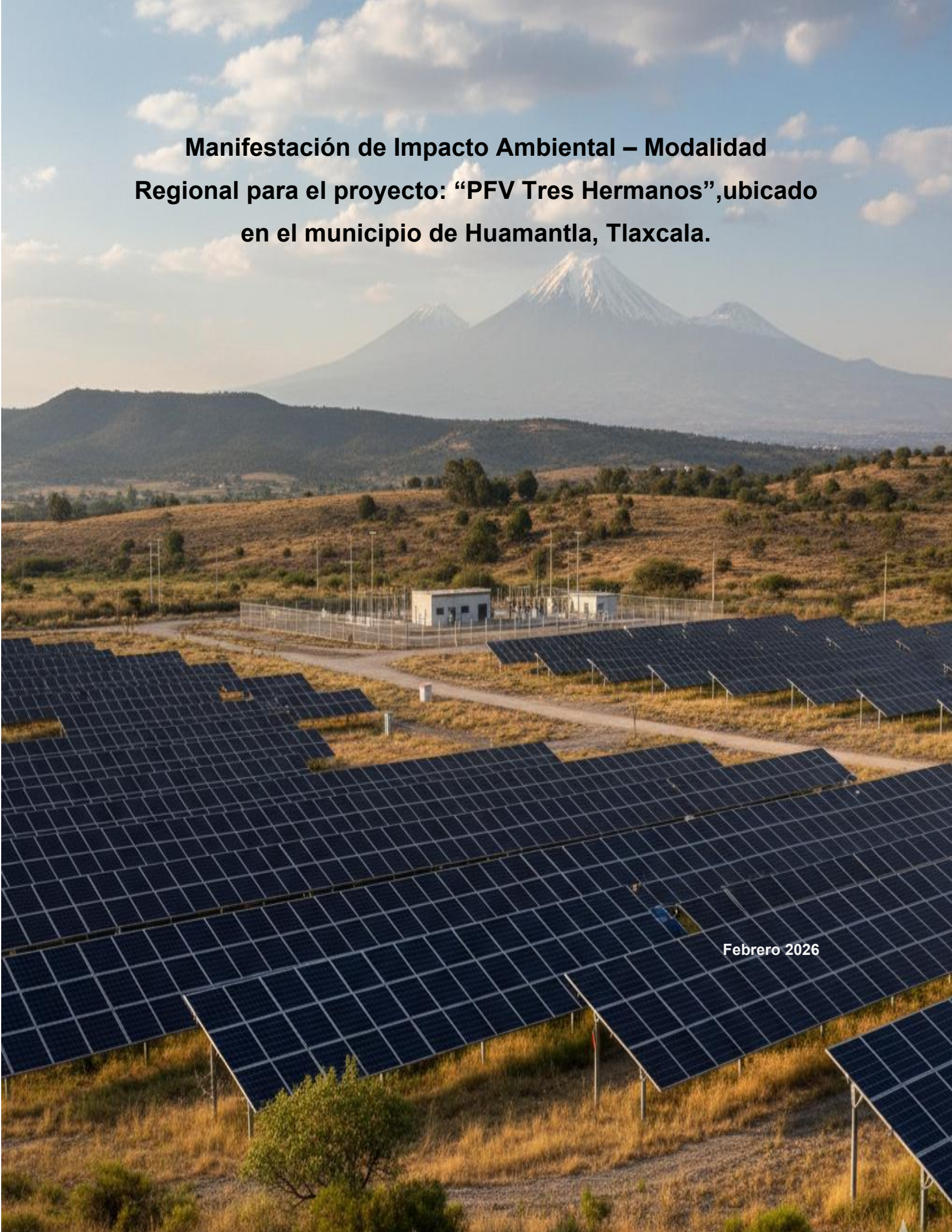
MEDIO AMBIENTE

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: “PFV Tres Hermanos”,ubicado en el municipio de Huamantla, Tlaxcala.



Febrero 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. EDATOS 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. Ubicación (dirección) del proyecto 14

I.1.3. Duración del proyecto 16

I.2. Datos generales del promovente 16

I.2.1. Nombre o razón social 16

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 17

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 17

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 18

I.2.5. Responsable técnico del estudio 18

I.2.6. Domicilio del responsable técnico del estudio 18

II. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 20

II.1 Información general del proyecto 20

II.1.1. Naturaleza del proyecto 21

II.1.2. Justificación 21

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto 26

II.2. Características particulares del proyecto 28

II.2.1. Componentes primarios 29

II.2.1.1. Módulos Fotovoltaicos 29

II.2.1.2. Seguidores solares 33

II.2.1.3. Bloques de potencia (inversor más centro de transformación) 34

II.2.1.4. Puesta a tierra del generador fotovoltaico 37

II.2.1.5. Canalizaciones eléctricas 38

II.2.1.6. Subestación elevadora 38

II.2.1.7. Línea eléctrica aéreas 39

II.2.2. Componentes secundarios 39

II.2.2.1. Edificio de control 39

II.2.2.2. Cercado perimetral 40

II.2.2.3. Caminos internos 40
II.2.2.4. Camino de acceso 41
II.2.2.5. Estaciones meteorológicas 41
II.2.2.6. Sistema de seguridad 42
II.2.2.7. Obras temporales 42

II.3. Programa de trabajo 44

II.4. Representación gráfica regional 44

II.5. Representación gráfica local 46

II.6. Preparación del sitio y construcción 46

II.7. Pruebas y puesta en servicio 56

II.8. Operación y mantenimiento 57

II.9. Etapa de cierre y abandono 63
II.9.1. Objetivos 63
II.9.2. Metas 64
II.9.3. Metodología 64
II.9.4. Medida(s) específicas que se emplearan para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales 65
II.9.5. Indicadores 66
II.9.6. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados 67
II.9.7. Punto de comprobación 68
II.9.8. Medidas de urgente aplicación 68

II.10. Residuos 68

II.11. Generación de gases efecto invernadero 71
II.11.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros 71
II.11.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 71

II.12. Relación de acciones, factores identificados para el proyecto 76

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 80

III.1. Marco constitucional 81

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) 81
III.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 82
III.1.3. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) 86
III.1.4. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 91
III.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 92
III.1.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 94
III.1.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC) 95
III.1.8. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones 96
III.1.9. Ley de Transición Energética (LTE) 97
III.1.10. Ley de Aguas Nacionales 98
III.1.11. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 99

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano 99
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 100
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala (POETTlax) 108

III.3. Planes y programas sectoriales 110
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo (PDN) 2019-2024 110

III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas 111
III.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local 111
III.4.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 111
III.4.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 112
III.4.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 112
III.4.5. Sitios RAMSAR 112

III.5. Normas Oficiales Mexicanas 113

III.6. Instrumentos jurídicos de carácter internacional 115
III.6.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 115
III.6.2. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 116
III.6.3. Agenda 2030 117

