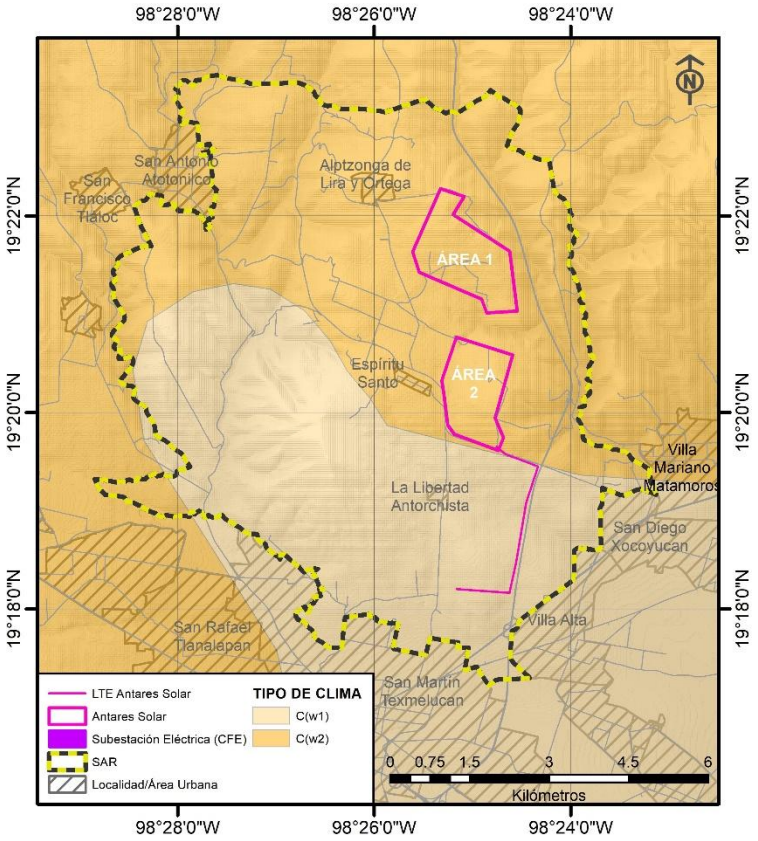


Figura IV.7. Tipos de clima en el SAR y el sitio del proyecto.

Para el análisis detallado de las condiciones climatológicas del sitio, se consultaron los registros de la estación meteorológica 21078, ubicada al sur, en la cabecera municipal de en San Martín Texmelucan y actualmente en operación, obteniéndose las normales climatológicas de un periodo de 1991 a 2020. Los datos de esta estación son altamente representativos para la zona del proyecto dada su proximidad (menos de 10 km) y similitud fisiográfica.

El comportamiento de la temperatura ambiental muestra una media anual de 14.5 °C. Los meses más cálidos son abril y mayo, previos al solsticio de verano y al inicio del periodo de lluvias, mientras que las temperaturas más bajas se registran en diciembre y enero, con presencia frecuente de heladas. Por otro lado, la precipitación anual promedio es de 682.4 mm, concentrándose el 80% de la misma en los meses de verano.

Tabla IV.1 Normales climatológicas de la estación meteorológica 21078 San Martín Texmelucan.

Estación Meteorológica: 21078 San Martín Texmelucan Estado: Puebla Altura: 2,265 msnm Periodo: 1991-2020													
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Temp. Media (°C)	11.9	13.1	15.2	17.0	17.8	17.3	16.4	16.5	16.2	15.1	13.5	12.4	15.2
Precipitación (mm)	8.2	6.5	12.4	35.1	72.3	125.4	118.2	122.1	134.5	40.2	5.1	2.4	682.4

El análisis de los datos climatológicos muestra que el mes más caluroso es mayo, con una temperatura media de 17.8 °C, y el más frío es enero, con 11.9 °C. La temporada de lluvias se concentra de junio a septiembre, siendo este último el mes con la mayor precipitación acumulada (134.5 mm). Es importante destacar que en esta región del Altiplano, la amplitud térmica diaria es significativa, pudiendo presentarse oscilaciones de hasta 20 °C entre el día y la noche.

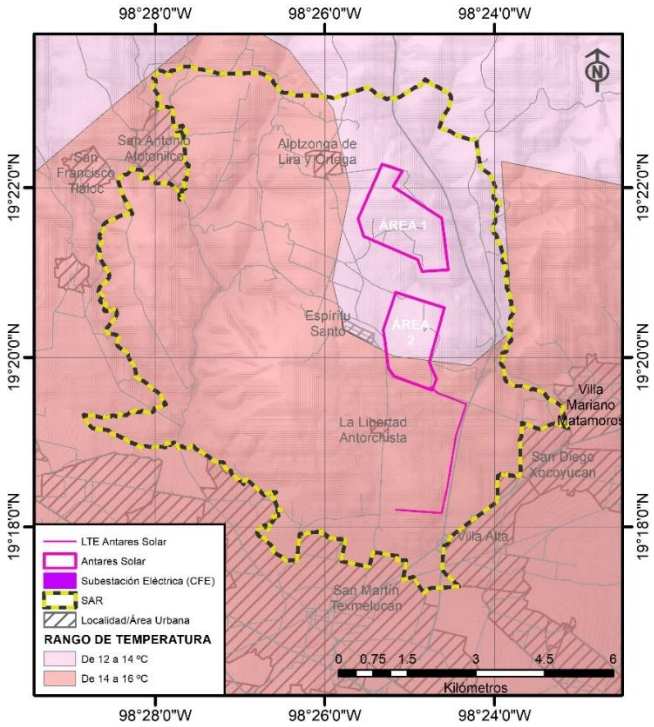


Figura IV.8. Rangos de temperatura en el SAR y el sitio del proyecto.

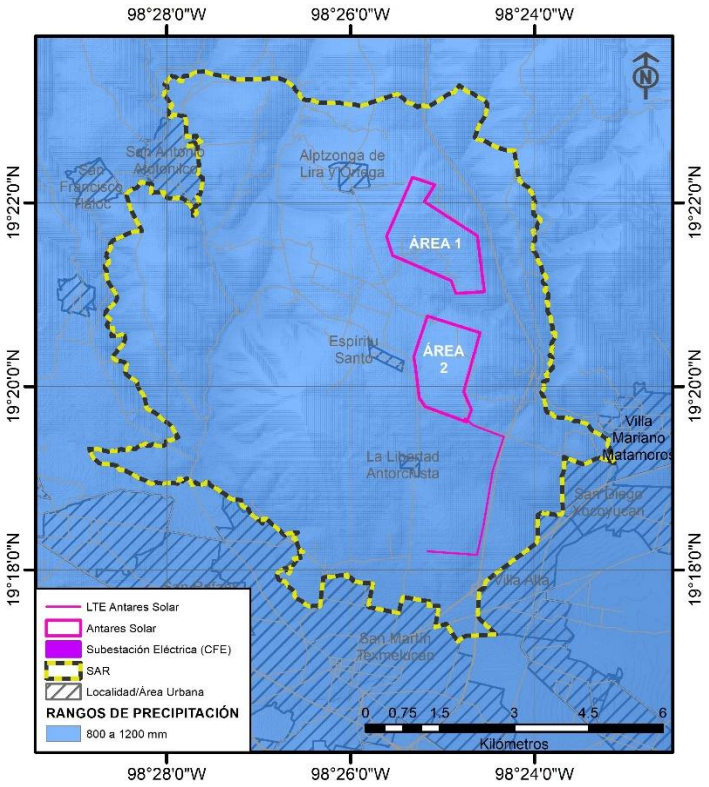


Figura IV.9. Rangos de precipitación en el SAR y el sitio del proyecto

En cuanto a la evapotranspiración, los estudios para el Acuífero 2901 (Alto Atoyac) indican que los valores de evapotranspiración potencial superan significativamente a la precipitación durante la mayor parte del año, generando un déficit hídrico característico de las zonas de agricultura de temporal del oriente de Tlaxcala. Este balance hídrico negativo refuerza la importancia de los jagüeyes identificados en el predio como puntos críticos de captación y almacenamiento.

Estas condiciones climáticas son altamente favorables para el desarrollo de la planta fotovoltaica de 180.2 MW. La combinación de una elevada radiación solar (típica de los 2,500 msnm) con temperaturas medias moderadas (que rara vez superan los 25 °C de forma sostenida) optimiza el rendimiento de los módulos fotovoltaicos, los cuales pierden eficiencia ante el calor excesivo. Asimismo, el régimen de lluvias bien definido permite planificar las actividades de mantenimiento y limpieza de paneles durante la temporada de estiaje, minimizando el uso de agua externa

IV.2.1.1. Fenómenos meteorológicos

En el área de influencia del proyecto en Tlaxcala, se manifiestan distintos fenómenos meteorológicos condicionados por su ubicación en el Altiplano Central y la influencia orográfica. El análisis de estos fenómenos se fundamenta en la información del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED) y el Atlas de Riesgos del Estado de Tlaxcala. A continuación, se describen los más relevantes para la zona del proyecto.

Tabla IV.2 Riesgo en el sistema ambiental regional por fenómenos meteorológicos

Fenómenos meteorológicos	Características
Sequias	Caracterizadas por un déficit prolongado de precipitación que afecta la recarga del acuífero 2901. Para el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros, el riesgo asociado se considera de Medio a Alto, dado que la región se encuentra en una zona de transición hacia climas más áridos al oriente del estado (zona de El Carmen Tequexquitla)
Heladas	Son eventos de temperaturas por debajo de los 0 °C, muy frecuentes debido a la altitud (2,500 msnm) y la pérdida de radiación nocturna. Iztacuixtla de Mariano Matamoros presenta uno de los índices más altos de heladas en el estado, con un promedio de 60 a 80 días al año (octubre a marzo). El riesgo se clasifica como Alto a Muy Alto.
Tormentas eléctricas y granizadas	Lluvias intensas con descargas eléctricas y, frecuentemente, caída de granizo. En Iztacuixtla de Mariano Matamoros, las granizadas son un fenómeno recurrente durante el verano debido a la convección intensa. El riesgo por granizo se clasifica como Alto, lo cual representa un factor de diseño estructural fundamental para la resistencia de los módulos fotovoltaicos.
Vientos fuertes	Debido a la topografía el sitio es susceptible a ráfagas de viento significativas, especialmente durante la transición de invierno a primavera ("vientos de febrero"). El riesgo se considera Medio, requiriendo sistemas de seguimiento solar (trackers) con modo de defensa (stow mode) ante vientos elevados
Ciclones tropicales	Aunque Iztacuixtla de Mariano Matamoros no tiene impacto directo, recibe remanentes del Golfo de México que generan lluvias torrenciales de larga duración. Debido a su ubicación tras la Sierra Madre Oriental, el riesgo de vientos huracanados es Muy Bajo, pero el riesgo por inundaciones pluviales asociadas se clasifica como Bajo a Medio.

IV.2.2. Fisiografía

El área del proyecto se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico. Esta provincia atraviesa la parte central de México y se caracteriza por una intensa actividad volcánica desde el Terciario hasta el presente, lo que ha generado una vasta acumulación de rocas ígneas, depósitos de materiales piroclásticos y relieves complejos que definen el paisaje del Altiplano tlaxcalteca.

Dentro de esta provincia, el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros se sitúa en la subprovincia de los "Lagos y Volcanes de Anáhuac". Esta subprovincia se distingue por la presencia de grandes edificios volcánicos que delimitan valles intermontanos y llanuras aluviales, formando cuencas que en su mayoría son endorreicas o de drenaje interno. En el área del proyecto, ubicada al noroeste de la cabecera municipal, se identifican principalmente dos unidades geomorfológicas (Tabla IV.3).

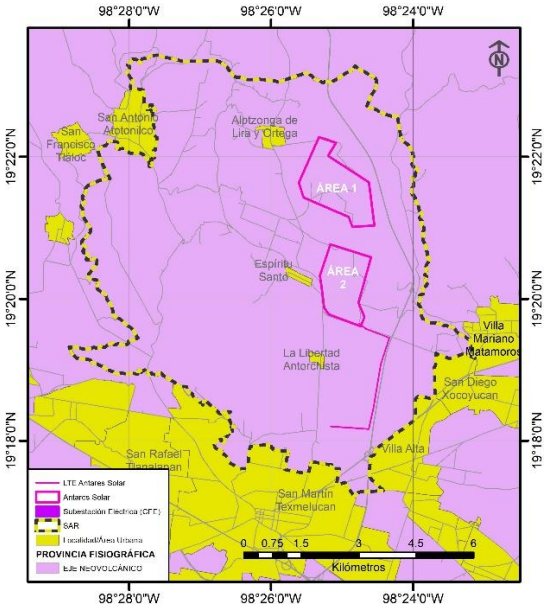


Figura IV.10. SAR y provincia fisiográfica Eje Neovolcánico.

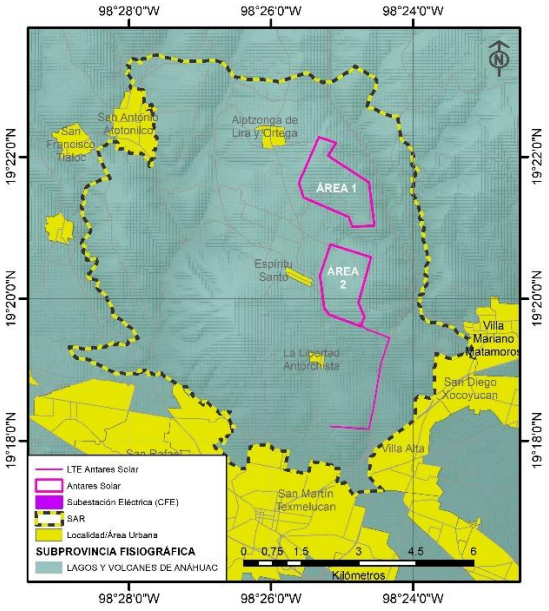


Figura IV.11. SAR y subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac.

Tabla IV.3 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR.

Unidades geomorfológicas	Características
Llanura Aluvial	Corresponde a la unidad donde se emplazará la mayor parte del polígono. Presenta una topografía sensiblemente plana con pendientes suaves (0% a 5%). Está conformada por la acumulación de sedimentos finos y materiales piroclásticos (cenizas y arenas) transportados por escurrimientos superficiales desde las partes altas.
Piedemonte y Lomerío Suave	Localizado hacia las estribaciones que rodean el valle. Se caracteriza por elevaciones de pendiente moderada compuestas por materiales

	volcánicos consolidados y depósitos de caída. En estas zonas es común encontrar afloramientos de tepetate (toba volcánica endurecida) debido a la erosión de las capas superficiales.

El proyecto se emplazará predominantemente en la unidad de Llanura Aluvial con Lomerío la cual es ideal para la instalación de plantas fotovoltaicas de gran escala (180.2 MW) debido a su estabilidad topográfica y mínimas necesidades de nivelación de terreno. Esta configuración influye directamente en el uso del suelo, ya que la planicie ha sido históricamente aprovechada para la agricultura de temporal mecanizada, mientras que los lomeríos circundantes presentan una mayor susceptibilidad a la erosión hídrica si se remueve la escasa cobertura vegetal existente.

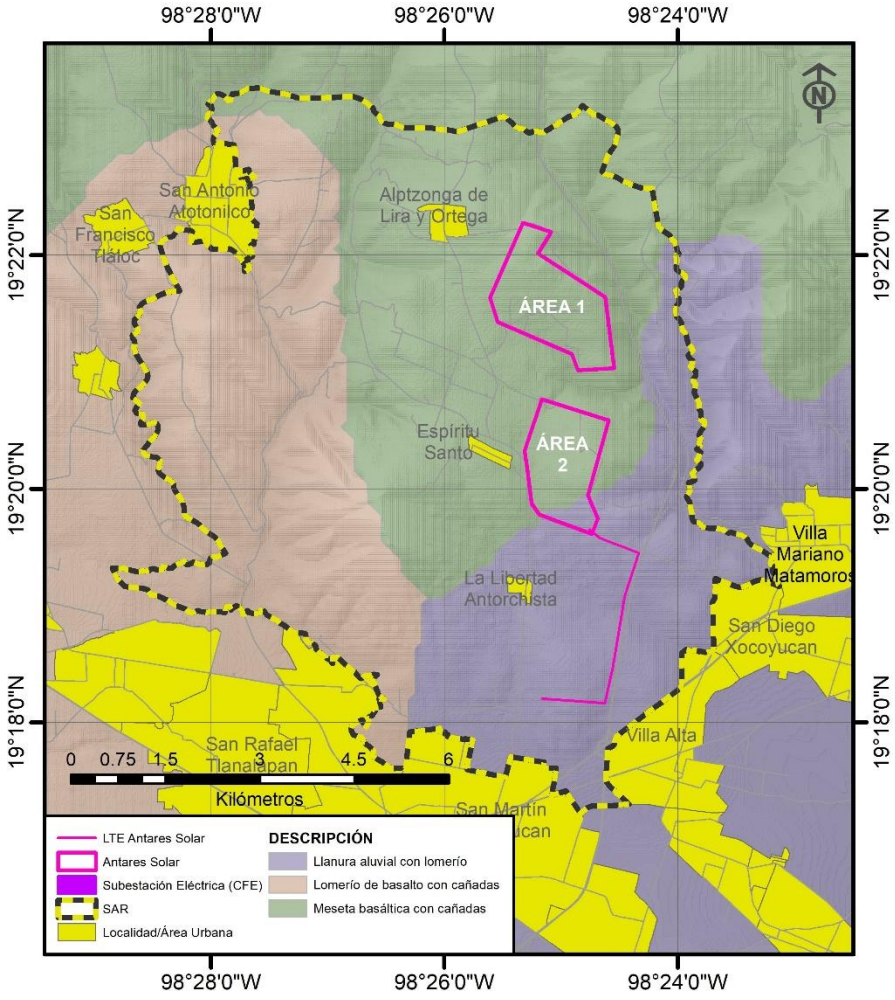


Figura IV.12. Topoformas del SAR y el sitio del proyecto.