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 119

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 122

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 130

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 131

IV.3.1. Medio abiótico 132

IV.3.1.1. Clima 132

IV.3.1.2. Fenómenos meteorológicos 134

IV.3.1.3. Geomorfología 134

IV.3.1.4. Geología 135

IV.3.1.5. Suelo 137

IV.3.1.6. Hidrología 138

IV.3.1.7. Aire 139

IV.3.1.8. Conclusiones 140

IV.3.2. Medio biótico 141

IV.3.2.1. Vegetación 141

IV.3.2.2. Fauna 144

IV.3.3. Paisaje 154

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 157

V.1. Técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales 165

V.1.1. Identificación de impactos ambientales 165

V.1.1.1. Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos 166

V.1.1.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos 170

V.1.1.3. Matriz de Interacciones 171

V.1.1.4. Nominación de impactos 173

V.1.2. Valoración de impactos 174

V.1.2.1. Determinación de significancia 175

V.1.2.2. Determinación de la incidencia 179

V.1.3. Descripción y determinación de magnitud de los impactos destacables 183

V.1.3.1. Indicadores de impacto 183

I.1.1.1 Estimación de la magnitud 185

V.1.4. Impactos residuales 200

V.1.5. Impactos acumulativos 203

V.2. Conclusiones 212

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 215

VI.1 Objetivo 216

VI.2 Impactos ambientales identificados 216

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas 217

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación 218

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación 222

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación 223

V.3. Diseño e integración de las estrategias 239

V.3.1. Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación 239

V.3.1.1. Estrategia 1 “conservación de la calidad atmosférica” 240

V.3.1.2. Estrategia 2 “preservación de la calidad del agua” 241

V.3.1.3. Estrategia 3 “conservación de las condiciones edáficas” 243

V.3.1.4. Estrategia 4 “conservación de los indicadores de biodiversidad” 245

V.3.1.5. Estrategia 5 “conservación de las condiciones paisajísticas” 247

V.4. Ejecución de las medidas 249

V.5. Programa de vigilancia ambiental (PVA) 250

V.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 251

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ... 253

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 253

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 260

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 263

VII.4 Pronóstico ambiental 266

VII.5 Evaluación de alternativas 267

VII.6 Conclusiones 267

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 270

VIII.1. Glosario de términos 270

VIII.2. Relación de anexos 275

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Domicilio y datos de contacto del promovente 18
Tabla I.2 Domicilio y datos de contacto del responsable técnico del estudio 18
Tabla II.1 Coordenadas extremas del proyecto 26
Tabla II.2 Coordenadas del área de paneles 26
Tabla II.3 Coordenadas de la subestación de elevación 27
Tabla II.4 Coordenadas del DDV de la línea de transmisión 27
Tabla II.5 Superficie total de proyecto y por componentes 28
Tabla II.6 Programa general de trabajo 44
Tabla II.7 Estimación de personal a contratar 55
Tabla II.8 Estimación de la maquinaria a utilizar para la ejecución del proyecto 55
Tabla II.9 Medidas específicas para la etapa de cierre y abandono 65
Tabla II.10 Residuos generados por actividad a realizar en cada etapa del proyecto 68
Tabla II.11 Generación de residuos durante 10 meses de preparación del sitio y construcción 70
Tabla II.12 Árbol de acciones identificadas para el proyecto 76
Tabla III.1 Vinculación del proyecto con la LGEEPA 83
Tabla III.2 Vinculación del proyecto con el REIA 86
Tabla III.3 Vinculación con la LGVDS 91
Tabla III.4 Vinculación del proyecto con la LGPGIR 92
Tabla III.5 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR 94
Tabla III.6 Vinculación del proyecto con la LGCC 96
Tabla III.7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones 96
Tabla III.8 Vinculación del proyecto con la LTE 98
Tabla III.9 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales 98
Tabla III.10 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 99
Tabla III.11 Características de la UAB 57 y de la región ecológica 16.10 104
Tabla III.12 Estrategias sectoriales de la UAB 57 con las que el proyecto guarda similitud 105
Tabla III.13 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto 113
Tabla IV.2 Normales climatológicas de la estación meteorológica 29007 Huamantla 133

Tabla IV.3 Riesgo en el sistema ambiental regional por fenómenos meteorológicos 134
Tabla IV.4 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR 135
Tabla IV.5 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR 135
Tabla IV.6 Características de las unidades edafológicas dentro del sistema ambiental regional 137
Tabla IV.7 Riqueza de especies de plantas en el estado de Tlaxcala 141
Tabla IV.8 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR 142
Tabla V.1: Etapas, componentes y acciones del proyecto 166
Tabla V.2: Matriz de acciones seleccionadas a partir del cribado 169
Tabla V.3: Factores y subfactores ambientales 171
Tabla V.4: Interacciones con el subsistema 172
Tabla V.5: Interacciones con el factor 172
Tabla V.6: Interacciones que se generarán en cada etapa del proyecto 172
Tabla V.7: Interacciones que potencialmente pueden generar los componentes 173
Tabla V.8: Relación integrada de impactos, utilizando como criterio la naturaleza del efecto y el factor ambiental sobre el cual impactan 174
Tabla V.9: Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo 176
Tabla V.10: Determinación de la significancia de los impactos del proyecto con base en los supuestos de la fracción IX del artículo 3° del REIA 178
Tabla V.11: Atributos de impacto para determinar incidencia 180
Tabla V.12: Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados 182
Tabla V.13: Relación de impactos destacables 182
Tabla V.14: Incremento temporal de partículas suspendidas 185
Tabla V.15: Incremento temporal en los niveles de ruido 186
Tabla V.16: Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos 186
Tabla V.17: Disminución puntual de la infiltración 187
Tabla V.18: Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos 188
Tabla V.19: Modificación puntual del relieve original 188
Tabla V.20: Incremento de la susceptibilidad de erosión 188

Tabla V.21: Afectación puntual del curso de escorrentías 189
Tabla V.22: Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto 189
Tabla V.23: Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución 191
Tabla V.24: Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto 194
Tabla V.25: Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo 195
Tabla V.26: Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto 196
Tabla V.27: Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto 197
Tabla V.28: Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo 198
Tabla V.29: Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales 199
Tabla V.30: Modificación del paisaje 200
Tabla V.31: Impactos con carácter de residual 202
Tabla V.32: Impactos ambientales presentes en el SAR 205
Tabla V.33: Impactos acumulativos 207
Tabla V.34 Superficie por uso de suelo y vegetación del SAR (Serie VI, INEGI) 211
Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V 216
Tabla VI.2 Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 1 223
Tabla VI.3Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 2 226
Tabla VI.4: Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 3 229
Tabla VI.5: Tabla de medidas de mitigación resultante 231
Tabla VI.6: Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto 237
Tabla VI.7: Conservación de la calidad atmosférica 240
Tabla VI.8: Preservación de la calidad del agua 242
Tabla VI.9: Conservación de las condiciones edáficas 244
Tabla VI.10: Conservación de los indicadores de biodiversidad” 246
Tabla VI.11: Conservación de las condiciones paisajísticas 247
Tabla VI.12: Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados 248
Tabla VI.13: Calendario de aplicación de medidas con base en las etapas del proyecto 249
Tabla VI.14: Estimación de la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación 251

Tabla VII.1: Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo 254
Tabla VII.2 Tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR 255
Tabla VII.3: Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación 256
Tabla VII.4 Valoración de los criterios de calidad ambiental en el SAR al tiempo cero 258
Tabla VII.5: Impactos destacables identificados en el capítulo V 261
Tabla VII.6 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto 262
Tabla VII.7: Medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI 263
Tabla VII.8 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto y medidas de mitigación 265
Tabla VII.9: Pronósticos de los tres escenarios del SAR 266