IV.2.3. Geología

El área del proyecto se ubica en el Eje Neovolcánico Transmexicano, una región geológicamente influenciada por la actividad del volcán La Malinche. La geología local está dominada por materiales volcánicos del Cuaternario. De acuerdo con la cartografía del Servicio Geológico Mexicano (SGM), en la zona de estudio predominan los afloramientos de rocas volcánicas de diferente composición: riolitas, andesitas, basaltos, tobas y brechas volcánicas; así como diversas asociaciones de ellas. Existen además sedimentos lacustres y brechas sedimentarias. Al estar comprendido en su totalidad dentro del Eje Neovolcánico, la geología ha sido moldeada por una actividad volcánica, la cual le ha dado al relieve un perfil característico (Tabla IV.4).

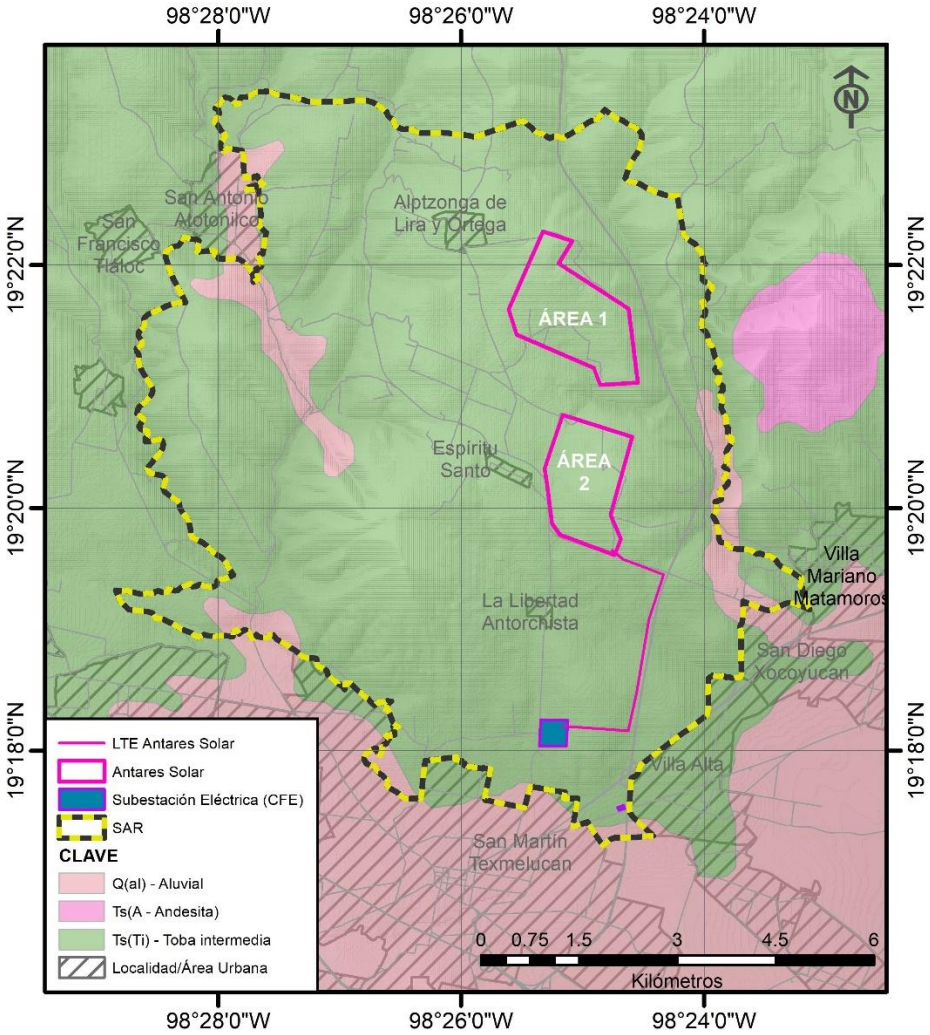


Figura IV.13. Geología del SAR y el proyecto.

Tabla IV.4 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR.

Unidades litológicas	Tipo de roca	Características
Toba Volcánica (Tepetate)	Ígnea extrusiva / Piroclástica	Son depósitos de ceniza y fragmentos volcánicos compactados y endurecidos. Es el material predominante en el subsuelo. Presenta una alta resistencia mecánica pero baja permeabilidad cuando está consolidado, lo que condiciona el diseño de cimentaciones por hincado.
Aluvión y Depósitos Piroclásticos	Sedimentaria detrítica	Compuestos por arenas volcánicas, limos y gravas no consolidadas. Rellenan la llanura, formando suelos profundos donde se desarrolla la agricultura de temporal. Estos materiales permiten una alta tasa de infiltración hacia el acuífero local.

Esta composición litológica, caracterizada por la alternancia de depósitos de caída volcánica y sedimentos aluviales, define la capacidad de carga del terreno. La porosidad de los depósitos no consolidados es fundamental para la recarga del Acuífero 2901 (Alto Atoyac), por lo que el proyecto debe asegurar que la instalación de los paneles no altere significativamente esta función ecosistémica.

IV.2.3.1. Riesgos Geológicos.

- **Fallas y Fracturas:** De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos y la cartografía del SGM, no se identifican fallas geológicas activas que atraviesen el polígono del proyecto. No obstante, la región se inserta en el sistema de fallamiento regional asociado al Graben de Tlaxcala. Estas estructuras no representan un riesgo directo para la estabilidad de las estructuras fotovoltaicas, que por su naturaleza son ligeras y flexibles.
- **Sismos:** Con base en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE (2015), el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros se encuentra en la Zona B. Esta se define como una región de sismicidad intermedia con peligro bajo. Dado que el proyecto consiste principalmente en estructuras de soporte metálico hincadas a poca profundidad y centros de transformación prefabricados, el riesgo sísmico es bajo y se mitiga mediante el cumplimiento de las normas de construcción vigentes.

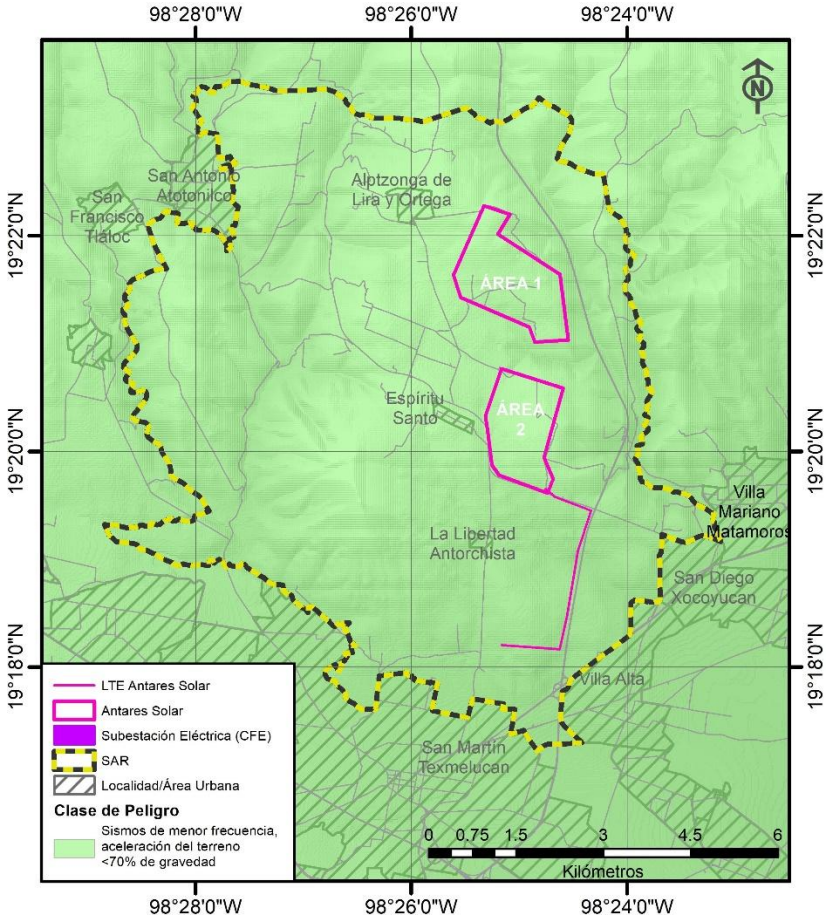


Figura IV.14. Regionalización sísmica del SAR y el sitio del proyecto.

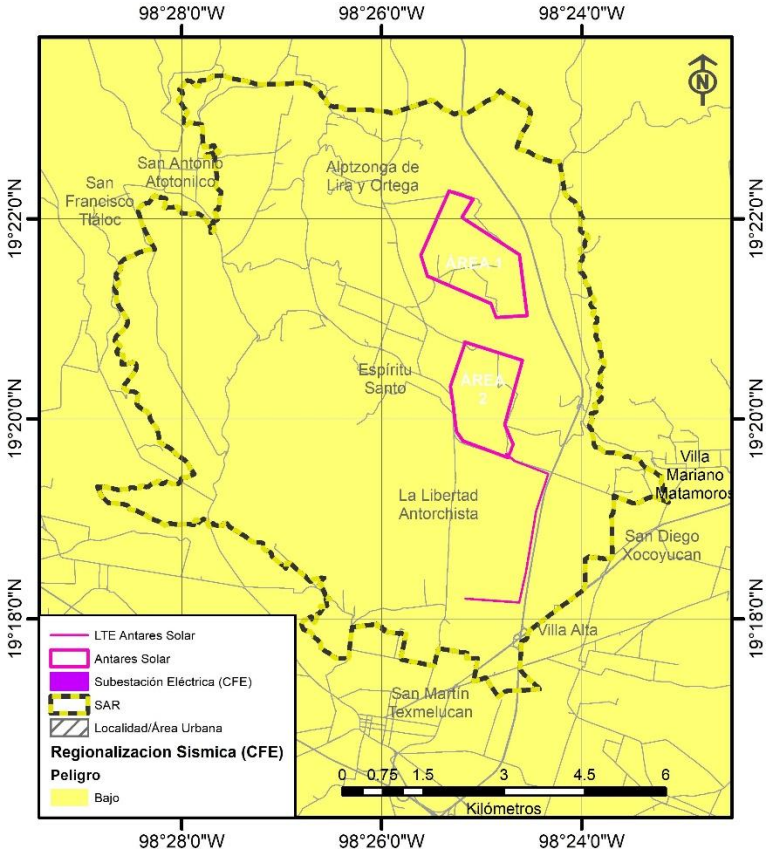


Figura IV.15. Sismicidad

- **Susceptibilidad a deslizamientos:** En el sitio del proyecto, la topografía es predominantemente plana, por lo que la susceptibilidad a movimientos de masa es Nula a Muy Baja.

- **Riesgo por inundación:** Debido a la naturaleza endorreica de la subcuenca RH18Ad (Río Atoyac-San Martín Texmelucan), existen zonas de encharcamiento en depresiones locales. El riesgo se clasifica como Bajo a Medio, requiriendo un diseño hidrológico que respete los cauces intermitentes y mantenga la capacidad de almacenamiento de los jagüeyes existentes.

- **Volcanes activos:** El proyecto se localiza dentro del radio de influencia del volcán Popocatépetl y del volcán La Malinche (actualmente inactivo pero geológicamente joven). El riesgo principal para la planta fotovoltaica es la caída de ceniza volcánica. Una acumulación significativa de ceniza puede reducir drásticamente la generación eléctrica y requerir protocolos de limpieza intensiva. El Atlas Nacional de Riesgos clasifica el peligro por caída de ceniza en Ixtacuixtla de Mariano Matamoros como

Medio, condicionado por la dirección de los vientos dominantes (generalmente hacia el este/noreste).

IV.2.4. Suelo

Los suelos constituyen el soporte de la vida vegetal y son el filtro natural para la recarga del acuífero. En esta región del Altiplano, son estructuras naturales derivadas de materiales piroclásticos (cenizas, arenas y lapilli) del Cuaternario. El tipo de suelo en el área del proyecto se determina por la interacción del clima templado-seco y la topografía de llanura aluvial, lo que ha dado lugar a unidades edafológicas con alta vocación agrícola pero susceptibles a la degradación.

Figura IV.16. Edafología del SAR y el sitio del proyecto.

El proyecto se ubica primordialmente sobre suelos de tipo Regosol, Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como “ócrica”, que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. Estas características limitan el rendimiento del terreno, por lo que se utilizan alternativas como los invernaderos con riego.

De acuerdo con la cartografía de INEGI (Continuo Nacional de Edafología), el Sistema Ambiental Regional (SAR) se caracteriza por las siguientes unidades (Tabla IV.5).

Tabla IV.5 Características de las unidades edafológicas dentro del sistema ambiental regional

Suelo	Clave	Textura	Descripción
Regosol	**RG**	Media a Fina	Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como “ócrica”, que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

Fluvisol	**FL**	Media a Fina	Los fluvisoles son suelos poco frecuentes en el Uruguay. Se caracterizan por ser profundos y estar pobremente edafizados, siendo la acumulación de materia orgánica su proceso de formación de suelo más importante. Carecen en la mayoría de los casos de horizonte diagnóstico subsuperficial, pudiendo tener a lo sumo un horizonte gleico a más de 120 cm de profundidad, no debiendo presentar contacto lítico a menos de 50 cm de la superficie. Se desarrollan en las planicies o terrazas bajas de los ríos y arroyos principales, a partir de la estratificación sucesiva de sedimentos aluviales recientes depositados por las inundaciones.
Phaeozem	**PH**	Media a Fina	Son suelos que se caracterizan por un horizonte superficial oscuro (mólico), rico en materia orgánica y nutrientes. En Iztacuixtla de Mariano Matamoros, su material parental es de origen volcánico no consolidado. Debido a su porosidad y fertilidad, son excelentes para la agricultura de temporal, aunque su estructura es frágil ante la erosión eólica si pierden cobertura.
Cambisol	**CM**	Media	Suelos jóvenes que presentan un desarrollo incipiente de horizontes. Son comunes en las zonas de transición del valle. Se caracterizan por tener una buena capacidad de retención de humedad, pero en la región suelen presentar una fase dúrica (tepetate) a profundidades variables, lo que limita la penetración de raíces y el hincado de estructuras

Un factor crítico identificado en el sitio es la erosión hídrica y eólica. Debido a las prácticas de labranza intensiva y la exposición del suelo durante el estiaje, se observa una pérdida progresiva de los horizontes superficiales, lo que en algunas zonas del SAR deja al descubierto estratos de tepetate.

De acuerdo con la cartografía de Erosión de Suelos del INEGI, en el área del SAR predomina la erosión hídrica de grado moderado, manifestándose principalmente de forma laminar y en surcos durante la temporada de lluvias. Sin embargo, a diferencia de otras regiones, en Iztacuixtla de Mariano Matamoros la erosión eólica adquiere una relevancia mayor debido a la topografía plana, atemperada en parte por la presencia de barreras rompevientos inducidas. Durante la temporada de estiaje (noviembre a mayo), la pérdida de suelo superficial por acción del viento es evidente, especialmente en los predios agrícolas que carecen de cobertura vegetal tras la cosecha, lo que resulta en texturas de suelo predominantemente medias a gruesas en la superficie.

IV.2.5. Hidrología.

IV.2.5.1. Hidrología Superficial

El área del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica RH-18 Balsas. A pesar de pertenecer a esta vertiente, la zona específica se sitúa en una porción de la meseta central donde el relieve y la geología volcánica han configurado sistemas de drenaje con características particulares, condicionados por la altitud del Altiplano tlaxcalteca.

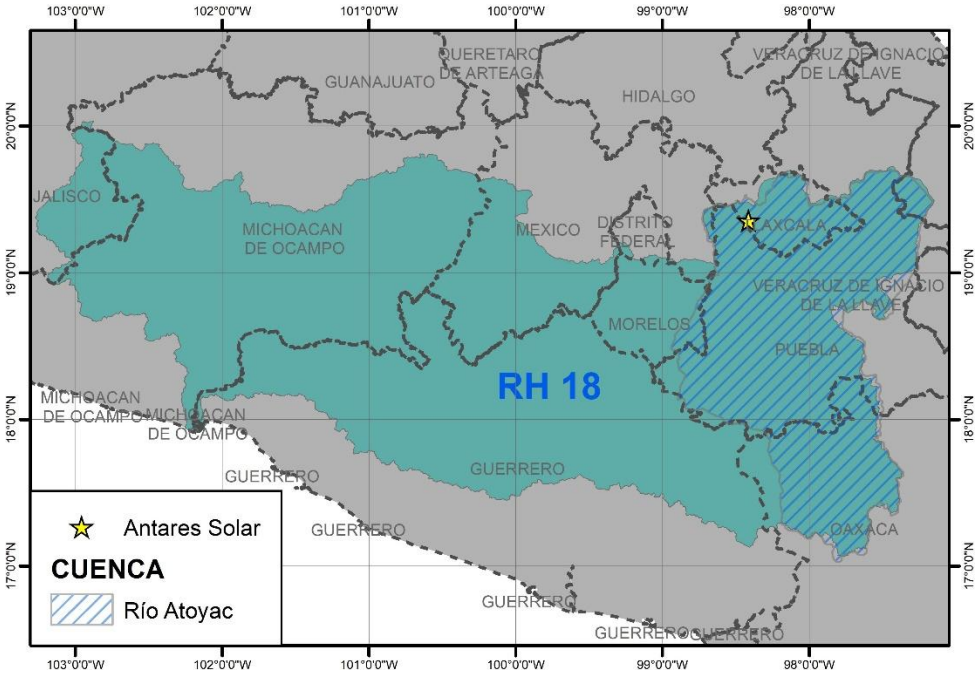


Figura IV.17. Ubicación del proyecto en la Subcuenca Atoyac de la RH 18.

El municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros se inserta en la Cuenca del Río Atoyac; sin embargo, el área de estudio pertenece específicamente a la Subcuenca RH18Ad (Río Atoyac-San Martín Texmelucan). A diferencia de otras subcuencas del sistema Balsas, la RH18Ad funciona como una cuenca endorreica o cerrada, donde los escurrimientos superficiales no tienen una salida franca hacia el mar, sino que drenan hacia depresiones locales y vasos lacustres estacionales.

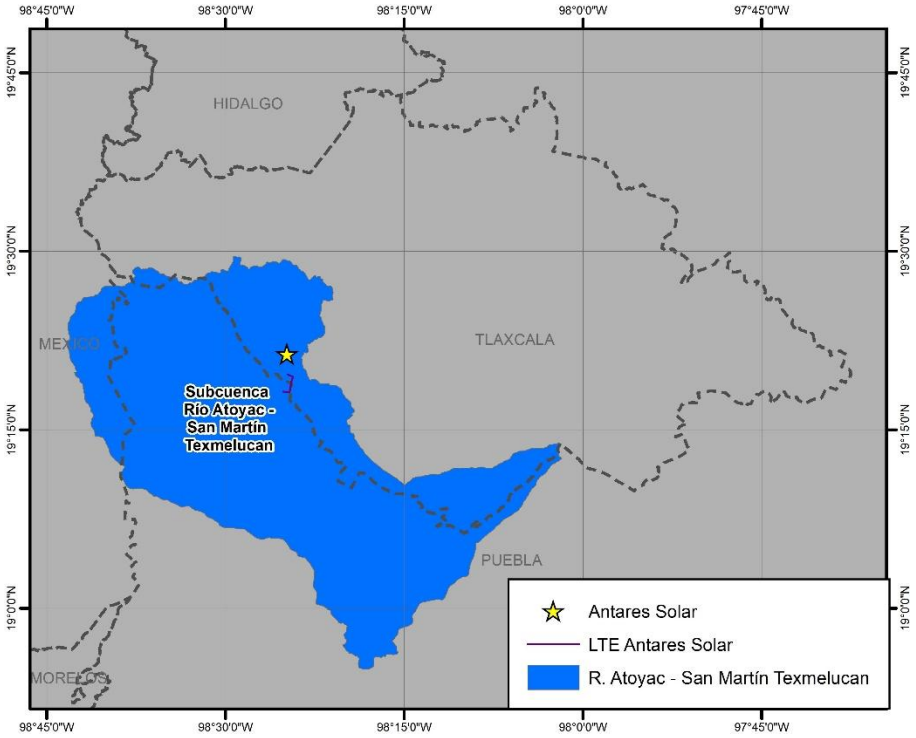


Figura IV.18- Ubicación del proyecto en el extremo noreste de la subcuenca.

La hidrología superficial en el polígono del proyecto es de carácter intermitente y efímero. No existen corrientes perennes dentro del predio ni en sus colindancias inmediatas. El drenaje está compuesto por pequeños canales de escurrimiento de primer orden que se activan únicamente durante eventos pluviales intensos. Estos flujos son captados y gestionados tradicionalmente a través de jagüeyes (bordos de abrevadero artificiales), los cuales constituyen los únicos cuerpos de agua superficial identificados en el sitio. Estas estructuras son fundamentales para la regulación hídrica local, ya que retienen el azolve y favorecen la infiltración hacia el subsuelo.

En esta región, el aprovechamiento del agua superficial es limitado debido a la alta tasa de evaporación y la permeabilidad de los suelos volcánicos. El uso principal es el pecuario (abrevadero) a través de los jagüeyes mencionados, y de forma marginal para el riego de auxilio en pequeñas parcelas. Es importante señalar que la zona presenta una alta dependencia del agua subterránea, lo que ejerce una presión indirecta sobre el ciclo hidrológico superficial. No obstante, el proyecto no requiere de agua para la generación de energía eléctrica.

IV.2.6. Hidrología subterránea

La PFS se encuentra, junto con la línea de transmisión en el Acuífero 2901 (Alto Atoyac). A diferencia de otras regiones, la estabilidad geológica del sitio es alta debido a su topografía plana; sin embargo, la presión sobre el acuífero representa el factor de sensibilidad ambiental más crítico. En este sentido, el proyecto se presenta como una alternativa de uso de suelo compatible y benéfica, ya que al suspender las actividades de labranza y permitir la recuperación de una cobertura vegetal controlada bajo los módulos solares, se mitigará la erosión, se favorecerá la recarga hídrica por infiltración y se reducirá la resuspensión de partículas a la atmósfera, contribuyendo a la estabilidad del sistema ambiental regional.

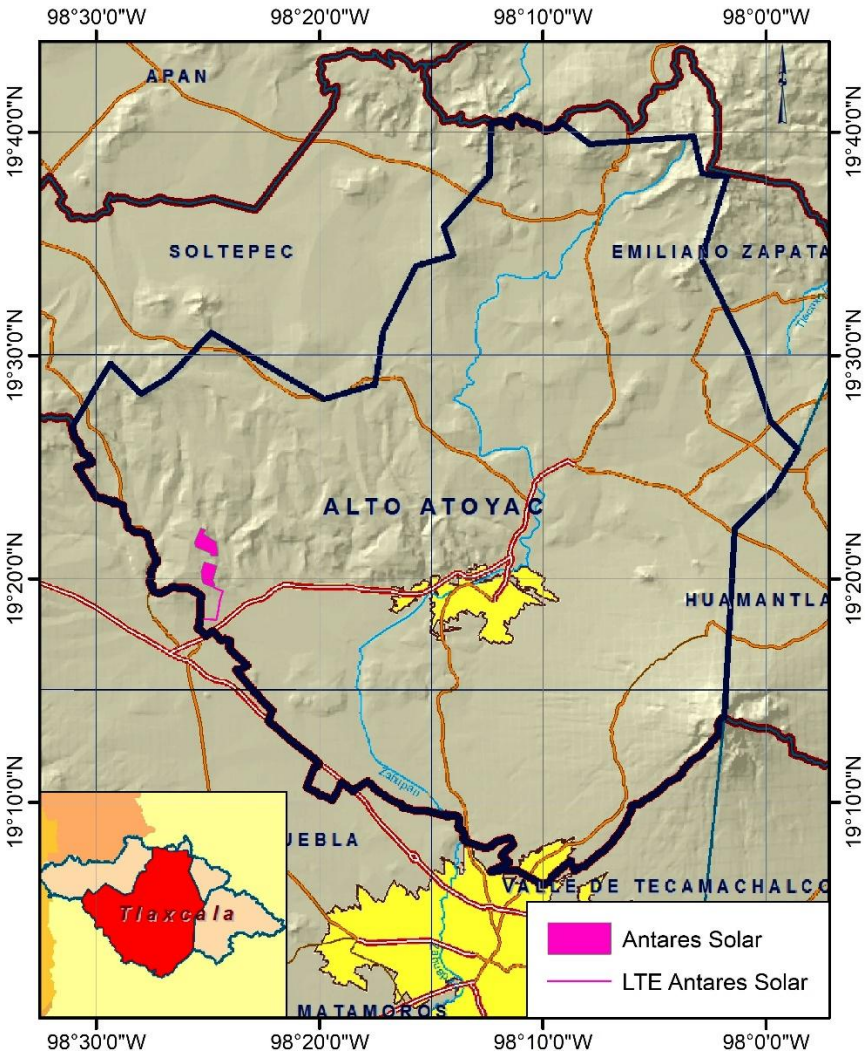


Figura IV.19. Ubicación del proyecto en el acuífero Alto Atoyac.

IV.2.7. Calidad del Aire

En el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala, la calidad del aire no es degrada de forma intensa por emisiones de la industria, aunque sí presenta una problemática particular: la resuspensión de partículas (polvos) debido a los fuertes vientos y la erosión de los suelos agrícolas, además de la influencia del corredor industrial cercano.

En términos generales, el área del proyecto en el municipio presenta una calidad del aire aceptable, favorecida por su ubicación en una planicie abierta que permite una circulación constante de las masas de aire. No obstante, la zona está sujeta a la influencia de fuentes de emisión específicas derivadas de la actividad agrícola, industrial y el transporte federal.

Las principales fuentes de emisión identificadas en el Sistema Ambiental Regional (SAR) son:

- **Fuentes Móviles:** Asociadas al flujo vehicular intenso están el Arco Norte, al este del sitio del proyecto y la Carretera Federal Libre Mazapa - Popocatla con su ramal a Alpotzonga de Lira y Ortega., que es un eje fundamental para la comunicación de esta zona.
- **Fuentes de Área:** Representadas principalmente por la resuspensión de partículas (PM10 y PM2.5) provenientes de los terrenos agrícolas de temporal. Durante la temporada de estiaje (noviembre-mayo), la combinación de suelos desnudos y vientos dominantes del Altiplano genera "tolvaneras" que incrementan la concentración de partículas suspendidas. Asimismo, la quema de rastrojos es una práctica común que aporta emisiones estacionales de monóxido de carbono y partículas.
- **Fuentes Fijas:** Dada la presencia de la zona altamente urbanizada de San Martín Texmelucan a 5 km al sur existen emisiones industriales regionales que, aunque dispersas, forman parte del inventario de emisiones de la cuenca atmosférica local.

Respecto al monitoreo, el estado de Tlaxcala cuenta con la Red de Monitoreo Atmosférico (REMA). Existe una estación de monitoreo ubicada en la cabecera municipal de San Martín Texmelucan, la cual reporta de manera regular que los índices de calidad del aire se mantienen dentro de los límites establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-020-SSA1-2014 y NOM-025-SSA1-2014), con excedencias ocasionales en partículas suspendidas durante eventos de vientos fuertes.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, la región se caracteriza por un régimen de vientos que promueve una ventilación eficiente. Para un proyecto fotovoltaico, esta condición es favorable ya que ayuda a la disipación de calor en los módulos; sin embargo, la alta presencia de partículas suspendidas por erosión eólica representa un factor operativo a considerar, ya que el depósito de polvo sobre los paneles (soiling) puede reducir la eficiencia de generación, requiriendo programas de limpieza programados.

IV.2.8. Vegetación

México cuenta, de acuerdo con la CONABIO, con un registro de más de 25,000 especies de plantas vasculares, lo que equivale a más del 9% de las especies descritas en el mundo. Particularizando sobre el estado de Tlaxcala, a pesar de ser la entidad con menor superficie del país, posee una riqueza florística relevante condicionada por su ubicación en el Eje Neovolcánico.

El área del proyecto se localiza al norte de la ciudad de San Martín Texmelucan. De acuerdo con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VI y VII), el área está dominada por el uso agrícola de temporal, que cubre la mayor parte de la superficie del polígono.

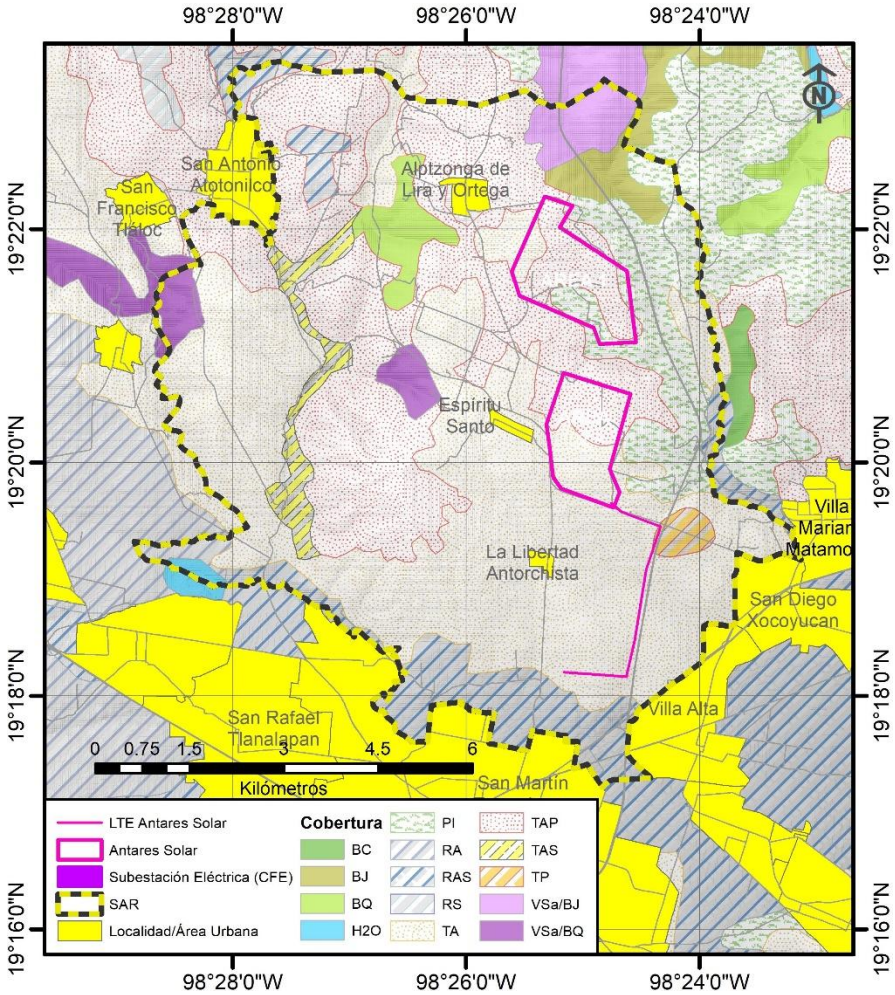


Figura IV.20. Vegetación y uso de suelo en el SAR.

Se estima que en la entidad habitan cerca de 1,600 a 1,900 especies de plantas vasculares (Tabla IV.9), lo que refleja una biodiversidad adaptada a las condiciones del Altiplano Central y a una historia de uso de suelo predominantemente agrícola.

Tabla IV.6 Riqueza de especies de plantas en el estado de Tlaxcala

Grupo taxonómico	Número de especies
Helechos y afines	~100
Gimnospermas (Coníferas y cícadas)	~25
Plantas con flores (Angiospermas)	~1,500
TOTAL (Plantas Vasculares)	~1,600

No obstante, en los alrededores y linderos del SAR se conservan remanentes de vegetación natural, destacando los Tascates o Sabinales y el matorral desértico rosetofilo, frecuentemente en estado secundario debido a la presión antrópica. La zona con vegetación natural más cercana al proyecto es el Cerro Quimicho, situado al oeste. Ninguna de las obras o actividades del proyecto se realiza en esa área.

Tabla IV.7 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR

Tipo de vegetación	Clave	Características
Bosque de Tascate (Sabinal o Bosque de *Juniperus*)	BJ	Comunidad dominada por el "táscate", también llamado sabino o enebro (*Juniperus deppeana*). Son árboles de crecimiento lento, resistentes a heladas y sequías. Se presentan como individuos aislados o en pequeños grupos inmersos en zonas agrícolas o matorrales. Es una especie clave para la retención de suelo en el Altiplano. Nose encuentra este tipo de bosque en el sitio del proyecto
Pastizal inducido	PI	Áreas dominadas por gramíneas (pastos) que han sustituido a la vegetación original para fines de pastoreo o por el abandono de tierras de cultivo. Presenta un alto grado de perturbación y baja diversidad de especies.
Vegetación secundaria	Vs	Estado sucesional derivado de la perturbación de las comunidades originales. En el SAR, se observa como vegetación secundaria arbustiva (Vsa) compuesta por especies pioneras y ruderales que colonizan linderos de parcelas y zonas de abandono agrícola, facilitando la protección del suelo contra la erosión eólica. Se encuentran próximos al SAR, pero no se encontró dentro del sitio del proyecto..

El proyecto se emplazará completamente sobre terrenos de agricultura de temporal, donde la vegetación natural ha sido removida históricamente para el cultivo de gramíneas (maíz y cebada).

Con base en la delimitación del polígono del SAR y la identificación de los tipos de vegetación presentes en dicha área de acuerdo con la información cartográfica del INEGI serie IV, se realizó el trabajo de investigación bibliográfica a partir de artículos indexados y la búsqueda de registros de observaciones y colecciones biológicas incluidas en el Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad “GBIF” (*Global Biodiversity Information Facility*) y de la plataforma “Naturalista” de la CONABIO, para determinar aquellas especies con potencial de presencia dentro del espacio geográfico antes referido.