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 Componentes de la radiación solar 29
Figura II.2 Ejemplo de módulo fotovoltaico a utilizar 30
Figura II.3 Diagrama del módulo fotovoltaico a utilizar 31
Figura II.4 Ejemplo de especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico a utilizar 32
Figura II.5 Acercamiento del seguidor solar 33
Figura II.6 Ejemplo del inversor a utilizar 35
Figura II.7 Especificaciones técnicas del inversor a utilizar 35
Figura II.8 Ejemplo del centro de transformación a utilizar 37
Figura II.9 Ejemplo de puesta a tierra 37
Figura II.10 Ejemplo de subestación de elevación 39
Figura II.11 Ejemplo de cercado perimetral 40
Figura II.12 Ejemplo de camino interno 41
Figura II.13 Representación gráfica regional 45
Figura II.14 Representación gráfica local 46
Figura II.15 Retiro de vegetación y limpieza 47
Figura II.16 Movimiento de tierras 48

Figura II.17 Proceso constructivo de las cimentaciones y ejemplo de una culminada 49
Figura II.18 Proceso de hincado, ensamblaje de estructuras y módulos fotovoltaicos 50
Figura II.19 Ejemplificación de proceso constructivo y de equipamiento de las subestaciones 51
Figura II.20 Ejemplificación de cuadros eléctricos 52
Figura II.21 Ejemplificación de adecuación de camino de acceso 52
Figura II.22 Ejemplificación de zanjas para alojar el cableado 53
Figura II.23 Ejemplificación de cercado perimetral 54
Figura II.24 Ejemplo de operación de un proyecto fotovoltaico 57
Figura II.25 Curvas I–V y P–V de un sistema fotovoltaico @G = 1000 W/m², T = 0, 25, 50, 75°C 73
Figura II.26 Intercambio de radiación en una superficie 75
Figura III.1 Ubicación del SAR en el POEGT 104
Figura III.1 Ubicación del SAR en el POETET 109
Figura IV.1 Proceso seguido para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 126
Figura IV.2 Sistema Ambiental Regional (SAR) 128
Figura IV.3 Metodología para la caracterización de la composición florística 143
Figura IV.4 Metodología para la caracterización de la fauna 149
Figura V.1: Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales del proyecto 163
Figura V.2: Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales 175
Figura V.3: Escala de calificación del impacto 185
Figura V.4 Electrocución de aves con líneas de transmisión 192
Figura VII.1 Pronóstico del escenario del SAR a 30 años 255
Figura VII.2 Escenario de la calidad ambiental al tiempo cero 259
Figura VII.3 Escenario de la calidad ambiental con proyecto 262
Figura VII.4 Escenario de la calidad ambiental con proyecto y medidas de mitigación 265

CAPÍTULO I

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

Febrero 2026

I. EDATOS 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:

- **"PFV Tres Hermanos"**

I.1.2. Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto "PFV Tres Hermanos" consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico integrado por paneles solares, derecho de vía (DDV) del camino interno y subestación, y el Área de Establecimiento del Proyecto (AeP) ocupará una superficie de 520.0862 ha con pretendida ubicación en el municipio de Huamantla al sureste del estado de Tlaxcala. La vía de comunicación más próxima al proyecto es la carretera estatal 136 Apizaco - Huamantla. EL proyecto, se encuentra entre las comunidades de San Martín Notario y San Francisco Tecoac; en la figura I.1 se presenta el mapa de ubicación del proyecto y que, para una mejor visualización de este; mientras que, en el capítulo II se presentan las coordenadas del proyecto.

El espacio geográfico donde se proyecta el parque fotovoltaico 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 entre los 2,460 y los 2,540 msnm, situándose en una zona de transición entre el valle de Huamantla y las estribaciones del Eje Neovolcánico. 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.

La hidrología superficial del sitio se adscribe a la Subcuenca del Río Atoyac-Zahuapan, identificándose dos escurrimientos de primer orden de carácter intermitente que drenan hacia jagüeyes artificiales ubicados dentro del predio; estas estructuras de captación son vitales para la recarga local y el aprovechamiento agropecuario tradicional de la zona. Desde la perspectiva geológica, el polígono se sitúa sobre depósitos volcánicos del Cuaternario, condicionados por la actividad del Eje Neovolcánico Transversal, con la traza de falla activa más cercana localizada a aproximadamente 3 km al sur, vinculada al sistema distensivo de la Cuenca de Tlaxcala. El riesgo de inundación se categoriza como bajo a medio, concentrándose principalmente en las depresiones topográficas donde se ubican los cuerpos de agua mencionados.

Figura I.1 Mapa de ubicación estatal del proyecto

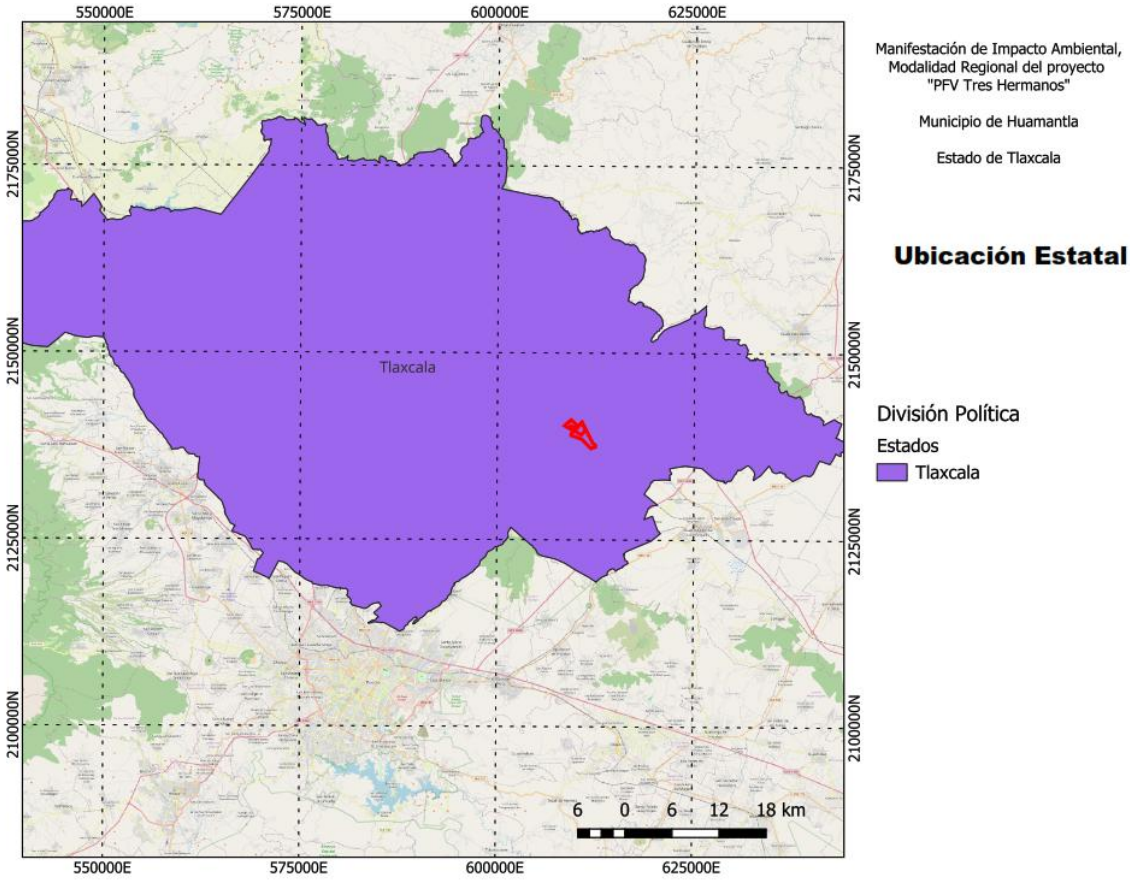
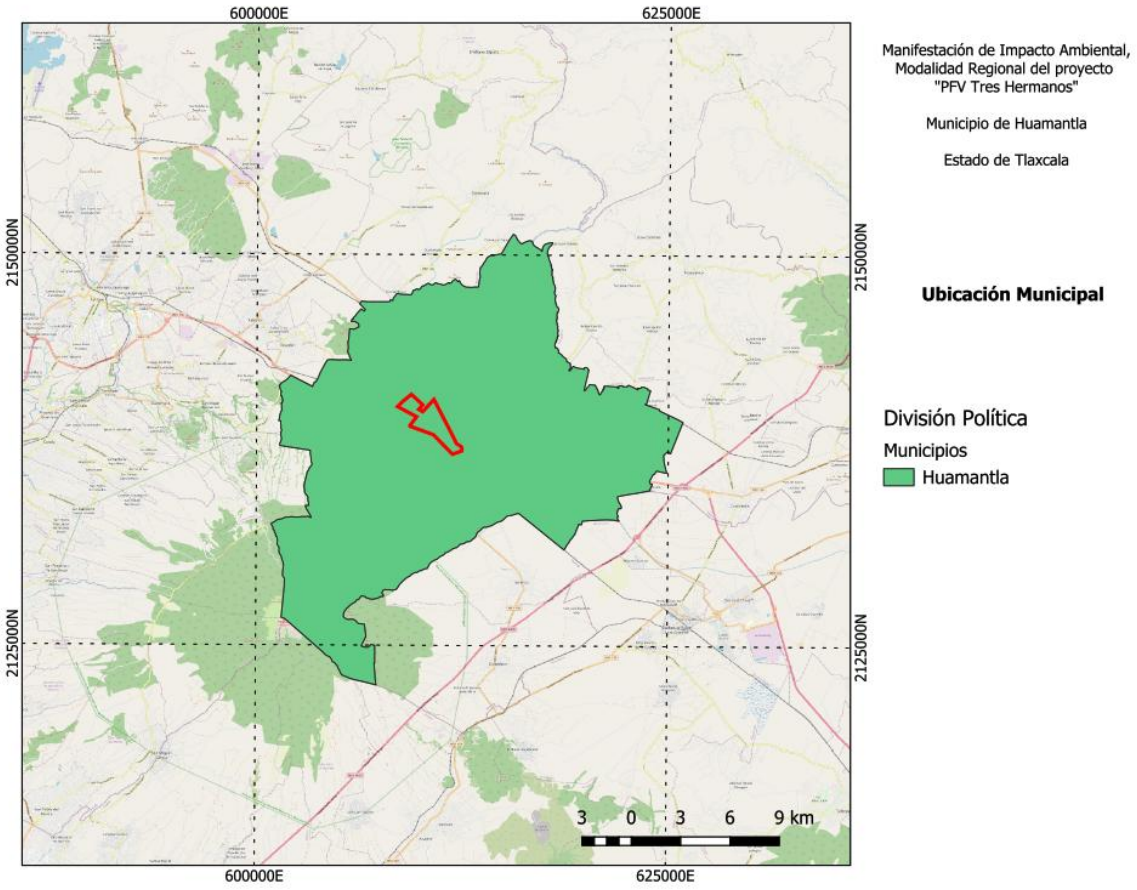


Figura I.2 Mapa de ubicación municipal del proyecto



I.1.3. 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:

- [redacted]

Para efectos de este acto, 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

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la empresa promovente es:

- [redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal de la empresa es:

- [redacted]

Para este acto 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. 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.1:

Tabla I.1 Domicilio y datos de contacto del promovente

Domicilio y datos de contacto de la empresa promovente

I.2.5. Responsable técnico del estudio

El responsable técnico del trabajo será:

-

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, se presenta la Declaración bajo protesta de decir verdad del responsable técnico de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y del Representante Legal de la empresa promovente (ANX.VIII.I.8 DB PROT RESP TEC)

I.2.6. Domicilio del responsable técnico del estudio

Tabla I.2 Domicilio y datos de contacto del responsable técnico del estudio

Domicilio y datos de contacto del responsable técnico

CAPÍTULO II

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

Febrero 2026

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

II.1 Información general del proyecto

Este apartado tiene como fin presentar a manera detallada la descripción general del PFV Tres Hermanos, que para fines de practicidad dentro de este documento se le hará referencia a éste como “el proyecto”, que 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). Este 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 28 inversores trifásicos. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores discurrirán a través de tubos anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se realizan por toda la planta fotovoltaica.

La instalación estará integrada también por elementos de protección, tales como interruptor 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 PFV Tres Hemanos con la con la subestación Huamantla 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 área de establecimiento del proyecto (AeP) será de 520.0862 ha localizada en el municipio de Huamantla, 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 Huamantla de la CFE.

Es de importancia mencionar que la potencia nominal o contratada en la suma de estos POIs será de 100 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. Para pronunciarnos respecto a la naturaleza del proyecto, se destaca que este se inscribe en el rubro de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar (INEGI, 2018)[1], desde el punto de vista económico.

II.1.2. Justificación

Desde el punto de vista energético, es considerado como favorable el desarrollo de proyectos que permitan la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar, 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 (MtCO2e) de gases efecto invernadero (GEI) (INEGI, 2015)[2], 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[3], 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.

Se puede esperar, en lo que respecta a la afinidad del proyecto con las condiciones ambientales prevalecientes en el sistema ambiental regional (SAR), que:

1. Aguas superficiales y subterráneas: Si bien, dentro del AeP existen diversos escurrimientos intermitentes, de acuerdo al artículo 27 párrafo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y al artículo 3 fracciones XI y XLVII con la Ley de Aguas Nacionales, no son considerados como aguas nacionales, aunado a ello no existen en el predio corrientes de agua superficiales; en cuanto a una probable afectación del acuífero, ésta no ocurrirá,

puesto que se tendrá una estricta vigilancia y se aplicarán estrictas medidas de control que garanticen que los contratistas no realicen actividades de mantenimiento de maquinaria en el predio, atiendan de inmediato cualquier accidente que provoque derrame de hidrocarburos y gestionen sus residuos de conformidad con la normatividad establecida.

2. Clima: La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que el proyecto no producirá contaminación térmica ni emisiones de CO2 que favorezcan el efecto invernadero.
3. Fauna. Con el desplante del proyecto no se prevén afectaciones a la fauna que pudieran poner en riesgo la existencia de especies, toda vez que los muestreos realizados reflejan una pobre diversidad y escasa abundancia relativa; es importante destacar que las aves son el grupo menos afectado por las actividades de cambio de uso de suelo, aunado a que sus poblaciones se encuentran concentradas en áreas fuera del AeP, y que la extensión estimada de ocurrencia de estas especies es mayor a los límites propios del SAR; aunado a que se prevén acciones de ahuyentamiento de los ejemplares que sean observados. En el caso de los anfibios, reptiles y mamíferos, se prevé la aplicación de medidas, como el rescate y reubicación de ejemplares, con lo cual se prevé evitar afectaciones a los individuos de estas poblaciones.
4. Flora: El área seleccionada para el desarrollo del proyecto, no cuenta con una proporción de cubierta forestal.
5. Geología: Aunque las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas, el proyecto está diseñado a partir de la adquisición de módulos fotovoltaicos que ya se fabrican por empresas establecidas.
6. Medio social: En el SAR se llevan a cabo actividades económicas como la agricultura, caza y ganadería extensiva, siendo esta última practicada dentro del AeP que, si bien representa un ingreso para los propietarios, éste no tiene la constancia que tendrá el ingreso generado por la renta de sus terrenos para el desarrollo del proyecto.
7. Paisaje: Los módulos solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual.
8. Ruido: El sistema fotovoltaico es silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor y respetando la normatividad aplicable respecto a generación de ruido provocado por la maquinaria durante la fase de preparación y construcción del proyecto.
9. Suelo: La generación de electricidad por este medio no producirá contaminantes ni vertidos.
10. En adición a lo expuesto, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica conservando las condiciones del entorno.