Cabe señalar que ninguna de las especies potenciales en el SAR, que derivaron de la consulta realizada, se encontró con algún estatus de protección establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.9. Fauna

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

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

No obstante el crecimiento y expansión acelerada de la mancha urbana, y la frontera agrícola en el territorio del municipio todavía es común encontrar algún tipo de fauna silvestre, a saber: liebre (*Lepus californicus*), tuza, conejo (*Silvilagus floridanus*), ratón de campo, codorniz (*Cyrtonix montezumae*), coyote (*Canis latrans*), víbora de cascabel (*Crotalus sp*.) y tlacuache (*Didelphis marsupialis*). En el predio se pudo observar rastros (excretas) de coyote, en la Sección A, cerca de la línea de la CFE, probablemente proveniente del Cerro Quimicho. También se observaron perros, probablemente asociados a las localidades de Espíritu Santo o Alpotzonga de Lira y Ortega.

Otros dos mamíferos que se pudieron observar en el sitio fueron el ratón de campo y conejo (probablemente *Silvilagus floridanus*)*, los cuales son comunes en los terrenos agrícolas.*

La fauna asociada a los cultivos agrícolas en Tlaxcala es diversa y juega un papel crucial en los agroecosistemas tradicionales, como la milpa y las terrazas de maguey. Esta fauna incluye especies benéficas, polinizadores y fauna silvestre que utiliza las parcelas como refugio o fuente de alimento. Los cultivos en el predio corresponden a agrosistemas

modernos. A continuación se detalla la fauna relevante, aunque no toda se observó en el sitio del proyecto:

1. Fauna asociada a la Milpa (Maíz, Frijol, Calabaza):

- Roedores silvestres: Diversas especies de ratones habitan en las parcelas y bordos, actuando como parte del ecosistema, aunque se ven amenazados por la quema de parcelas.
- Aves: Paloma de alas blancas, codorniz, águila y halcón.
- Pequeños mamíferos: Conejo, liebre de cola negra, ardilla, tejón, cacomixtle (especie nativa y emblemática) y zorrillo.

2. Fauna del sistema de Maguey (Agave): Aunque este tipo de cultivo no se encuentra en el predio para el proyecto la fauna particular asociada al cultivo de maguey, que también puede encontrarse en las áreas interparcelarias. EInsectos benéficos: Incluye avispas parasitoides como *Alienoclypeus insolitus* y *Cyclaulacidea sp*., que controlan plagas.

- Escarabajos depredadores: Escarabajos de la familia Histeridae (*Hololepta spp*., *Placodes ebeninus*, *Phileurus valgus*) que son controladores naturales.
- Murciélagos: Clave para la polinización del maguey y el control de insectos.

3. Plagas agrícolas comunes:

- Insectos controlados mediante plaguicidas en cultivos comerciales.
- Picudo del maguey: Una de las principales plagas que afectan a los agaves, controlada parcialmente por los agentes biológicos mencionados anteriormente.

El área que ocupa el SAR presenta una menor diversidad y abundancia de especies variables, que deriva principalmente del grado de fragmentación del ecosistema. En este espacio geográfico se identificaron amplias extensiones de cultivos agrícolas y áreas cubiertas de pastizal inducido. Considerando que la vegetación forma parte inseparable del paisaje, el tipo de fauna estará en correlación directa con el tipo de vegetación, pues ésta dictará principalmente el ecosistema que pueden habitar los diferentes grupos de animales.

IV.3. Medio Socioeconómico.

IV.3.1. Aspectos Demográficos.

De acuerdo a los últimos datos oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros posee una superficie de 161 km^2, con una densidad poblacional de 242 habitantes por km^2. La población total del municipio es de aproximadamente 38,970 habitantes (SEGOB, 2021) de los cuales 18,916 son hombres y 20,054 son mujeres.

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

Tabla IV.8. Población y densidad poblacional respecto a la estatal y la nacional.

Entidad	No. de municipios	Población total	Superficie (km^2)	Densidad (h/km^2)
México	2,457	126,014,024	1,964,375 *	64.14
Tlaxcala	60	1,342,977	4,060	330
Iztacuixtla de Mariano Matamoros	1	38,970	161.0	242

[1] Incluye 5,127 km^2 de islas.

Fuente: INEGI, 2020; SEGOB, 2026.

Tabla IV.9. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.

Entidad	Población Total	Hombres		Mujeres	
		Población	%	Población	%
México	126,014,024	61,494,843	48.8	64,519,181	51.2
Tlaxcala	1,342,977	650,000	48.4	692,776	51.6
Iztacuixtla de Mariano Matamoros	38,970	18,916	48.54	20,054	51.45

Fuente: INEGI, 2020; SEGOB, 2021.

Si bien la PFS está ubicada en Tlaxcala, parte de la línea de transmisión está en el estado de Puebla, donde se ubica la subestación de la CFE. Aquí se hace referencia aquí a el municipio donde está la PFS. El principal problema que provocan los asentamientos

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

IV.3.2. Indicadores Sociales y de Infraestructura

Descripción	Valor
Marginación social	Muy bajo
Rezago social	Muy bajo
Número localidades	53 localidades
Número colonias	27 colonias
Número manzanas	581 manzanas

IV.3.3. Indicadores Poblacionales y Económicos

Descripción	Valor
Población total	38,970 habitantes
Superficie	160.58 km^2
Densidad de población	243 habitantes por km^2
Población femenina	20,054 mujeres
Población masculina	18,916 hombres
Población indígena	168 habitantes
Población con discapacidad	1,541 habitantes
Población económicamente activa	19,616 habitantes
Población afiliada a salud	27,132 habitantes
Hogares	10,169 hogares
Hogares c/jefatura femenina	3,007 hogares
Total de viviendas	13,028 viviendas
Producto Interno Bruto (PIB), 2022	$1,463.00 millones

IV.3.4. Superficie aproximada de uso/ocupación y producción agropecuaria expuesta

Descripción	Valor
Cuerpos de agua superficiales	65.85 ha.
Propiedad ejidal y comunal	3,644.50 ha.
Tierras parceladas	2,477.50 ha.
Tierras de uso común	677.46 ha.
Ocupación urbana (manzanas)	1,590.04 ha.
Red de caminos	402.09 km.
Superficie boscosa aprox. (natural y mixta)	49.78 ha.
Valor de producción agrícola (2024)	$156.86 millones
Valor de producción pecuaria (2024)	$66.42 millones
Cabezas de ganado	25,501 Cabeza(s)
Superficie de ÁNPs federales	0 ha.

El municipio de Iztacuixtla de Mariano Matamoros se encuentra ubicado en el Altiplano central mexicano entre los paralelos 19° 11’ y 19° 27’ de latitud norte; los meridianos 97° 47’ y 98°02’ de longitud oeste; a una altitud entre 2,400 y 4,400 m.

Limita al norte con Españita y Hueyotlipan; al sur con Nativitas y Puebla; al oriente con Panotla; y al poniente con Puebla.

Los recursos hidrográficos son escasos, con solo 4,7 ha de cuerpos superficiales y con arroyos intermitentes como San Diego, Tecoac, Santa Ana Ríos y Xonecuilaur. Existen además otros arroyos de caudal sólo durante la época de lluvias, por lo que su importancia es mínima.

El total de la superficie que ocupan las unidades de producción rural en el municipio para la agricultura mecanizada continua es de 57.22%, para la agricultura con tracción animal continua 11.82%, para la agricultura con tracción animal estacional 10.60%, para la agricultura manual continua 0.74%, para agricultura manual estacional 0.10% y no apta para la agricultura es de 19.52%.

IV.3.5. Marginación y desarrollo social

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Por lo tanto hay una exclusión de diversos grupos sociales del proceso productivo, así como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2022).

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

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

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

Los indicadores de las formas de exclusión son: los porcentajes de la población analfabeta, sin primaria completada, sin agua entubada, sin drenaje, sin energía eléctrica, con piso de tierra, nivel de hacinamiento, porcentaje de la población que vive en localidades con menos de 5,000 habitantes y el porcentaje de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos (CONAPO 2011). En el municipio se tiene un grado de marginación en 2020: **Muy Bajo**

Población total	98,764
Población con rezago educativo	33.36%
Población de 15 años o más analfabeta	4.56%
Ocupantes en viviendas sin drenaje no excusado	1.15%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.56%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	1.05%
Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	28.90%

Ocupantes en viviendas con piso de tierra	1.98%
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	18.41%
Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	82.07%
Grado de marginación 2020	Muy Bajo

Fuente: Estimaciones de CONAPO, Índices de marginación 2022

IV.3.6. Paisaje

Son diversas las definiciones atribuidas al paisaje, las cuales han ido evolucionando hasta determinarlo como un valor estético, como un recurso y una combinación de elementos físicos y humanos. Al considerar al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Además, podría ser equiparado como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre la geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas; adoptando diferentes formas de percepción. Por lo que, en términos generales, es posible definir al paisaje como el nivel de organización de los sistemas ecológicos superior al ecosistema, que se caracteriza esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas (Muñoz, 2012; Burel y Baudry, 2002). Para la zona de estudio el rasgo paisajístico dominante son los terrenos agrícolas con las meseta y cañadas.

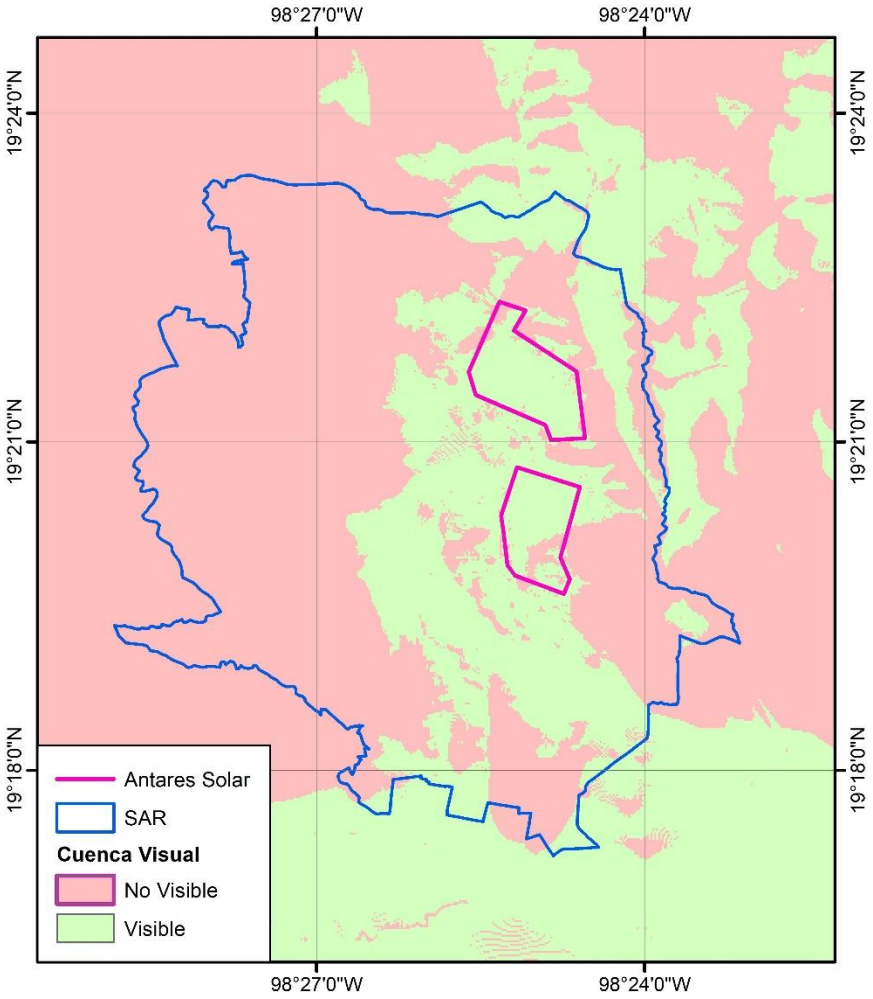


Figura IV.21. Cuenca visual del proyecto, con mayor visibilidad de zonas altas pero lejanas.

El factor perceptual puede ser estudiado como un indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica; por lo que, en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella. Aunque, existe otro enfoque que apunta a una idea diferente, al concepto de paisaje visual, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador; siendo los elementos fundamentales del paisaje visual: a) la derivada del observador y b) la derivada del propio territorio (Muñoz, 2012). En este caso, los elementos del territorio corresponden solo a un entorno rural, mayormente de uso agrícola.



Figura IV.22. Paisaje en dirección a San Martín Texmelucan.

Para comprender el funcionamiento de un espacio agrícola o forestal, evaluar el impacto de las cortas masivas, la deforestación o la eliminación de los setos sobre la fauna, la flora y los flujos de agua y nutrientes, es necesario:

- ✓ Considerar el espacio de forma explícita.

- ✓ Reconocer al hombre como parte integrante del sistema ecológico.
- ✓ Reconocer la heterogeneidad espacial y temporal de los medios estudiados.



Figura IV.23. Paisaje rural-agrícola.

Las fuerzas constructivas y denotativas que modelan los paisajes terrestres, operan sin cesar en el tiempo geológico, mientras que las fuerzas humanas, multiplicadas por sus numerosas herramientas tecnológicas, han alterado, en periodos muy breves, lo que la naturaleza ha modelado en millones de años. Así, los paisajes son resultado de las interacciones de la naturaleza y las actividades humanas, teniendo la distinción entre unos y otros por sus fronteras geográficas y naturales (Toledo, 2006).

El paisaje puede ser observado a partir de cuatro formas básicas (Urquijo y Barrera, 2009):

- Una forma *estética*: proporciona proyecciones posteriores en la pintura, fotografía, literatura o tradición oral;
- Forma *vivencial* o *utilitaria*: el paisaje se percibe como espacio proveedor de recursos;
- El paisaje *identitario*: inspira el sentimiento de pertenencia, es decir, el paisaje vivido; y

- La *óptica científica* o *técnica*: fundamentalmente analítica y en la cual se argumenta su fragmentación para facilitar el entendimiento en conjunto.

A partir de un punto de vista ecológico, la óptica científica o técnica proporcionará una percepción paisajística que resultará en la generación de información de un determinado espacio físico. No obstante que la evaluación del paisaje se ve en dificultades por la inexistencia de un sistema efectivo para medirlo, ya que las metodologías empleadas son muy subjetivas. En este caso, el paisaje se consideraría como ordinario, en una cuenca con baja densidad de población y sin rasgos particulares que constituyan un atractivo local o regional. Las áreas con población densa, como San Martín Texmelucan, se encuentran distantes, de forma que aun si el sitio del proyecto es visible, no es discernible.

IV.3.7. Diagnostico Ambiental.

El espacio geográfico donde se proyecta la planta fotovoltaica se inserta en la subprovincia fisiográfica de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, caracterizándose por una morfología de llanura aluvial interrumpida por lomeríos suaves. El predio presenta un rango altitudinal que oscila alrededor de 2,420 msnm.

El estado actual del sistema ambiental corresponde a un sistema con alta intervención humana a lo largo del tiempo, reflejada en el desarrollo de grandes áreas continuas dedicadas a la agricultura. La principal tendencias de desarrollo en esta zona rural consiste en la sustitución en el sur de una parte de las áreas con uso de suelo agrícola por espacios para el desarrollo de actividades comerciales y habitacionales alrededor de los núcleos de población existentes, como San Martín Texmelucan.

El predio forma parte de un ecosistema alterado y, al igual que el resto del SAR, fragmentado por el desarrollo de las actividades agropecuarias, donde la fauna silvestre, incluyendo las especies de mamíferos que integran los eslabones superiores de la cadena alimenticia, ha sido desplazada.

El predio no posee áreas que por sus condiciones sean más vulnerables a los impactos ambientales, tales como ecosistemas frágiles o de alta biodiversidad (sin que se presenten ahí humedales epicontinentales). El único tipo de vegetación es cultivada y característica de áreas alteradas por actividades humanas.

De acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto, sus condiciones de clima templado subhúmedo y las características geomorfológicas —modeladas por su localización en la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac—, el sitio presenta una configuración propia del Altiplano Central Mexicano. Esta región favoreció originalmente el establecimiento de una cobertura vegetal de matorral xerófilo y bosques de tascate (*Juniperus deppeana*), sustentada por suelos de tipo Regosol, Phaeozem y Fluvioisol de origen volcánico, con una alta capacidad de infiltración. La hidrología superficial es particularmente distintiva, al insertarse en la Subcuenca RH18Ad (Río Atoyac-San Martín Texmelucan) donde el drenaje alimenta el sistema de jagüeyes locales.

El espacio donde se ubica el polígono para la planta fotovoltaica se caracteriza por un elevado índice de perturbación antropogénica, consecuencia de décadas de agricultura de temporal intensiva y la remoción total de la vegetación original. Esta condición ha

exacerbado la vulnerabilidad del sitio ante la erosión eólica e hídrica, provocando la pérdida de horizontes orgánicos y, en sectores específicos, la exposición de estratos de tepetate.

A diferencia de otras regiones, la estabilidad geológica del sitio es alta debido a su topografía plana; sin embargo, la presión sobre el Acuífero 2901 (Alto Atoyac) representa el factor de sensibilidad ambiental más crítico. En este sentido, el proyecto se presenta como una alternativa de uso de suelo compatible y benéfica, ya que al suspender las actividades de labranza y permitir la recuperación de una cobertura vegetal controlada bajo los módulos solares, se mitigará la erosión, se favorecerá la recarga hídrica por infiltración y se reducirá la resuspensión de partículas a la atmósfera, contribuyendo a la estabilidad del sistema ambiental regional.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, y considerando que las pendientes dominantes en el polígono son de carácter suave (menores a 5° en su mayoría), el riesgo por deslizamiento de laderas se clasifica como 'Muy Bajo' a 'Bajo'. Esta estabilidad geomorfológica es propia de las zonas de sedimentación volcánica del altiplano, donde no se identifican rasgos de disección profunda, paredes de cañón ni cortes abruptos que comprometan la integridad estructural de los seguidores solares.