Una vez expuestos los argumentos antes descritos, se considera que el proyecto está apegado a la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a través 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, lo que si bien ha sido pronosticado en el presente apartado, quedará en el capítulo V de esta MIA-R ampliamente demostrado.

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

Ambientales

1. El Uso de suelo presente en el AeP corresponde a áreas de agricultura de temporal y de riego.
2. La cercanía del área del proyecto con áreas agrícolas con prácticas no sustentables provoca un detrimento de los ecosistemas en las áreas adyacentes, por lo que, de no construirse el proyecto, el detrimento del predio continuará paulatinamente, principalmente por la contaminación química y el cambio de uso de suelo para prácticas silvícolas.
3. La topografía del terreno facilitará la integración del proyecto al paisaje actual;
4. Dada la ausencia de corrientes de agua superficiales en el área de establecimiento del proyecto, no se afectarán sus cauces ni se contaminarán.
5. Los efectos sobre el ambiente, como se demostrará en el capítulo V, serán mínimos y temporales, en comparación con la generación de electricidad que utiliza combustibles fósiles.
6. Para llevar a cabo el acceso al proyecto se hará uso de los carriles existentes de desaceleración de 3.5 m de ancho y un entronque de 7 m de ancho, paralelos a la carretera estatal, por lo que no será necesario llevar a cabo nueva apertura de caminos, únicamente serán adecuados a las características necesarias que garanticen en desplazamiento óptimo de la maquinaria y los vehículos durante todas las etapas de vida útil del proyecto.
7. El área de establecimiento del proyecto, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Regiones Terrestres Prioritarias (CONABIO, RTP), así como con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se encuentra fuera de áreas naturales protegidas (federales 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 ganadería extensiva, 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, representando 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 ganadería extensiva, 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.
3. La ubicación del proyecto se ha llevado a cabo de tal forma que se maximizará la producción de energía eléctrica, en virtud que los cálculos realizados con

modelos meteorológicos, y a la modelización realizada con un software específico para cálculos, modelización y análisis de recurso Solar Fotovoltaico.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

La totalidad del proyecto se llevará a cabo en el municipio de Huamantla en el estado de Tlaxcala, México. El proyecto tendrá tres componentes principales: área de paneles solares, subestacion y Línea de transmisión eléctrica, así mismo, se proyecta que se puedan tener áreas para una futura expansión del proyecto, que como se mencionó antes, serán áreas dentro del AeP, a las cuales no se les hará modificación alguna por tratarse de áreas donde se encuentra la mayor densidad de vegetación.

Tabla II.1 Coordenadas extremas del proyecto

COORDENADAS DEL PROYECTO					
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	611,897.60	2,137,238.98	10	609,838.91	2,140,097.76
2	612,460.87	2,137,451.44	11	610,075.95	2,140,388.80
3	612,474.37	2,137,581.52	12	609,384.39	2,141,054.75
4	612,455.40	2,137,694.20	13	608,834.93	2,140,571.46
5	612,399.56	2,137,747.51	14	608,548.69	2,140,267.81
6	612,138.78	2,137,924.32	15	609,709.67	2,139,624.01
7	611,906.76	2,138,417.83	16	609,314.14	2,139,065.71
8	610,753.50	2,140,735.13	17	609,252.26	2,139,038.29
9	610,079.39	2,139,953.72	18	610,737.40	2,138,479.56
			19	611,897.60	2,137,238.98

Tabla II.2 Coordenadas del área de paneles

COORDENADAS DEL ÁREA DE PANELES					
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	609,337.92	2,140,257.05	5	611,120.23	2,139,860.32
2	609,151.58	2,139,989.44	6	611,159.24	2,139,885.16
3	610,661.63	2,139,049.48	7	610,749.99	2,140,715.77
4	611,149.69	2,139,625.38	8	610,000.98	2,139,851.80
			9	609,337.92	2,140,257.05

Tabla II.3 Coordenadas de la subestación de elevación

COORDENADAS DE LA SUBESTACIÓN DE ELEVACIÓN					
Vértices	**X**	**Y**	**Vértices**	**X**	**Y**
1	611130.24	2139771.2	3	611248.58	2139687.01
2	611179.56	2139600.09	4	611189.78	2139807.38
			5	611130.24	2139771.2

Tabla II.4 Coordenadas del DDV de la línea de transmisión

COORDENADAS DEL DDV de la Línea de Transmisión					
Vértices	**X**	**Y**	**Vértices**	**X**	**Y**
1	612,290.82	2,137,387.30	16	611,145.45	2,139,670.75
2	612,283.48	2,137,401.23	17	611,147.00	2,139,676.82
3	612,282.08	2,137,404.61	18	611,150.35	2,139,682.10
4	612,167.64	2,137,773.08	19	611,155.16	2,139,686.10
5	612,130.32	2,137,838.50	20	611,160.98	2,139,688.41
6	612,129.57	2,137,839.96	21	611,167.22	2,139,688.81
7	611,685.85	2,138,791.62	22	611,173.28	2,139,687.27
8	611,509.51	2,139,151.47	23	611,302.73	2,139,631.47
9	611,357.04	2,139,443.97	24	611,867.21	2,138,497.28
10	611,356.59	2,139,444.89	25	612,165.47	2,137,857.61
11	611,288.24	2,139,594.15	26	612,203.46	2,137,791.00
12	611,157.45	2,139,650.53	27	612,205.19	2,137,787.03
13	611,152.16	2,139,653.88	28	612,319.73	2,137,418.24
14	611,148.17	2,139,658.69	29	612,328.54	2,137,401.52
15	611,145.86	2,139,664.51	30	612,290.82	2,137,387.30

Tabla II.5 Superficie total de proyecto y por componentes

SUPERFICIES DEL PROYECTO		
	Superficie (has)	**Observaciones**
Área total del proyecto	**520.0862**	
Características del proyecto	**Superficie (has)**	**Observaciones**
Área de reserva para futuras ampliaciones	364.0464	
Área de paneles	144.1693	
Subestación eléctrica	1.2702	
DDV Línea de transmisión	10.6003	

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto tendrá una potencia nominal de 90 MW, una potencia pico de 99 MW.

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 de 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 de 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 (Figura II.1[4]).

Figura II.1 Componentes de la radiación solar



Ahora bien, para una visualización más práctica del proyecto se ha catalogado sus componentes en dos secciones:

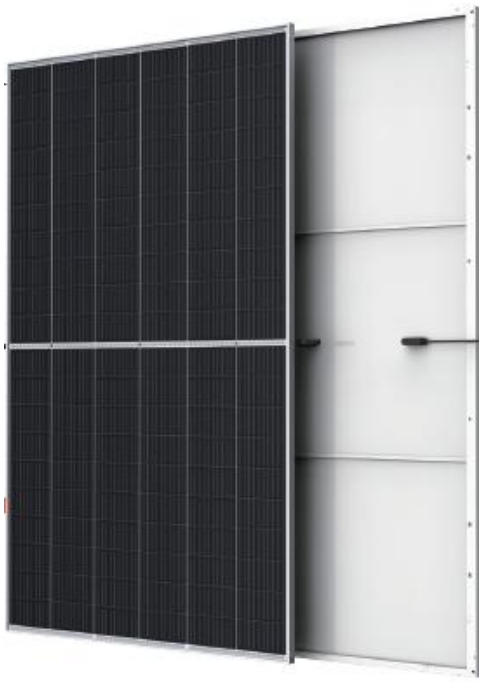
- **Componentes primarios:** Generador fotovoltaico (Módulos fotovoltaicos, seguidores o trackers e inversores), bloques de potencia (inversor más centro de transformación), red de canalizaciones eléctricas, subestación de elevación, línea eléctrica aérea y ampliación de la subestación de maniobras.
- **Componentes secundarios:** Edificio de control, cercado perimetral, adecuación de los carriles de desaceleración y entronque con, caminos internos, estaciones meteorológicas y obras temporales (almacén de equipos herramientas e insumos, zonas de acopio de material, sanitarios portátiles y almacenes temporales de residuos).

II.2.1. Componentes primarios

II.2.1.1. Módulos Fotovoltaicos

Se prevé la instalación de alrededor de 150,000 módulos fotovoltaicos de 610 Wp cada uno (Figura II.2[5]).

Figura II.2 Ejemplo de módulo fotovoltaico a utilizar



Las células mono cristalinas que conforman los módulos solares estarán diseñadas para soportar condiciones meteorológicas adversas, funcionando de manera eficiente sin interrupción durante toda su vida útil. Las células serán las responsables de captar la energía de los fotones (rayos solares), las cuales a su vez formarán los módulos, que tendrán una eficiencia máxima del 21.4% y una tolerancia de potencia positiva de 0~+5W (Figura II.3 y Figura II.4[6]).

Figura II.3 Diagrama del módulo fotovoltaico a utilizar

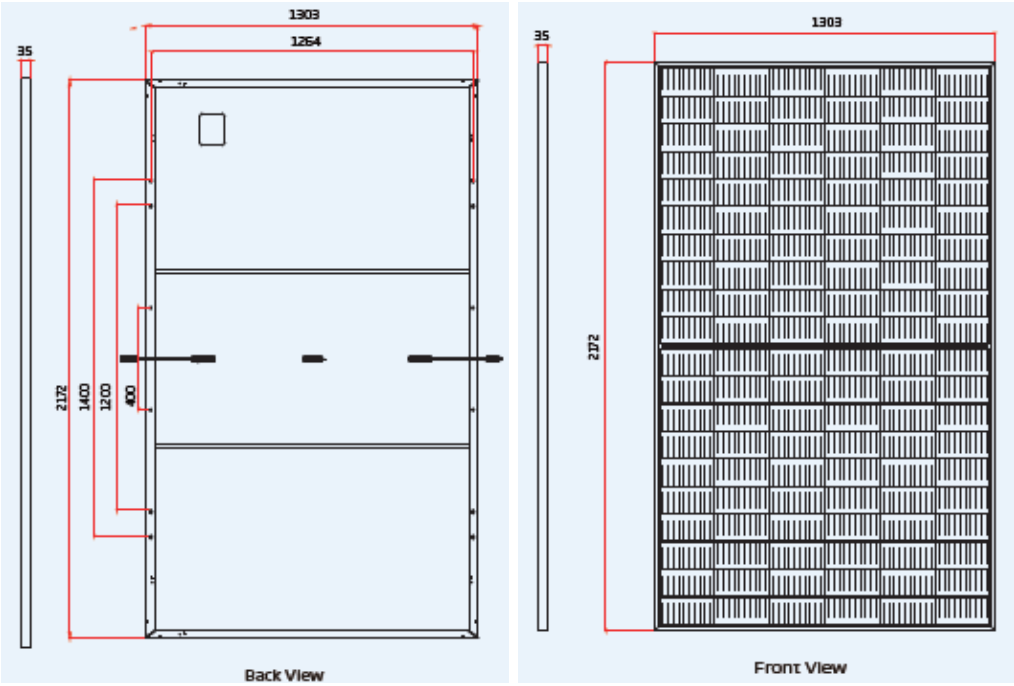


Figura II.4 Ejemplo de especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico a utilizar



BiHiKu7

BIFACIAL MONO PERC

640 W ~ 670 W

CS7N-640|645|650|655|660|665|670MB-AG



MORE POWER

670 W

Module power up to 670 W
Module efficiency up to 21.6 %

12 Years

Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-640MB-AG		640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG		645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG		650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	22.07 A	25.1%
CS7N-655MB-AG		655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	19.35 A	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	20.27 A	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	22.12 A	25.3%
CS7N-660MB-AG		660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	19.39 A	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	20.32 A	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	22.16 A	25.5%
CS7N-665MB-AG		665 W	38.5 V	17.28 A	45.6 V	18.51 A	21.4%
Bifacial Gain**	5%	698 W	38.5 V	18.14 A	45.6 V	19.44 A	22.5%
	10%	732 W	38.5 V	19.02 A	45.6 V	20.36 A	23.6%
	20%	798 W	38.5 V	20.74 A	45.6 V	22.21 A	25.7%
CS7N-670MB-AG		670 W	38.7 V	17.32 A	45.8 V	18.55 A	21.6%
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.7 V	18.20 A	45.8 V	19.48 A	22.7%
	10%	737 W	38.7 V	19.05 A	45.8 V	20.41 A	23.7%
	20%	804 W	38.7 V	20.78 A	45.8 V	22.26 A	25.9%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A
CS7N-660MB-AG	495 W	35.9 V	13.79 A	42.9 V	14.89 A
CS7N-665MB-AG	499 W	36.1 V	13.83 A	43.1 V	14.93 A
CS7N-670MB-AG	502 W	36.3 V	13.85 A	43.3 V	14.96 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 × 1303 × 33 mm (93.9 × 51.3 × 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	360 mm (14.2 in) (+) / 200 mm (7.9 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Protection Class	Class II
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $Pmax_{rear}$ / $Pmax_{front}$, both $Pmax_{rear}$ and $Pmax_{front}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION

El diseño de instalación de los módulos fotovoltaicos se basará en la conexión serie/paralelo, la cual se refiere a la suma de los voltajes generados por los módulos en serie y la suma de corrientes en paralelo. La elección de la conexión dependerá del voltaje y corriente que se desee obtener para poder así obtener una mayor eficiencia en la etapa de operación.

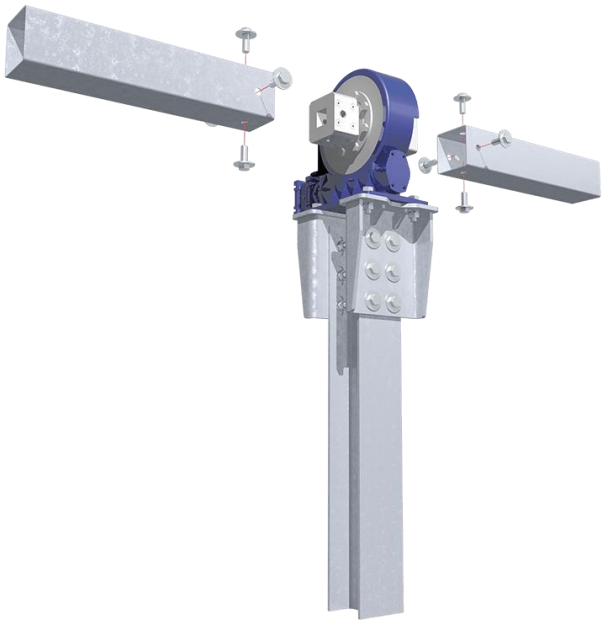
El número y modelo de modulo fotovoltaico podrá variar en un estado más avanzado del proyecto, dando como resultado un generador fotovoltaico similar al descrito, además de apegarse siempre a la normatividad nacional a internacional vigente (PROY-NOM-001-SEDE 2018, PROY-NMX-J-656/1-ANCE-2012, IEC 61215, IEC 61730, entre otras).