Se puede esperar, en lo que respecta a la afinidad del proyecto con las condiciones ambientales prevalecientes en el SAR, este está apegado a la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a través del uso de energías renovables, por lo que contribuye a la meta nacional establecida en los diversos preceptos examinados; la construcción y puesta en operación del proyecto afectara mínimamente las condiciones ambientales prevalecientes en el SAR.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Abril de 2026

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.

La valoración de los impactos ambientales depende de la identificación de los cambios potenciales al entorno, en donde se evalúan las posibles consecuencias de las actividades inherentes al proyecto sobre la zona de influencia en que se inserta, la cual en este caso consiste de terrenos dedicados completamente a actividades agrícolas, divididos en dos secciones (Área 1 y Área 2) por una barranca.

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

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

V.1.1. Matriz de Interacciones.

Esta técnica, basada en una modificación de la Matriz de Leopold, nos brinda una primera aproximación al estudio de causas y efectos en la que se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto para así vislumbrar aquellos elementos que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones.

Para la identificación de los impactos generados por el proyecto propuesto, este se dividió en 5 etapas con 19 obras o actividades, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones.

Este proyecto no tiene procesos de transformación ni actividades con atención al público en su etapa de operación y mantenimiento.

ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

1. Selección del Sitio.
   - Análisis de alternativas.
2. Preparación del Sitio.
   - Levantamientos topográficos
   - Instalaciones de apoyo.
   - Desmonte y despalme.
   - Demoliciones.
   - Acopio de materiales.
   - Patio de maquinaria pesada
3. Construcción.
   - Nivelaciones.
   - Cimentación de estructuras.
   - Ensamblado de los módulos fotovoltaicos
   - Red de cableado subterráneo.
   - Construcción de edificios generales
   - Generación de residuos sólidos
   - Retiro de materiales y equipos.
4. Operación y mantenimiento.
   - Generación de energía eléctrica
   - Transmisión de energía eléctrica
   - Aseo general
   - Mantenimiento de los módulos solares
5. Abandono del sitio.
   - Retiro de las estructuras.

Esta fase del proceso comienza con la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones del proyecto y dispuestas en filas los componentes medioambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el sitio para el proyecto.

Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando de la matriz aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que potencialmente puede ser modificado como consecuencia de la realización del proyecto. Sin embargo, en este caso se ha mantenido en la matriz algunos elementos ausentes en el sitio con el fin de hacer explicita la ausencia de interacciones. Para las interacciones se establecen diferentes niveles que se definen de acuerdo a la magnitud de la modificación y se definen como:

- **Sin Interacciones Esperadas.** Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula. Esta situación se presenta con la flora y fauna original, prácticamente ausentes del sitio del proyecto.

- **Efectos Desconocidos o Indefinidos.** En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos.

- **Interacción Adversa Relevante.** Se considera cuando un elemento del SAR, resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo.

- **Interacción Adversa Media.** Se presenta cuando un elemento del SAR es parcialmente perturbado por la construcción del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o estado prístino, puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.

- **Interacción Adversa No Relevante.** Este nivel de impacto previsible se da cuando la

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

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

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más, de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla V.1, en donde se incluyen los símbolos que se emplearán en la matriz de interacción.

Tabla V.1. Tipos de interacciones consideradas para la matriz del proyecto de la planta fotovoltaica.

Tipo de Impacto	Símbolo		Tipo de Impacto	Símbolo
Sin Interacciones Esperadas	·		Interacción Adversa No Relevante	□
Efectos subjetivos o indefinidos	◈		Interacción Benéfica	●
Interacción Adversa Significativa	*		Interacción Benéfica No Relevante	○
Interacción Adversa Media	■		Interacción administrativa	🗋

Tabla V.2. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la planta fotovoltaica Antares Solar.

	SS	PREPARACIÓN DEL SITIO						CONSTRUCCIÓN							Operación y Mantenimiento				AS
	Análisis de alternativas	Levantamientos topográficos	Instalaciones de apoyo	Desmonte y despalme	Demoliciones	Acopio de materiales	Patio de maquinaria pesada	Nivelaciones	Cimentación de estructuras	Ensamblado de módulos fotovoltaicos	Red de cableado subterráneo.	Construcción de edificios generales	Generación de residuos sólidos	Retiro de materiales y equipos	Generación de energía eléctrica	Transmisión de energía eléctrica	Aseo general	Mantenimiento de módulos solares	Retiro de las estructuras
Atmósfera																			
a. Calidad del aire	·	·	·	□	·	□	·	□	·	□	·	·	·	·	●	·	·	·	·
b. Entorno acústico	·	·	·	□	□	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Geología y Edafología																			
a. Topografía	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Permeabilidad	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	□	·	·	·	·	·	·	·	○
c. Contenido de contaminantes	·	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Hidrología																			
a. Calidad de agua	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Escurrimientos Superficiales	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
c. Flujos subterráneos	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Biodiversidad																			
a. Vegetación de cultivos	·	·	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
b. Fauna asociada a cultivos	·	·	·	□	·	·	·	□	□	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
c. Fauna silvestre	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
d. Fauna nociva	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
e. Aves	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·
Paisaje																			
a. Entorno visual	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◈	·	·	·	·	·	·	·	·	·
a. Paisaje transformado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	□	·	·	·
Entorno Socioeconómico																			
a. Comunidad local (economía)	·	·	·	○	○	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·
b. Manejo de la zona	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	○	·	·	·
Nota: SS = Selección del Sitio.																			

V.2. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.

Una vez identificadas las interacciones que constituyen propiamente los impactos ambientales se procederá a evaluar las características de los mismos para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos.

El modelo matricial que se ha empleado contiene las actividades básicas que constituyen el proyecto y los elementos del medio que se consideró que pueden interactuar. Bajo este contexto, las perturbaciones generadas en el sistema pueden tener varios criterios de acuerdo a la naturaleza del impacto y a las características del ambiente, es así que, la evaluación de los impactos debe considerar el disturbio con los efectos colaterales a través del tiempo y espacio. En el presente trabajo se consideraron seis parámetros:

- **Carácter.** Hace referencia a los efectos hacia el interior del sistema, reflejando la respuesta de los componentes ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso (-) o benéfico (+).

- **Magnitud.** Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de la fuente de impacto relacionada con el proyecto, las cuales comprenden tres niveles:
    - Local, menos de un kilómetro alrededor de la obra que produce el impacto;
    - Zonal mayor que un kilómetro y menor de cinco y;
    - Regional, más de cinco kilómetros.

- **Duración.** Denota la permanencia del impacto en el ambiente, considerando tres atributos:
    - Temporal, el impacto y sus consecuencias duran el mismo tiempo que la actividad que lo produce; y
    - Permanente, los disturbios se mantienen en el ambiente por tiempo indefinido mayor de 5 años.

- **Significancia.** Se refiere a la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, indicándose si es considerado significativo (SI) o no

significativo (NO).

- **Acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o en el presente, indicándose si es considerado acumulativo (SI) o no acumulativo (NO).

- **Residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual (SI) o no residual (NO).

Tabla V.3. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
V.3.1. Emisiones a la atmósfera.	V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.3. Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales.	-	L	T	No	No	No
V.3.2. Entorno Acústico	V.3.2.1. Generación de ruido durante los trabajos de construcción.	-	L	T	No	No	No
	IV.3.2.2. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	/	/	/	/	/	/
V.3.3. Geología y Edafología.	V.3.3.1. Alteración de la topografía del sitio	-	L	P	No	No	No
	V.3.3.2. Compactación del suelo	-	L	T	No	No	No
V.3.4. Hidrología	V.3.4.1. Reducción de la calidad de agua en corrientes colindantes	/	/	/	/	/	/
	V.3.4.2. Alteración del patrón de escurrimientos	/	/	/	/	/	/
	V.3.4.3. Riesgo de derrames durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
V.3.5. Flora.	V.3.5.1. Eliminación de la vegetación entre parcelas	-	L	P	No	No	No
	V.3.5.2. Eliminación de la productividad de cultivos	-	L	P	No	No	No
	V.3.5.3. Daño a vegetación aledaña	/	/	/	/	/	/
V.3.6. Fauna.	V.3.6.1. Creación de barreras por cercado del sitio	-	L	P	No	No	No

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
	V.3.6.2. Alteración de organismos por ruido	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.3. Desplazamiento de fauna asociada a cultivos	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.4. Mortalidad de aves por de la línea de transmisión	-	L	T	No	No	No
V.3.7. Hábitats del SAR	V.3.7.1. Reducción de hábitats interparcelarios	-	L	P	No	No	No
	V.3.7.2. Fragmentación del hábitat por barreras físicas	/	/	/	/	/	/
V.3.8. Paisaje.	V.3.8.1. Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria.	-	L	T	No	No	No
	V.3.8.2. Alteración del paisaje por los paneles solares.	-	Z	P	No	No	No
	V.3.8.3. Reducción de la calidad visual del paisaje por una nueva línea eléctrica.	-	L	P	No	No	No
	V.3.8.4. Degradación del paisaje	/	/	/	/	/	/
V.3.9. Medio Socioeconómico.	V.3.9.1. Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten obras y actividades.	+	Z	P	No	No	No
	V.3.9.2. Aumento de la oferta de empleo en la construcción.	+	Z	T	No	No	No
	V.3.9.3. Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento.	+	Z	P	No	No	No
	V.3.9.4. Aumento de ingresos para la población por el arrendamiento de terrenos.	+	Z	P	No	No	No
	V.3.9.5. Demanda de servicios para el manejo de residuos sólidos de tipo urbano.	-	Z	P	No	No	No
	V.3.9.6. Demanda de servicios para el manejo de residuos de manejo especial.	-	Z	T	No	No	No

C = Carácter: Adverso (+), Benéfico (-), Elementos subjetivos (+/-).

M = Magnitud: L (Local, en área < 1 km), **Z** (Zonal, en área < 5 km), **R** (Regional, en área > 5 km).

D = Duración: T (Temporal, dura lo que la actividad impactante), **P** (Permanente, dura más de 5 años).

S = Significancia: Si (es significativo), **No** (no es significativo).

A = Acumulativo: Si (es acumulativo), **No** (no es acumulativo).

R = Residual: Si (es residual), **No** (no es residual).

/ = Sin Efecto identificado

* Aunque la posibilidad es permanente la ocurrencia es nula u ocasional.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987) [2].

La selección adecuada de los indicadores de impacto busca, mediante la primera fase de identificación de impactos, establecer los elementos del ambiente afectados por un agente o generador de cambio; esto permite, en una segunda fase, evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del proyecto Antares Solar.

Con base a la delimitación del SAR, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

V.3. Descripción de los Impactos Identificados.

De acuerdo con los resultados del análisis anterior, podemos observar que el proyecto genera pocos impactos ambientales y que estos aparecen principalmente en la etapa de construcción del proyecto ya que en la etapa de operación únicamente hay un uso para generación de energía eléctrica sin emisiones de contaminantes. Los cambios son causados principalmente por las actividades para la instalación de la cimentaciones que soportan las estructuras de la planta fotovoltaica.

V.3.1. Emisiones a la Atmósfera.

V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por polvo. El área de desplante de la planta fotovoltaica se encuentra en un sitio en él, por la falta de receptores como población o vegetación, no hay efectos adversos por la afectación temporal de la calidad del aire por la emisión de partículas fugitivas de polvo que se originen durante la nivelación del terreno. Este impacto se considera por tanto de carácter nulo.

V.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción. Durante la construcción se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de la maquinaria que se emplea para la construcción, particularmente la utilizada para la excavación de las zanjas para el cableado y cimentación de los fustes. Estos equipos utilizan combustible Diesel, cuyo material particulado fino ha sido asociado con diversos problemas respiratorios y cardiovasculares.

La duración en el aire de los compuestos generados por los gases de combustión varía de acuerdo a las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio, de tal forma que pueden permanecer desde unas horas hasta varias semanas. En particular, en el sitio del proyecto en un área abierta y alejada de áreas habitacionales (las más cercanas están frente a los extremos del sitio), las condiciones prevalecientes favorecen la dispersión rápida de los contaminantes, evitando su acumulación. Se considera que este será un impacto local, temporal y adverso, pero no significativo.

V.3.1.3. Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales. Durante la construcción también se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de los vehículos con los que se realice el transporte de los materiales para la construcción de las estructuras de la planta fotovoltaica. Las rutas de transporte dependerán de la ubicación de los distribuidores.

En cualquier caso, estas emisiones se generarán principalmente a lo largo de la ruta de acceso al sitio del proyecto, incluyendo es la Carretera Federal Libre Mazapa - Popocatla y su ramal a Alpotzonga de Lira y Ortega.

Se transportarán en camiones de carga tanto materiales prefabricados, el concreto, los módulos fotovoltaicos y las demás estructuras. Sin embargo, la totalidad del material no será transportada al sitio de la obra al mismo tiempo, sino que el transporte se distribuirá a todo lo largo de la etapa de construcción. Esto evitará la concentración de vehículos y un tráfico inusualmente intenso en las vialidades de acceso.

De acuerdo con lo anterior, no se espera un incremento notable de PM10, compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NOx) provenientes del escape de vehículos. Podemos calificar el impacto como adverso, local de baja magnitud y temporal, pues cesará una vez que la construcción de las obras haya sido concluida.

En la etapa de construcción también puede haber dispersión de polvo desde los camiones que transporten materiales pétreos, así como polvo proveniente de las áreas de almacenamiento de los materiales para las edificaciones y la cimentación de los fustes que soportarán los paneles fotovoltaicos, que consistirá en instalar los elementos metálicos de soporte mediante hincado de fustes, que después se rellenan con concreto. Para atenuar su efecto la carga de los camiones se cubrirá con lonas y habrá riegos que se harán de manera periódica. En este caso también se puede esperar una dispersión muy rápida de las partículas que escapen las medidas de control, a causa de la topografía de la zona y los vientos.

V.3.2. Entorno acústico.

V.3.2.1. Reducción de la calidad ambiental por el ruido producido durante las obras de la PFS. El ruido es provocado por el aumento de la energía residual en forma de ondas sonoras. De acuerdo con el Artículo 155 de la LGEEPA están 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.

Durante la etapa de construcción de la infraestructura para la planta fotovoltaica habrá actividades que generarán ruido. De acuerdo con el Artículo de la LGEEPA ya mencionado, en la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

El controlar las emisiones de ruido en los sitios donde se realiza una construcción es importante para mantener la calidad ambiental. En este apartado se revisarán los efectos del ruido en la atmósfera, mientras que el impacto del ruido en el medio acuático se analizará en el apartado referente a biodiversidad.

Como se describió en el Capítulo IV, el ruido de fondo en el sitio del proyecto es bajo, sin que se alcance a percibir ruido intenso de ninguna de las dos vialidades aledañas. En este caso sería mayor el ruido de la autopista Arco Norte, pero sólo en sus inmediaciones y no de forma continua. Lo niveles promedio actuales en la zona se encuentran entre 65.0 y 69.0 dB (A), los cuales son niveles bajos.

Como referencia, la Tabla V.4 presenta niveles comparativos de acuerdo a la intensidad del ruido. Dado que el ruido se mide en una escala logarítmica, una reducción de 3 dB equivale a reducir el ruido a la mitad. Como aproximación general, sí en el sitio de una obra para ser oído a 2 m de distancia es necesario gritar, el nivel de ruido probablemente está alrededor de 85 dB (A).

Tabla V.4. Nivel de intensidad del sonido.

Intensidad del sonido	Nivel Comparativo		Intensidad del sonido	Nivel Comparativo
100 dB	Perforadora eléctrica.		65 dB	Actividad en una oficina.
85 dB	Tráfico en una calle concurrida.		40 dB	Sala de estar (sin televisión o radio).
70 dB	Aspiradora.		0 dB	Umbral de audición.
Fuente: Davis, 1991.				

Generalmente el ruido de los diversos métodos de construcción excede los 85 dB (A) cuando hay maquinaria pesada o cimentaciones profundas aunque, dado que las emisiones no son continuas a lo largo de la jornada laboral, el nivel de ruido observado puede convertirse a un nivel de ruido continuo equivalente que toma en cuenta la duración de la emisión, la distancia al origen, la amortiguación y la reflexión. La Figura V.1 presenta el nivel de ruido para diferentes equipos normalmente empleados para las excavaciones y nivelaciones.

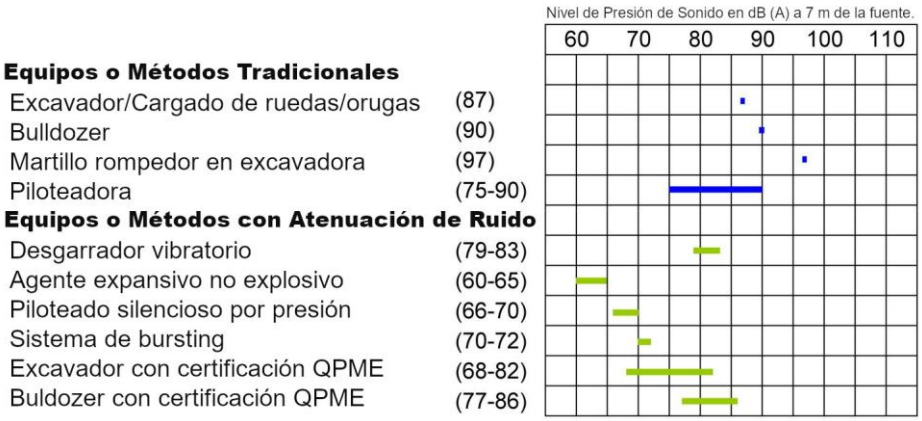


Figura V.1. Nivel de ruido de diferentes equipos para construcción.

A fin de establecer el nivel de ruido alrededor del sitio de la obra se empleó un modelo computacional para resolver las ecuaciones de propagación de sonido. Para el modelo se consideró una emisión de ruido de 90 dB(A), con una temperatura ambiente de 25 ºC. En dicho modelo se consideró que:

- El sonido proviene de una fuente fija no direccional.
- El terreno se consideró plano y continuo.

- Las condiciones meteorológicas influyen poco en la propagación del ruido en la dirección del viento.
- No se contemplan vientos fuertes o inversión térmica que pueda afectar la propagación.

Los resultados de la modelación de los trabajos de construcción en la zona adyacente al límite de la planta fotovoltaica en dirección al centro de población se presentan en la Figura V.2. En la imagen se presentan tres maquinarias operando simultáneamente con un nivel de emisión de ruido de 90 dB. Hay que señalar que a lo largo de la obra la fuente de ruido se desplaza progresivamente desde un extremo al otro del predio.

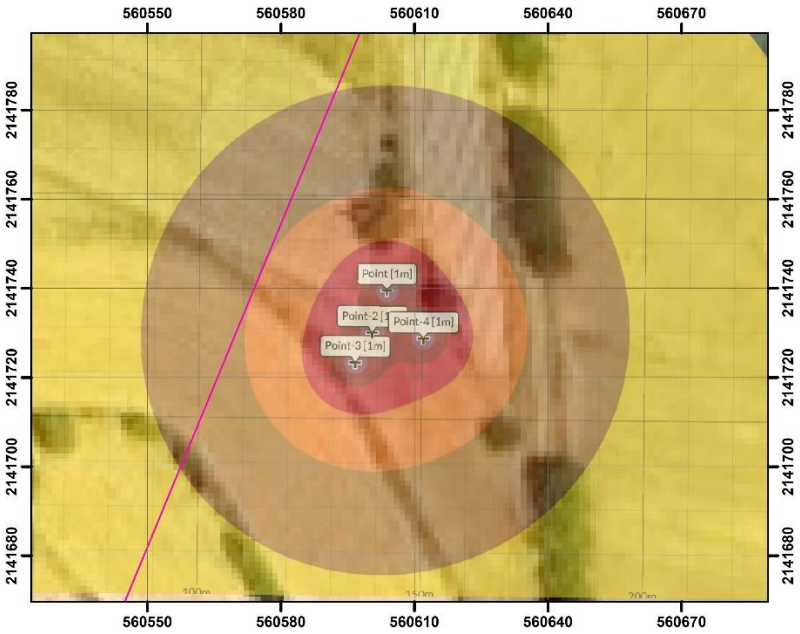


Figura V.2. Ruido en el extremo noreste del Área 1, cerca de construcciones existentes.

Como puede verse, a una distancia de aproximadamente 58 m el ruido generado en cualquier punto en el que se realicen los trabajos es similar o menor al ruido de fondo alrededor de la carretera o la autopista. En la zona no hay áreas que alberguen poblaciones de fauna silvestre.

Aquí vale la pena mencionar que cualquier modelación es solo un estimado del efecto real que tendrán las emisiones de ruido sobre el medio ambiente. Aun así, estos niveles de ruido de forma esporádica no tienen efectos fisiológicos y, al no ser permanentes, no tienen efectos a largo plazo.

En la periferia, el nivel de ruido que se percibirá en el exterior cunado el frente de trabajo se encuentre en esa área será comparable al de una oficina bulliciosa, por lo que no ahí no hay impacto en la población. Además, aunque el ruido se genere de forma periódica, este no será continúo debido a que el horario de trabajo será únicamente diurno, de acuerdo con los reglamentos de construcción correspondientes.

A lo largo de las vialidades cercanas al sitio del proyecto no se encuentran receptores que puedan se afectados por el ruido el cual, por otra parte, no afecta a los vehículos en tránsito.

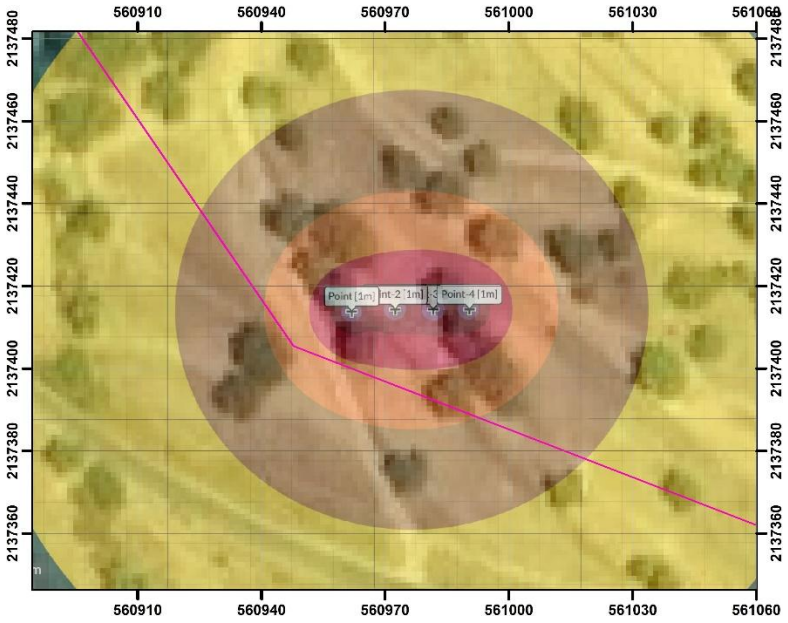


Figura V.3. Nivel de ruido hacia la carretera cerca del extremo suroeste del Área 2.

El hecho de que el proyecto se ubique en una zona abierta representa por sí mismo un factor que favorece la mitigación del ruido, por lo que el efecto del impacto sigue siendo temporal y reversible, lo que permite mantener su magnitud como local y no significativo.

IV.3.2.2. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.

En la etapa de operación no habrá fuentes fijas ni actividades que generen niveles elevados de ruido en la planta fotovoltaica.

En esta etapa tampoco habrá ruido por el tráfico de vehículos pesados y dado el tipo de actividad que se realiza en la planta fotovoltaica, tampoco serán rebasados los límites que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 referente a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Es importante señalar

que dicha norma tampoco es aplicable para controlar el ruido con el fin de prevenir riesgos o molestias a la población y el medio ambiente fuera de la zona de trabajo.

V.3.3. Geología y Edafología.

V.3.3.1. Alteración y ocupación del suelo agrícola . Las perturbaciones en el suelo serán uno de los principales impactos que se generarán durante la construcción de la planta fotovoltaica, debido a que se tendrá que perforar para la colocación de los fustes.

Dado que la no hay roca y no habrá uso de explosivos, esto no será significativo. Su magnitud es local y aunque la perturbación será temporal, la ocupación del área de desplante será permanente.

V.3.3.2. Compactación del terreno. La construcción del proyecto Antares Solar contará con áreas cimentadas, además de la utilización de maquinaria, lo que provocará la compactación del suelo.

V.3.3.3. Generación de residuos de manejo especial. Este tipo de residuos se generarán durante todas las fase de construcción del proyecto, estos residuos incluyen os materiales de las demoliciones que se realicen para el retiro de los invernaderos en la seción B del sitio del proyecto. Esto incluye vigas de acero y plástico. Además habrá costales que contuvieron cemento, cal y demás insumos de construcción, escombro, o latas de pintura vacías (que no sean a base de plomo o cromo), entre otros. El mal manejo de estos podría ocasionar contaminación de suelo.



Figura V.4. Estructura para demolición/retiro, generadoras de residuos de manejo especial.

V.3.3.4. Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles. Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto existe el riesgo por derrame de aceites y combustibles que ocasionen contaminación del suelo, por lo que éstos deberán ser manejados como residuos peligrosos.

V.3.3.4. Generación de residuos peligrosos. Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, es importante señalar que este tipo de residuo se generará siempre y cuando ocurra alguna contingencia derivada del mal funcionamiento de algún vehículo o maquinaria, del cual se derrame combustible o líquido de motor, el mal manejo de estos podría ocasionar contaminación al suelo o incluso riesgo de accidentes.

V.3.4. Hidrología.

V.3.4.1. Modificación a los patrones de infiltración y escurrimiento. La compactación del suelo aunado a la pérdida de la cubierta de suelo para cultivo implica una modificación a los patrones de infiltración y escurrimiento. Debido al retiro de vegetación y la compactación del suelo aumentará la erosión hídrica y eólica del suelo, durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Sin embargo, el establecimiento de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos y la posterior colonización del estrato herbáceo bajo los mismos, mitiga este impacto.

V.3.4.2. Generación de aguas residuales sanitarias. Estas aguas sanitarias se entienden como las que se generarán por uso de los trabajadores en las áreas de proyecto para la satisfacción de sus necesidades biológicas, los cuales pueden derivar en afectaciones a la salud para los mismos. Por esta razón se colocaran letrinas portátiles en diversos puntos del predio, cerca de los frentes de trabajo.

V.3.5. Flora.

V.3.5.1. Eliminación de la flora en la zona de la planta fotovoltaica. El área para el Antares Solar será ocupada físicamente en su totalidad, por lo que perderá la vegetación existente entre parcelas que y que no podrá ser recolonizada. Esto afecta especies en el estrato herbáceo, ya que se mantendrá la mayor parte de los árboles sembrados como cortinas rompevientos. La reducción de los vientos reducir el transporte de polvo que puede depositarse en los paneles solares. Además, la preservación de vegetación existente en los bordes de las parcelas es fundamental para proteger a los roedores silvestres y la fauna benéfica.



Figura V.5. Vista general del terreno, con filas de arboles sembrados.



Figura V.6. Vegetación interpacerlaria, con especies en el estrato arbustivo.

V.3.6. Fauna.

V.3.6.1. Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna. La fauna asociada a los cultivos en Tlaxcala es un componente esencial de la agrobiodiversidad, donde destaca la interacción entre las especies de la milpa, incluyendo mamíferos, aves e insectos benéficos

El retiro de vegetación implica la pérdida de hábitat para las diversas especies de fauna asociada a cultivos que se distribuyen en esta zona. Aunque los agroecosistemas tradicionales mantienen biodiversidad, la agricultura intensiva y el uso de pesticidas han afectado a la fauna nativa.

V.3.6.2. Afectación a especímenes de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El cambio de uso del predio puede derivar en una afectación a la fauna existente en la zona propuesta pero esto no incluye especies en alguna categoría de protección.

V.3.6.3. Atracción de fauna nociva u oportunista. La atracción de fauna nociva u oportunista, podría ser el resultado de un mal manejo de los residuos sólidos urbanos (municipales), que generen los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, esto será por el efecto atrayente que pueden tener los desechos especialmente los orgánicos como son los restos de comida o envolturas de los mismos alimentos hacia la fauna silvestre (oportunista), o a la fauna nociva que habita en las áreas urbanas cercanas, como pueden ser perros, gatos domésticos o roedores.

V.3.6.4. Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal. La presencia de trabajadores en el área del proyecto implica el riesgo de algún incidente por contacto negativo con las especies de fauna silvestre que pueda encontrarse en la vegetación entre parcelas. No obstante, por las condiciones actuales del sitio estos encuentros son poco probables.

V.3.6.5. Afectación a la avifauna por la infraestructura eléctrica. En la etapa de operación y mantenimiento este impacto (incremento de la tasa de mortalidad) afecta principalmente al grupo de las aves tiendo dos orígenes probables: electrocución y colisión.

La electrocución de un ave en las líneas de transmisión eléctrica se produce cuando el ave toca dos fases energizadas o una fase y una parte metálica. Entre los equipos que presentan riesgo de electrocución están los transformadores. En el caso de las colisiones, estas se registran más frecuentemente en líneas de transmisión de poste, aunque se prevé que los eventos de colisión sean mínimos en este proyecto por tratarse de una línea de transmisión en una zona transformada, sin áreas naturales que sirvan de hábitat para las aves.; asimismo se debe considerar que algunas especies pueden colisionar contra los cables cuando no logran evitarlos.

Existen dos formas en las que un ave puede electrocutarse: la primera ocurre durante el vuelo a lo largo del tendido eléctrico, al momento que un ave se acerca y toca dos líneas sirviendo como puente para la electricidad (APLIC, 2006), en este sentido, el tamaño del ave es muy importante (con envergadura superior a 120 cm, que es la distancia promedio entre dos líneas de un tendido eléctrico). Entre las especies que corren este riesgo se encuentran las especies de rapaces de las familias Cathartidae, Accipitridae y Falconidae, algunas especies acuáticas como la garza morena (*Ardea herodias*) y algunas rapaces nocturnas como el búho cornudo (*Bubo virginianus*) principalmente.

La segunda forma de electrocución ocurre en las torres eléctricas al momento de percharse, si llega a existir contacto con alguna fase conductora el ave sirve como puente entre esta y la estructura de la torre. Esta forma de electrocución depende más de los hábitos que del tamaño de las especies, ya que algunas especies suelen anidar en torres eléctricas, y muchas otras las utilizan como sitios de descanso, en estos casos se han reportado especies de rapaces tanto diurnas como nocturnas como principales víctimas de este tipo de electrocución, sin embargo también existen reportes de especies de garzas, pájaros carpinteros, gorriones, cuervos, urracas, zorzales y palomas (APLIC, 2006).

La línea de transmisión de este proyecto requerirá de la instalación postes troncónicos, por lo que se esta segunda forma de electrocución puede llegar a ocurrir.

Entre las especies más frecuentemente electrocutadas en las líneas eléctricas, de las cuales se tiene información para México, se encuentran:

- Águila real (*Aquila chrysaetos*). Considerada particularmente vulnerable debido a su gran tamaño (la envergadura de sus alas tiene cerca de dos metros), además de la inexperiencia de los jóvenes al volar y el uso que estos hacen de los postes, para perchar y cazar.

- Aguililla real (*Buteo regalis*). Suele hallarse posada en el suelo o perchada en postes de cercas o postes de líneas eléctricas.
- Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*). Suele perchar y cazar en postes de líneas de energía eléctrica.
- Aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*).
- Gavilán pescador (*Pandion haliaetus*). Suele utilizar los postes de las líneas de energía como sitios de anidación.
- Cernícalo americano (*Falco sparverius*)
- Halcón mexicano (*Falco mexicanus*)
- Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)
- Búho cornudo (*Bubo virginianus*)
- Cuervo llanero (*Corvus cryptoleucus*). Utilizan los postes de energía eléctrica durante el cortejo y para anidar.
- Garza morena (*Ardea herodias*)
- Cuervo común (*Corvus cor*ax)
- Zopilote Común (*Coragyps atratus*)

Sin embargo, la mayoría de dichas especies no se encuentran en las zonas agrícolas. De acuerdo con el INE (2002) las características de los sitios potencialmente críticos para la electrocución de aves corresponde a áreas cercanas a cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos y humedales, zonas costeras y corredores migratorios para aves acuáticas) y que las aves más susceptibles de electrocución son las acuáticas, lo que hace del área de establecimiento de este proyecto, un sitio menos probable a la electrocución de aves toda vez que la línea de transmisión se encuentra lejos de cuerpos de agua

La altura de vuelo un factor muy importante a considerar cuando se habla de riesgo de colisión contra el cable de guarda y los conductores de una línea de transmisión eléctrica, en este sentido, las aves que vuelan a la altura de los conductores y el cable de guarda, así como en un rango de hasta 50 m por encima del cable de guarda, son las que corren mayor peligro (De la Zerda y Roselli, 2003). Por lo anterior y considerando como zona de riesgo el intervalo entre los 45 y 60 m de altura (se considera una catenaria o curva del cableado de 8 m), se seleccionaron como especies potencialmente vulnerables a aquellas cuya altura de vuelo se registró entre este intervalo. De acuerdo con la información recabada durante la caracterización de fauna, las especies susceptibles son: la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), el zopilote aura (*Cathartes aura*), la garza blanca (*Ardea alba*) y Búho

Cornudo (*Bubo virginianus*) (estos últimos reportados solo en el SAR); el resto de las especies observadas en campo se registraron a intervalos menores a los 10 metros.

Con base en los párrafos precedentes, así como la información presentada en el capítulo IV del presente estudio, las especies susceptibles a la colisión y electrocución son las especies rapaces y no rapaces que anidan en las estructuras de transmisión, las aves acuáticas, migratorias y las especies que registraron altura de vuelo entre los 45 y 60 m de altura.

V.3.7. Hábitats del SAR.