II.2.1.2. Seguidores solares

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura metálica con seguimiento solar para maximizar la irradiación solar en el plano de los módulos fotovoltaicos, así como la producción eléctrica. Para el proyecto se llevará a cabo la instalación de trackers modelo Monoline 2Vde la marca PVHARDWARE o algún modelo similar.

Los trackers serán autoalimentados por un sistema de control provisto con un motor 42.7VDC con reductora. Los trackers se conectarán a switches en los inversores, enlazándose así con la red del proyecto. El seguidor permitirá colocar hasta 90 módulos encima de su estructura, mismos que se fijarán a las secciones de las barras usando tornillos y abrazaderas disponibles. Se planea colocar 35 módulos sobre cada string (módulos conectados en serie) y la distancia entre el final de un módulo y el inicio del siguiente, pitch, se calculó de 11 m (Figura II.5[7]).

Figura II.5 Acercamiento del seguidor solar



II.2.1.3. Bloques de potencia (inversor más centro de transformación)

Los bloques de potencia estarán conformados por la combinación de inversor más centro de transformación, el inversor transforma la generación de corriente continua a alterna y el centro de transformación protege, transforma y permite la maniobra. Los inversores funcionarán de manera totalmente automática, a partir de la tensión y frecuencia de red, y aportando la máxima potencia posible de los módulos fotovoltaicos (seguimiento del punto de máxima potencia).

Se tiene contemplado instalar inversores trifásicos prefabricados modelo Ingeteam INGECON SUN 1640TL B630 OUTDOOR o similar (Figura II.6[8] y Figura II.7[9])

Figura II.6 Ejemplo del inversor a utilizar



SG6600UD-MV
SG8800UD-MV

MV Grid-connected PV Inverter for 1500 Vdc System

HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99%
- Effective cooling, full power operation at 45 ℃

SMART O&M

- Integrated zone monitoring and MV parameters monitoring function for online analysis and trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance

SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 40-foot container design
- DC 1500V system, low system cost
- Integrated MV transformer, switchgear, and LV auxiliary power supply
- Q at night function optional

GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116,IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

EFFICIENCY CURVE

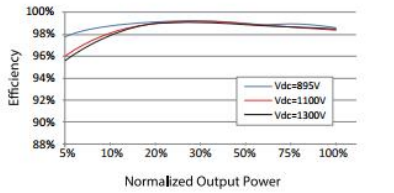


Figura II.7 Especificaciones técnicas del inversor a utilizar

SUNGROW
Clean power for all

Type Designation	SG6600UD-MV	SG8800UD-MV
Input (DC)		
Max. PV input voltage	1500 V	
Min. PV input voltage / Startup input voltage	895 V / 905 V	
MPP voltage range	895 V – 1500 V	
No. of independent MPP inputs	6	8
No. of DC inputs	30 (optional: 42)	40 (optional: 56)
Max. PV input current	6 * 1435 A	8 * 1435 A
Max. DC short-circuit current	6 * 3528 A	8 * 3528 A
PV array configuration	Negative grounding or floating	
Output (AC)		
AC output power	6600 kVA @ 45 ℃ 6798 kVA @ 40 ℃ 7590 kVA @ 22.5 ℃	8800 kVA @ 45 ℃ 9064 kVA @ 40 ℃ 10120 kVA @ 22.5 ℃
Max. inverter output current	6 * 1160 A	8 * 1160 A
Max. AC output current	438.3 A	292.2 A
Rated voltage range	10 kV – 35 kV	20 kV – 35 kV
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 Hz – 55 Hz, 60 Hz / 55 Hz – 65 Hz	
Harmonic (THD)	< 1.5 % (at nominal power)	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / AC connection	3 / 3	
Efficiency		
Inverter max. efficiency / Inverter European efficiency	99.0 % / 98.8 %	
Transformer		
Transformer rated power	6600 kVA	8800 kVA
Transformer max. power	7590 kVA	10120 kVA
LV / MV voltage	0.63 kV / 0.63 kV / (10 – 35) kV	0.63 kV / 0.63 kV / (20 – 35) kV
Impedance	8 % (0 – ±10 %) @ 6600 kVA	9.5 % (0 – ±10 %) @ 8800 kVA
Transformer vector	Dy11y11	
Transformer cooling type	ONAN	
Oil type	Mineral oil (PCB free)	
Protection & Function		
DC input protection	DC load switch + fuse	
Inverter output protection	AC circuit breaker	
AC MV output protection	AC circuit breaker	
Surge protection	DC Type II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes	
Insulation monitoring	Yes	
Overheat protection	Yes	
Q at night function	Optional	
General data		
Shipping dimensions (W*H*D)	12192 mm * 2896 mm * 2438 mm	
Unfolding dimensions (W*H*D)	12192 mm * 3392 mm * 2438 mm	
Weight	27.5 T	31.5 T
Degree of protection	Inverter: IP65 / Others: IP54	
Auxiliary power supply	15 kVA (optional: max. 30 kVA)	
Operating ambient temperature range *	-20 ℃ to 60 ℃ (optional: -30 ℃ to 60 ℃, > 45 ℃ derating)	
Allowable relative humidity range	0 % – 100 %	
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)	
Display	LED Indicators, Ethernet+WebHMI	
Communication	Standard: RS485, Ethernet	
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC62271-202, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-2, UNE 206007-1:2013, NTS 631, UTE C15-712-1:2013	

* The ambient temperature is determined as the average temperature obtained from at least four temperature monitoring points located at a distance of 1 meter from the equipment, at a height halfway up the machine. The temperature sensors must be shielded from airflow, thermal radiation, and rapid temperature fluctuations to prevent display inaccuracies. If the ambient temperature is below -30°C, pls contact Sungrow.

También se llevará a cabo la instalación de 14 centros de transformación, de los cuales veintitrés de ellos serán tipo 6.6 MVA, modelo SUN de la marca INGETEAM[10] o similares.

Figura II.8 Ejemplo del centro de transformación a utilizar



El número y modelo de inversores y centros de transformación podrá variar en un estado más avanzado del proyecto, y cumplirán con la normativa vigente, en particular las normas EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, entre otras y estarán certificados para cumplir las directivas en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética.

II.2.1.4. Puesta a tierra del generador fotovoltaico

El proyecto contará con un sistema de puesta a tierra, el cual se instalará de manera que limite el efecto de gradientes de potencial a tierra a tales niveles de voltaje y corriente que no ponga en peligro la seguridad del personal o equipos en condiciones normales y de falla. El sistema también garantizará la continuidad del servicio (Figura II.9[11]).

Figura II.9 Ejemplo de puesta a tierra



La puesta a tierra se establece con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales utilizados.
La instalación deberá cumplir con la normativa UL 2703 y PROY-NOM 001-SEDE 2018.