V.3.7.1. Reducción de hábitats interparcelarios. El proyecto removerá la vegetación entre las parcelas, que constituyen un tipo de hábitat transformado. Los hábitats interparcelarios son espacios lineales o áreas pequeñas, como caminos, brechas, bordes de campos de cultivo, cercas vivas y zanjas, que se encuentran localizados entre parcelas agrícolas o en el interior de predios ejidales y propiedades privadas. Estos espacios, aunque a menudo modificados por la actividad humana (caminos sacacosechas, líneas de alta tensión), juegan un papel ecológico crucial en el paisaje agrícola. Sus características y funciones principales pueden incluir:

- **Conectividad Ecológica:** Actúan como corredores biológicos o "parches trampolín" (stepping stones) que permiten el movimiento de especies de flora y fauna entre áreas naturales más grandes, reduciendo el aislamiento de las poblaciones.
- **Biodiversidad Periurbana:** Sirven como refugio, zonas de alimentación y reproducción para especies silvestres, funcionando como hábitats de transición o mosaicos de vegetación dentro de matrices agrícolas.
- **Gestión del Paisaje:** Son zonas de transición que delimitan los usos del suelo agrícola y pecuario.
- **Mejora Ambiental:** La implementación de "cercas vivas" o la reforestación de estos espacios ayuda a limitar caminos, controla la erosión y mejora la conectividad funcional del ecosistema.

V.3.8. Paisaje.

V.3.8.1. Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria. Durante la construcción de la planta fotovoltaica se modificará temporalmente la imagen del sitio debido a la presencia de los trabajadores, así como de los materiales propios de la obra.

El Antares Solar, es una obra que conlleva un impacto visual, debido a que la presencia de equipo y maquinaria durante las etapas de preparación y construcción, así como la infraestructura de la PFS durante la operación; modifican la naturalidad del paisaje.

Este impacto se considera que posee un carácter subjetivo, pero no significativo, de duración permanente y magnitud zonal. El impacto se mitiga por el perfil bajo de los módulos fotovoltaicos.

V.4.6.3. Degradación del paisaje por manejo inadecuado de residuos. Como en cualquier actividad, si no se da un adecuado manejo a los residuos, se puede originar la dispersión y acumulamiento de basura en el área, afectando la armonía visual y escénica del lugar. Este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, de duración temporal y magnitud local.

V.3.9. Medio Socioeconómico.

V.3.9.1. Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten pobras y actividades. La planta fotovoltaica se construirá en un área donde el ordenamiento ecológico territorial del estado de Tlaxcala establece una política de aprovechamiento. Actualmente no hay ordenamientos ecológicos en ninguno de los tres municipios en los que se desplantará el proyecto.

V.3.9.2. Aumento de la oferta de empleo en la construcción. Para la etapa de construcción de la planta fotovoltaica será necesaria la contratación de personal que realice los trabajos desde la preparación del terreno hasta el montaje de los módulos fotovoltaicos. Se calcula una media de 500 trabajadores, durante los 36 meses previstos.

Dadas las condiciones económicas que actualmente presenta la economía nacional, los proyectos que incentivan el fortalecimiento de la economía regional y nacional, así como la creación de empleos directos a todos los niveles, representa un gran estímulo a nivel socioeconómico, además la política de construcción y operación del proyecto prevé operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que también el proyecto sea ambientalmente viable. Debido a que la obra es relativamente pequeña y de duración corta, este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.

V.3.9.3. Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento. La planta fotovoltaica ofrecerá trabajos en el sector terciario para la población local. Para los trabajos de mantenimiento será necesaria la contratación de personal capacitado que ejecute esta tarea. Sin embargo, debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de cinco personas por turno (15 personas) durante la operación y mantenimiento. Es por ello que este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.

V.3.9.4. Generación de residuos sólidos municipales. Se denomina residuo municipal o residuo sólido urbano (RSU) a aquel originado en los núcleos urbanos como resultado de las actividades domésticas, comerciales, o al que por su composición es similar a éste. Por ejemplo, son residuos sólidos urbanos los restos orgánicos de alimentos, los envases y envoltorios, las botellas o recipientes de vidrio. De manera general, los residuos municipales no se consideran peligrosos ni tóxicos. Debido a la presencia de trabajadores es factible que se generen este tipo de residuos durante la construcción de la PFS.

V.3.9.5. Incremento en la derrama económica para el municipio. El personal implicado para la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo del proyecto generará un incremento en la derrama económica para el municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, al consumir productos y servicios locales para cubrir sus necesidades básicas (ej. alimentación, vivienda, hospedaje, etc.).

V.3.9.6. Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos. El proyecto generará energía eléctrica generada a través de medios renovables (energía solar) para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional. La producción de energía eléctrica a través del uso de energías renovables como la radiación solar, representa para el Estado Mexicano una vía para promover la eficiencia y sustentabilidad energética. En ese sentido, el proyecto contribuirá con el abastecimiento al mercado eléctrico nacional a precios competitivos.

V.4. Impactos acumulativos y sinérgicos.

En el SAR donde se ubica el proyecto propuesto existen principalmente zonas agrícolas y asentamientos humanos. En el oeste existen áreas con vegetación natural, pero todas con algún grado de perturbación que deben tomarse en cuenta para determinar la forma en que todas estas interactuarán y, en su caso, si afectarán al medio ambiente. El REMIA en su Artículo 11, Fracción IV establece que los proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, se presentan en la modalidad regional, a cuyo contenido se apega el presente documento. Así, se identificaron los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto de la planta fotovoltaica.

V.4.1. Impactos acumulativos

El REIA en su fracción VI del Artículo 3°, describe a un impacto acumulativo como el impacto donde su efecto en el ambiente resulte del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Por ello el análisis de los impactos ambientales acumulativos se basó en la determinación de la distribución espacial del efecto de la infraestructura.

Así, podemos estimar que el proyecto Antares Solar, no tendrá un impacto negativo en el Sistema Ambiental Regional, ya que como pudimos observar, los efectos provocados son de tipo local, en una dinámica de tipo estable.

V.4.2. Impactos sinérgicos.

Por otra parte, el impacto ambiental sinérgico sería aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Dado que en este caso no se pudo determinar ninguna interacción con otras instalaciones similares, no se presentan este tipo de impactos.

V.5. Descripción de los Impactos por etapa.

La construcción del proyecto, no derivará en un disminución de la calidad en el ecosistema que compone el área de estudio; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad ambiental actual que presenta el sitio, el cual se ha venido degradando por la continua presencia de las actividades antropológicas (agricultura); además de que el proyecto implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras. Otro beneficio será la generación de empleos y nuevos ingresos para los pobladores de la zona.

V.5.1. Etapa de Preparación del sitio.

Generalmente en esta etapa suelen ocurrir los mayores impactos ambientales adversos sobre la superficie física del proyecto debido a acciones como el desmonte y despalme del terreno. Sin embargo, dadas las características del sitio (con muy baja cobertura vegetal y con un sustrato no consolidado) los impactos esperados se asocian sólo con el arribo del personal y los materiales de construcción al sitio, los cuales se resguardarán temporalmente en un predio de propiedad privada colindante con el sitio. No se requiere de construcciones provisionales ni de un campamento provisional.

- **Limpieza del sitio.** La limpieza del sitio que se considera para este proyecto no involucra ningún tipo de desmonte o desplantes de vegetación forestal. Únicamente incluye labores de remoción de vegetación sembrada entre parcelas en hileras bien definidas, así como la basura que la gente deja en el área del proyecto En general este sería un impacto adverso, pero la calidad del sitio es en general baja y no se espera hallar cantidades significativas de basura en el sitio.

- **Acopio de materiales.** Los materiales como cemento y materiales pétreos para el Antares Solar se adquirirán a proveedores de la región, principalmente en los estados de Tlaxcala y Puebla. El transporte de materiales hacia el sitio se hará en vehículos automotores Esta actividad no generará impactos sobre el entorno.

V.5.2. Etapa de Construcción

Para la construcción de la PFS será utilizada maquinaria pesada, equipos y herramienta manual, lo que generará pequeñas emisiones de ruido a la atmósfera. Este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, temporal y local. Esto es debido a que no se rebasarán los límites establecidos en las normas aplicables y por la distancia a las viviendas de la zona, que amortiguará el impacto.

- **Nivelaciones, cimentación de módulos y otras estructuras.**

El cimentado de los módulos de la planta fotovoltaica se hará por medio de perforadoras y excavadoras, lo cual implica la resuspensión de polvo. La calidad del del aire se verá afectada de manera temporal durante las etapas de preparación, construcción y abandono del proyecto.

Este es un impacto temporal que tendrá lugar durante las etapas de preparación, construcción y abandono del proyecto; será generado por el uso de los vehículos y maquinaria que liberan gases y partículas producto de la operación de motores de combustión interna; estas emisiones migraran más allá de los límites de área de establecimiento del proyecto y la generación de estas emisiones terminarán en cuanto concluya operación de motores de combustión interna, es importante mencionar que el uso de maquinaria será principalmente en las etapas de preparación y construcción.

Asimismo, la ejecución de las diferentes acciones del proyecto (desmonte, despalme, la circulación de vehículos y maquinaria, excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones, cortes, rellenos, apertura de zanjas, etc.) generarán polvos fugitivos (partículas suspendidas), que se esparcirán probablemente más allá del área de establecimiento del proyecto, sin embargo, su persistencia en el medio es temporal ya que estas partículas tienden a volver a caer.

El impacto es reversible en el corto plazo, a partir del cese de las actividades que lo originan y sin la necesidad de la intervención humana; su efecto es temporal

Con base en los atributos utilizados para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable.

- **Generación de residuos sólidos**

En la etapa de construcción se generarán residuos producto de los alimentos de los trabajadores que laboren durante esta etapa de construcción. En caso de que no se tenga un adecuado control de los residuos sólidos que se generen en el sitio donde se pretende la construcción de la planta fotovoltaica, se pudiese ocasionar un problema de contaminación del suelo en el sitio, así como en los predios aledaños. Este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, de duración temporal y magnitud local.

Si no se tiene un adecuado manejo de los residuos, se puede originar la dispersión y acumulamiento de basura en el área, esto podría ocasionar la proliferación de fauna nociva que pudiera desplazar a la fauna nativa de la zona, es por ello que este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, de duración temporal y magnitud local.

- **Impacto sobre la fauna.**

Durante las etapas de preparación, construcción y abandono el posible incremento de la mortalidad de fauna se debe principalmente a la presencia de maquinaria, pudiendo ocasionar atropellamiento de individuos menores de fauna, tales como lagartijas, serpientes, anfibios y mamíferos de talla pequeña. En estas etapas el grupo de las aves es el grupo menos impactado debido a su capacidad de vuelo.

- **Aguas residuales sanitarias**

Si hubiese un mal manejo de los residuos que se generen, se podría ocasionar la acumulación y dispersión de estos residuos hacia el suelo y el agua. Es por ello que se debe evitar este impacto se considera de carácter adverso, pero de importancia no significativa y con magnitud local, de duración temporal.

- **Retiro de materiales y equipos.**

Al finalizar la etapa de construcción se retirarán de la zona los materiales excedentes y cesará la presencia del personal de construcción

V.5.3. Etapa de Operación y Mantenimiento.

- **Impacto sobre la fauna.**

En la etapa de operación y mantenimiento este impacto (incremento de la tasa de mortalidad) afecta principalmente al grupo de las aves tiendo dos orígenes probables: electrocución y colisión. La electrocución de un ave en las líneas de transmisión eléctrica se produce cuando el ave toca dos fases energizadas o una fase y una parte metálica. Entre los equipos que presentan riesgo de electrocución están los transformadores. En el caso de las colisiones, estas se registran más frecuentemente en líneas de transmisión de poste, aunque por tratarse de una línea de transmisión en una zona totalmente transformada este riesgo es menor.

- **Impactos en el medio social.**

La implementación del proyecto en un predio donde se practica agricultura resulta un aliciente para que los propietarios de las tierras complementen su ingreso primario con la renta de sus parcelas.

Derivado de la construcción del proyecto, la economía local se verá impulsada por el incremento en la demanda de servicios y bienes, los cuales serán adquiridos principalmente en el ciudad de San Martín Texmelucan (agua potable, agua tratada, alimentos, transporte y disposición de residuos). Si bien el proyecto no causará desequilibrios ecológicos, tampoco interferirá con fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

- **Aseo general**

La planta fotovoltaica no será una estructura generadora grandes volúmenes de residuos. Sin embargo lo que se genere se colocará en contenedores especiales, para de ahí ser entregados al servicio de limpia, de acuerdo con las disposiciones municipales.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Mayo de 2026

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Una vez identificados los impactos ambientales que pudieran ser originados por el establecimiento y desarrollo de un proyecto específico, se requiere planificar y diseñar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención, anulación, reversibilidad y mitigación de los impactos ambientales significativos que se han identificado ya con anterioridad; es decir, elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

VI.1. Clasificación de las Medidas de Mitigación.

Las medidas que permitirán cumplir los objetivos del proyecto en el sentido de no contribuir al deterioro del entorno se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Prevención.** Aquellas medidas tendientes a evitar un impacto adverso son las preventivas. En el caso de las actividades cotidianas que se realizarán en la construcción de la estructura, principalmente el piloteado, estas se enfocan a evitar impactos adicionales a los que ocurrirán por el uso de maquinaria (perforadora y grúas), vehículos ligeros y la presencia del personal en la construcción. Aquí se incluyen las prácticas adecuadas en el manejo de los residuos sólidos y líquidos.

  El segundo grupo de medidas de prevención, que son las más importantes, se han integrado al proyecto desde el diseño con el uso de las mejores estrategias disponibles para limitar la dispersión de sedimentos durante el piloteado, así como para la prevención de derrames accidentales.

- **Mitigación.** Son las medidas que buscan reducir los efectos adversos de los impactos inevitables del proyecto. En este caso las medidas se enfocan principalmente a mitigar el efecto del ruido de los equipos utilizados en la construcción.

- **Remediación.** Son las que, una vez causado el impacto adverso, permiten eliminar sus efectos y restablecer en lo posible las condiciones previas del sitio afectado. Dado que se parte de un sitio sin vegetación ni fauna o características naturales notables, la aplicación de medidas de remediación no es necesaria.

- **Rehabilitación.** En el caso de encontrar elementos ambientales dañados o la ocurrencia de impactos, por causas ajenas a la construcción de la estructura, como serían la urbanización previa o la presencia de especies invasoras en un área natural, se puede considerar la realización de obras de rehabilitación. En este caso no se presentan las condiciones mencionadas.

- **Compensación.** Finalmente, en el caso de no poder encontrar medidas que prevengan, remedien o rehabiliten alguno de los elementos alterados por la instalación de la planta fotovoltaica, se pueden implementar medidas en elementos diferentes como medidas de compensación.

VI.2. Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas.

A través de la revisión de impactos realizada en el capítulo anterior ha sido posible determinar que el proyecto para la construcción de la planta fotovoltaica no provocará impactos ambientales significativos y que los impactos no significativos que ocurrirán son pocos y, en algunos casos, pueden reducirse aún más mediante la aplicación de algunas medidas simples adicionales a las ya incorporadas en el propio proyecto.

La Tabla VI.1 presenta las medidas de mitigación propuestas. Es importante señalar que, como se mencionó, el proyecto incluye en su diseño medidas para prevenir la dispersión de residuos durante la construcción, con lo cual se busca mantener las condiciones ambientales en la zona y sus alrededores, ya que esta no está asociada a impactos adversos significativos.

Tabla VI.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables al proyecto de construcción de la planta fotovoltaica.

Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
Atmósfera					
Reducción de la calidad del aire por el incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular.	Dar mantenimiento adecuado al equipo utilizado para evitar rebasar los niveles de emisiones permisibles	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente
Reducción de la calidad del aire por dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.	Cubiertas a los vehículos de transporte de materiales	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente
	Riego de caminos internos	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente
V.3.2.3. Reducción de la calidad del entorno por ruido en la construcción.	Dar mantenimiento adecuado al equipo utilizado para evitar rebasar los niveles de ruido permitidos en la normatividad aplicable	P	El nivel de ruido se mantendrá dentro de los límites establecidos en las normas mexicanas	Construcción	Promovente
		P	Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno.	Construcción	Promovente
Geología y Edafología.					
Perdida de cultivos por ocupación de superficie	Respetar los límites del diseño del proyecto.	C	No afectar un área mayor a la necesaria.	Construcción	Promovente
Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	Mantenimiento constante de la maquinaria	P	Prevenir la degradación de suelos	Construcción	Promovente
Contaminación del suelo por fecalismo al aire libre	Se colocarán letrinas portátiles y retirarán las aguas residuales a través de empresas autorizadas	P	Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno.	Construcción	Promovente
Aumento a la erosión hídrica y eólica.	Obras de conservación de suelo y agua; Reforestación	P	Prevenir la degradación de suelos	Construcción	Promovente
Hidrología					

Tabla VI.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables al proyecto de construcción de la planta fotovoltaica.

Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
Reducción de la calidad del agua en arroyo y canal colindantes		p	Evitar que los movimientos de tierra se dispersen más allá del área de trabajo.	Construcción	Promovente
Modificación en la capacidad de infiltración y al escurrimiento	Obras de conservación de suelo y agua	M	Permitir la permanencia de los escurrimientos pluviales	Construcción	Promovente
Vegetación					
Afectación a especies cultivadas de lento desarrollo	Reforestación. Reemplazar ejemplares arbóreos del cultivo de piñón con árboles en el perímetro que sirvan como cortinas rompevientos	C	Mantener la presencia de árboles en el predio	Operación	Promovente
Fauna.					
Afectación de la fauna asociada a cultivos	Ahuyentamiento	M	Prevenir la perdida de organismos	Operación	Promovente
Afectación a especímenes de fauna silvestre por compactación del terreno.	Ahuyentamiento de fauna	M	Prevenir la perdida de organismos de fauna menor	Construcción	Promovente
Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de serpientes	P	Prevenir la perdida de organismos	Construcción	Promovente
Atracción de fauna nociva	Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)	P	Prevenir la perdida de organismos	Construcción	Promovente
Tipos de medidas: M = Mitigación; P = Prevención; C = Compensación; R = Rehabilitación; D = Remediación.					

VI.3. Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación.

En este capítulo se describe, en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA, que las Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional deberán contener las Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; por lo que en éste se

desarrollarán las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados en el capítulo V de este documento, en este sentido, se propondrán la medidas correspondientes y ambientalmente viables a llevarse a cabo, para prevenir, reducir, mitigar, compensar o restaurar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

Todas las acciones a realizar deben considerarse desde las etapas de planeación y diseño del proyecto, para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación del proyecto, siendo el promovente, la responsable de la calidad ambiental del sitio del proyecto al término de la obra y durante la etapa de operación y mantenimiento del mismo. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas, para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del Proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares; tomando en cuenta el área del proyecto y su interacción con otras instalaciones solares, potencializando los efectos residuales o acumulativos. De acuerdo a lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad a la perturbación causada (Espinoza, 2002).

VI.4. Programa de vigilancia ambiental

La implementación de un Programa de Manejo Ambiental (PVA), tiene como función el ser la guía a seguir por el promovente para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del Proyecto, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El PVA se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

VI.4.1. Objetivos:

Para disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que genera el desarrollo que este tipo de proyectos, al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente, se busca alcanzar los siguientes objetivos.

- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales que permitan monitorear el éxito de las medidas, así como los programas generados para su cumplimiento.
- Observar el desarrollo ambiental del proyecto tomando como base la normatividad ambiental vigente y aplicable al mismo.
- Revisar el cumplimiento de las medidas de mitigación descritas en la MIA-R.
- Verificar y evaluar la efectividad de las medidas propuestas.

El responsable de la aplicación de este programa será el promovente, a través de un supervisor encargado de vigilar que se aplique correctamente este programa.

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la MIA-R, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

VI.4.2. Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del Antares Solar y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico.

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases de la planta fotovoltaica solar, se enlistan las acciones que generan impactos en

los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

VI.5. Impactos residuales

Como impactos residuales para el Antares Solar, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que si bien este tipo de proyectos hace uso de grandes superficies, son generalmente amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

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

- Afectación a las especies cultivadas.
- Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna menor.
- Compactación del terreno.
- Contaminación visual.
- Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento.

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

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

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

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

VI.6. Resumen de las medidas por etapa.

VI.6.1. Etapa de Preparación del sitio.

Limpieza. Dado que no hay presencia de vegetación terrestre en el sitio de trabajo, no se realizará trabajos que impliquen el desmonte o retiro de vegetación alguna, únicamente se retiraran cualquier residuo en el lugar, si los hubiese.

Medición y Nivelación. Durante esta etapa no se tiene establecido ninguna medida de mitigación o compensación dado que los trabajos de medición no conllevan impactos en la superficie de terreno que se requiere utilizar para construir la planta fotovoltaica.

VI.6.2. Etapa de Construcción

Construcción de la estructura. La generación de partículas fugitivas de polvo no representa un impacto al ambiente debido a que las obras se encuentran en un medio donde el material que se altera está constituido con poco potencial para su dispersión por la acción de los vientos que predominan en la zona.

Capacitación al personal: De manera previa al inicio de obras se dará una capacitación al personal de obra, en el cual se hará énfasis en la protección del medio ambiente mediante la aplicación de buenas prácticas durante los procesos de construcción. Por otra parte, se dará una sesión básica de la importancia del cumplimiento de legislación ambiental aplicable y obligaciones ambientales derivadas del resolutivo en materia de impacto ambiental en caso de ser autorizado el proyecto.

Generación de Residuos. Para evitar la contaminación del suelo, del agua, la mala imagen, así como la proliferación de fauna nociva, ocasionado por un inadecuado manejo de los desechos, durante la etapa de construcción de la planta fotovoltaica se colocarán en el predio botes metálicos, acondicionados como contenedores de basura. Estos contenedores se vaciarán una vez a la semana y los desechos serán enviados a un sitio donde la autoridad municipal lo indique, para su disposición final.

Residuos sanitarios. Con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua, se hará una adecuada disposición de estos residuos mediante el uso correcto de sanitarios portátiles.

VI.6.3. Etapa de Operación y mantenimiento

Riesgo de derrames. Para mejorar la resistencia de las estructuras a los efectos destructivos del sol y la humedad, periódicamente es necesario aplicar algún tipo de protector o acondicionador a las superficies. Durante la aplicación de dichas sustancias protectoras podrían ocurrir derrames accidentales que afecten la calidad del sueko. Como se ha señalado, en este caso se genera un riesgo, pero si se desarrollan las actividades de mantenimiento siguiendo prácticas correctas los daños potenciales se minimizan.

Para esto, se deberá evitar manejar en la planta fotovoltaica cualquier sustancia en envases mayores de 20 l. La aplicación deberá hacerse con brocha o estopa, manejando los implementos sobre bandejas colectoras. No se deberá realizar el mantenimiento en época de lluvia o cuando haya mal tiempo, para evitar que las sustancias se dispersen antes de secar completamente.

En todo caso, siempre se deberá seleccionar las sustancias que tengan mayor compatibilidad con el medio ambiente en cuanto a biodegradabilidad, persistencia y toxicidad.

Generación de Residuos. Para evitar la contaminación del suelo, del agua, la mala imagen, así como la proliferación de fauna nociva por un inadecuado manejo de los desechos, durante la etapa de operación, cuando este en uso la planta fotovoltaica, se colocarán contenedores para basura accesibles al personal. Estos contenedores se

vaciarán diariamente en los contenedores principales de las instalaciones y diario o al menos una vez a la semana (de acuerdo al volumen generado), los desechos serán enviados a un sitio donde la autoridad lo indique para su disposición final.

Aunado a todo lo anterior, se seguirá de manera estricta, todas las medidas y condicionantes que establezca el resolutivo, en caso de ser autorizado el proyecto. Así como de los ordenamientos y legislación ambiental aplicable.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Mayo de 2026

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con base en la integración y el análisis de la información contenida en los capítulos II y IV, en los que se describen las características del proyecto y del sistema ambiental regional, así como de los capítulos V y VI donde se evalúan los impactos potenciales destacables producidos por el desarrollo del proyecto, y se seleccionan las medidas tendientes a reducir, mitigar o compensar dichos impactos, es posible estructurar el escenario ambiental actual del SAR del proyecto (línea base); y desarrollar los pronósticos ambientales del mismo sistema en dos escenarios más, uno de ellos considerando los impactos ambientales destacables del proyecto, y otro más ilustrando el resultado de la acción de las medidas correctivas o de mitigación sobre estos impactos.

En este sentido, el primer escenario se desarrolló a partir del análisis retrospectivo y del diagnóstico de la calidad ambiental del SAR formulados en el capítulo IV de esta MIA-R, sin considerar el proyecto como variable de cambio. En tanto que para los otros dos escenarios se revaloró la calidad ambiental sobre el mismo esquema utilizado en el capítulo IV, pero superponiendo teóricamente los impactos destacables y las medidas seleccionadas para mitigarlos.

VII.1 Descripción y análisis del escenario

Retomando la información presentada en el capítulo IV, es posible definir que 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 toda su superficie, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal.

El pronóstico en este escenario superpone las medidas de mitigación de aplicación obligatoria descritas en el capítulo VI, cuya propuesta y posterior ejecución está dirigida a reducir o prevenir los impactos previstos e inherentes al desarrollo del proyecto. Por lo que siguiendo la metodología y valores asignados en el escenario anterior, se evaluaron los criterios de valor biológico, de amenaza y de oportunidades de conservación del SAR, suponiendo ya ejecutadas las medidas de mitigación, con las que se prevé el restablecimiento de algunos de los valores alterados con respecto a la línea base, por efecto

de las actividades de rescate de flora y fauna, así como de las medidas preventivas y de concientización. No obstante, se mantuvo la valoración del escenario anterior para aquellos criterios sobre los que inciden impactos, para los que, si bien se aplicarán medidas de para reducir su magnitud, su carácter residual no permitirá el restablecimiento del valor asignado en la línea base. Pese a esto último, el resultado pronostica la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR gracias a la ejecución de acciones de conservación de suelo y de escurrimientos que se suman al criterio de "prácticas de manejo adecuado" y que actualmente no se ejecutan en el área, lo que podría derivar en un verdadero beneficio en la disminución de la erosión, favorecer la infiltración y del establecimiento natural de vegetación nativa.

VII.2 Evaluación de alternativas

No existen alternativas técnicas ni de ubicación del proyecto, toda vez que desde su conceptualización y diseño se valoró la viabilidad técnica y ambiental de su ejecución. Aunado a lo anterior, durante la estructuración de esta MIA-R logró acreditarse la viabilidad y compatibilidad ambiental del proyecto, evidenciando mediante los estudios de gabinete y de campo analizados en los diversos capítulos que integran este documento, que el SP no incide sobre áreas naturales protegidas ni con presencia de especies microendémicas ni protegidas. De manera que su utilización como sitio de implantación del proyecto, con la aplicación de medidas de mitigación, no generará cambios perceptibles sobre la calidad ambiental del SAR.

VII.3 Conclusiones

Se incide en un ambiente deteriorado *a priori*, y de baja calidad ambiental. El área del proyecto no incidirá sobre recursos altamente conservados, sin embargo su ejecución sin medidas de mitigación podría derivar en una disminución sobre la calidad ambiental al aumentar las situaciones no compatibles con la conservación que ponen en riesgo los recursos de valor biológico, por lo que la aplicación de medidas de mitigación será indispensable para salvaguardar los recursos fauna y flora a través de los rescates, y los recursos suelo y agua derivado de su adecuado manejo y obras de conservación. Derivado de lo anterior, con la aplicación de las medidas de mitigación, las situaciones que sumaban amenazas o riesgos a la calidad ambiental del SAR disminuyen aunque no se restablecerá el valor de línea base debido a la presencia de impactos residuales y acumulativos; por otro lado, los atributos de valor biológico se mantendrán en un nivel ligeramente inferior a lo

evaluado en la línea base a causa de la presencia de impactos residuales; y finalmente, con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán incluso por encima de lo evaluado en la línea base, toda vez que este tipo de actividades actualmente no se ejecutan en el área y contribuyen sustancialmente a hacer más ambientalmente amigable al proyecto.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Mayo de 2026

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Glosario de términos

- **Abiótico:** Denominación que reciben todos los componentes que no tienen vida, como son las sustancias minerales, los gases y los factores climáticos que influyen en los organismos.
- **Aguas residuales o servidas:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.
- **Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- **Antrópico:** Todo aquello que tiene que ver con los seres humanos y su posición en cuanto a lo natural, ya que engloba todas las modificaciones que sufre la naturaleza a consecuencia de la acción humana.
- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA):** Las AICA's surgen de un programa de Birdlife International, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.
- **Áreas Naturales Protegidas (ANP):** Las zonas del territorio nacional y aquellos sobres las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la ley (LGEEPA).
- **Biodiversidad:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Biótico:** Todos aquellos seres vivos de los ecosistemas.
- **Carta topográfica:** Representación impresa o digital de la forma de la superficie terrestre, donde aparecen los elementos naturales de un estado o país, así como las obras hechas por el hombre (presas, zonas agrícolas, carreteras, acueductos u oleoductos, etc.), ubicados con exactitud mediante sus coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- **Coordenadas geográfica:** Líneas imaginarias paralelas al ecuador (paralelos: latitud y meridianos: longitud) que sirven para determinar la posición exacta de un punto sobre la superficie terrestre.

- **Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno a más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- **Contaminante:** Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- **Corriente intermitente:** Aquella que solamente tiene escurrimiento superficial durante alguna época del año.
- **Criterios de significancia:** Umbrales cualitativos y cuantitativos que determinan la importancia (significativa o no significativa) de un impacto, y presentan una discusión de la importancia del efecto ocasionado por la actividad del Proyecto en un componente ambiental.
- **Curvas de nivel:** Líneas que unen en mapas topográficos los puntos con igual elevación.
- **Datum:** Sistema geométrico de referencia que expresa numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno. Se define en función de un elipsoide y por un punto en el que éste y la tierra son tangentes.
- **Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman al ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- **Disposición final:** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.
- **Ecosistema:** Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas, y con su ambiente abiótico: mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y nutriente: **Elemento natura:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.
- **Emisión:** Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.
- **Especie:** Unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo rasgos fisionómicos y requerimientos de hábitat semejantes. Puede referirse a subespecies y razas geográficas.
- **Especies en riesgo:** Aquellas incluidas en alguna de las categorías descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Amenazada (A), En peligro de extinción (P), Sujetas a protección especial (Pr) y Probablemente extinta en el medio silvestre (E).
- **Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domesticados que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

- **Flora silvestre:** Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.
- **Geomorfología:** Ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre. Con este nombre se suele designar la ciencia que estudia el origen y la evolución de la tierra firme emergida, pero puede estudiar también los fondos marinos.
- **Hábitat:** Sitio específico en un medio ambiente físico ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.
- **Homeostasis:** Tendencia de las comunidades hacia la estabilidad dinámica.
- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **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:
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente:
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales:
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación:
- **IUC:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por sus siglas en inglés.
- **Lixiviado:** Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y pudiendo representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.
- **Manejo:** Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA):** Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- **Materia orgánico:** La materia orgánica o componente orgánico del suelo agrupa varios compuestos que varían en proporción y estado. La materia orgánica está compuesta por residuos animales o vegetales. Se trata de sustancias que suelen encontrarse en el suelo que contribuyen a su fertilidad.

- **Paisaje:** En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre el sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada).
- **Recurso natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.
- **Región ecológic:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.
- **Región hidrológica:** Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios.
- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP):** En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.
- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP):** Áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particulares importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. En particular tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y especifica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga oportunidad real de conservación.
- **Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- **Residuo peligroso:** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, sí como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente. El instrumento normativo que proporciona las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos es la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.
- **Servicios ambientales:** Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano.

- **Servicios ecosistémicos:** Son recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. Incluye productos como el agua potable limpia y procesos tales como la descomposición de desechos.
- **Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios o procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.
- **UTM:** Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator, UTM) basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al ecuador, se hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.
- **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 naturales.

VIII.2. Relación de anexos

Con el propósito de hacer un uso responsable del papel, los anexos se presentan de forma digital.

VIII.3. Fotografías.

En el cuerpo del documento se incluye la memoria fotográfica del sitio del proyecto.

VIII.4. Videos.

En el presente documento no se incluyen videos.

VIII.5. Bibliografía.

Almaktara, M, H.A. Rahmana, M.Y. Hassana, y S. Rahmanb. 2013. *Climate based empirical model for PV Module Temperature estimation in tropical Environment*. Applied Solar Energy, 2013. Vol. 49. Nº 4, pp. 192-201.

Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros Rastros de Los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.

Arizmendi, Ma. del Coro (Ed.) y Laura Márquez-Valdemar (Ed.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

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

Arriaga Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. *Regiones Hidrológicas Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa (escala 1:4,000,000)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO Y FCE. México. 986 pp.

Cepeda, J, Carmona A., 2017. *Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones*. Universidad Santo Tomás Bogotá.

CONAPO. 2010. *Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos*.

Coria, Ignacio Daniel. 2008. *El estudio del impacto ambiental: Características y metodologías*. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. ISSN (Versión impresa) 0329-3475. Pp 125-135.

Cuce, E., T. Bali, S. A. Sekucoglu, 2011, *Effects of passive cooling on performance of silicon photovoltaic cells*. International Journal of Low-Carbon Technologies 2011, 0, 1–10.

FHWA. 2006. *Construction Noise Handbook*. Reporte Final. Department of Transportation, Federal Highways Administration. EUA.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

Howell, Steve N.G. y Sophie Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. Primera edición. Nueva York, EUA.

IDEAM, 2017. *La radiación solar y su paso por la atmósfera*.

INEGI, 2018. *Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México*. SCIAN 2018. INEGI, 1139.

INEGI, 2018. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*.

INEGI. 2024. *Anuario Estadístico del Estado de Tlaxcala*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta Fisiográfica, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta de Climas, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. *Carta de Temperatura Media Mensual, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1981. *Atlas del Medio Físico. Carta de Precipitación Total Anual, escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

Jordan, P.G. 2014. *Solar Energy Markets: An Analysis of the Global Solar Industry*. Ed. Elsevier

Kim, J.P., H. Lim, J. H. Song, Y. J. Chang, C. H. Jeon, 2010. *Numerical analysis on the thermal characteristics of photovoltaic module with ambient temperature variation*, Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 404–407.

McEvoy, T. Markvart, L. Castañer. 2013. *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*. Editorial Elsevier.

Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1999. *Diversidad biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 791 p.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.

SE, 2015. *Energías renovables*. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/76391/DS_Energias_Renovables_ES.pdf

SEMARNAT. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*.

Teo, H.G., P.S. Lee, M.N.A. Hawlader, 2011. *An active cooling system for photovoltaic modules*. Applied Energy 90 (2012) 309–315.

UICN (World Conservation Union). 2005. *IUCN Red list. Version 3.1*, IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.