II.2.1.5. Canalizaciones eléctricas

El proyecto contará con red de canalizaciones eléctricas, la cual tendrá como función la distribución de energía generada en el área del generador fotovoltaico a la subestación de elevación del proyecto. Dichas canalizaciones discurrirán desde el borde central de cada agrupación de seguidores hasta el bloque de potencia y la que discurrirá entre los bloques de potencia y la subestación. Se dividirán en grupos, tales como: canalizaciones de baja tensión, comunicaciones y red de tierras y canalizaciones de media tensión.
El cableado se realizará de acuerdo con lo especificado en la normatividad nacional e internacional que se deben tomar en cuenta para el diseño de cableados de instalaciones fotovoltaicas (PROY-NOM-001-SEDE-2018 “Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas”, IEC 60840 / ASTM, IEC International Electrotechnical Commision, IEC 60840 / ASTM, CFE, SENER, ANCE, entre otras)

II.2.1.6. Subestación elevadora

La Subestación Elevadora forma parte integral del Proyecto, cuya finalidad es transformar la energía generada por los módulos solares en corriente alterna de media tensión (34.5 kV) y elevar su nivel de voltaje a 115 kV, permitiendo su evacuación hacia la subestación Huamantla.

La subestación se ubicará dentro del polígono del parque fotovoltaico, en el municipio de **Huamantla, Tlaxcala**, y ocupará una superficie aproximada de **1 hectárea**. El predio contará con caminos de acceso, cercado perimetral, drenaje pluvial y áreas de maniobra. La zona será acondicionada con nivelación mínima del terreno y control de escurrimientos.

Figura II.10 Ejemplo de subestación de elevación



II.2.1.7. Línea eléctrica aéreas

Dadas las características del sistema eléctrico existente en la zona, para la evacuación de toda la energía generada por la PFV será necesaria la construcción de una línea eléctrica aéreas de 115 kV de doble circuito desde la subestación de maniobras ubicada en el polígono del proyecto hacia la subestación de Huamantla.

La subestación de elevación cumplirán con la normatividad nacional, con los estándares de la CFE, así como con normatividad internacional aplicable.

II.2.2. Componentes secundarios

II.2.2.1. Edificio de control

Se considera la construcción de un edificio de control, cuyas instalaciones estarán a cargo de la vigilancia, seguridad y control de la energía generada en el proyecto. El edificio se

ubicará dentro del área considerada para la construcción de la subestación de elevación del proyecto.

El edificio de control principal dispondrá una zona de oficinas del personal, su diseño del edificio y su cimentación al terreno se hará según la legislación local y nacional aplicable. El tamaño del edificio y el número y configuración de las habitaciones y aseos será función del número de personas asignadas a la Planta.

Para el manejo de las aguas residuales generadas en este componente, se prevé el uso de una fosa séptica que se ubicará a un costado del edificio de control, la cual se vaciará y se le proporcionará mantenimiento de forma periódica.

II.2.2.2. 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, el cercado englobará el área con el generador voltaico y la subastación de maniobras (Figura II.11).

Figura II.11 Ejemplo de cercado perimetral



II.2.2.3. Caminos internos

Los caminos internos deberán contar 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 del parque fotovoltaico. 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. (Figura II.12).

Figura II.12 Ejemplo de camino interno



II.2.2.4. Camino de acceso

Como se mencionó con anterioridad, el camino de acceso al proyecto consiste en la adecuación de carriles de desaceleración de 3.5 m de ancho y un entronque de 7 m de ancho aproximadamente ya que el acceso al PFV se encuentra paralelo a la carretera # 136 Apizaco - Huamantla y deberá 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.2.2.5. 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.2.2.6. 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.2.2.7. Obras temporales

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:

Instalación de campers con comedor, cocina y oficinas: Se dispondrán campers un área provisional para que se puedan preparar y consumir alimentos. También se contará con oficinas.

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.

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.

Almacenes temporales: 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 Central 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.

En el programa de residuos generado en el capítulo VI de esta MIA-R se lleva a cabo la descripción de los almacenes.

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.

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.

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.

II.3. Programa de trabajo

El programa de trabajo comprenderá 30 meses para la ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción, 30 años para operación y mantenimiento y 12 meses para la etapa de cierre y abandono (Tabla II.6).

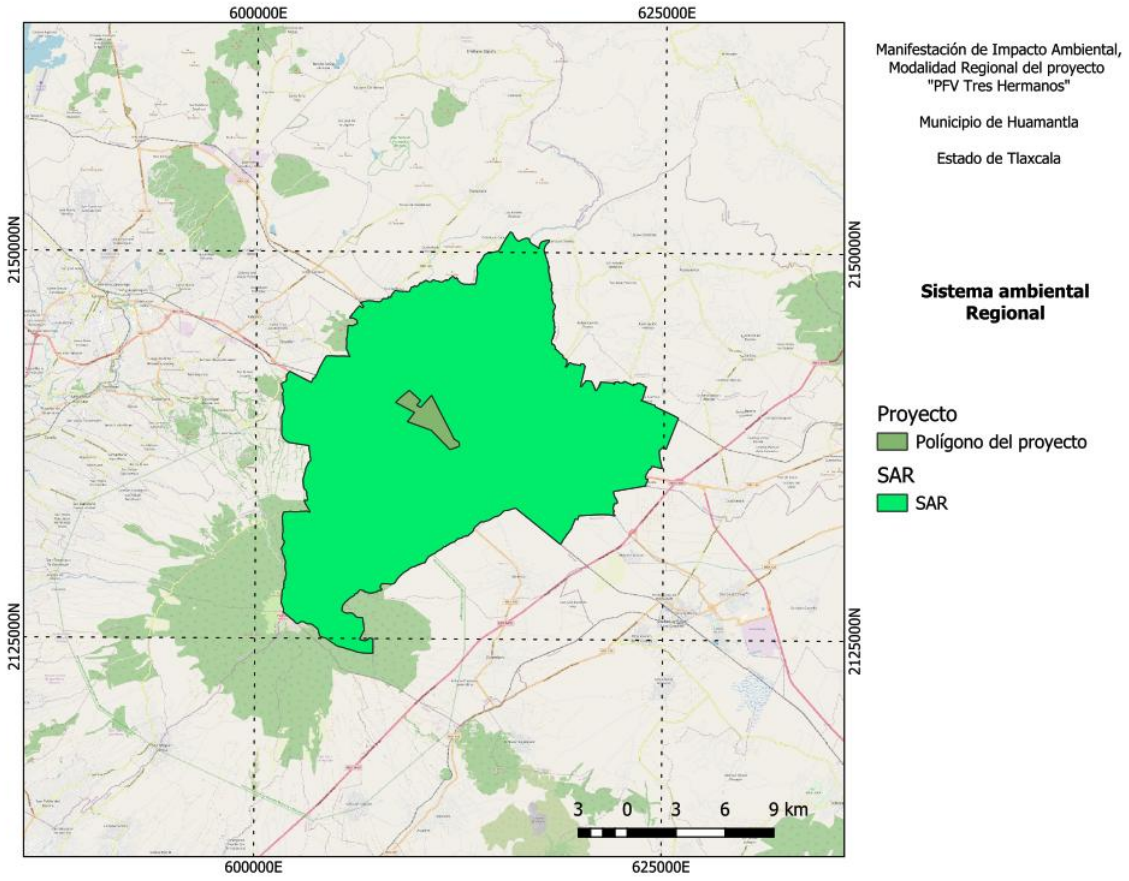
Tabla II.6 Programa general de trabajo

Obras y actividades	Meses																																				Años												Meses											
	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	1	2	...	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio (desmonte y despalme)	■	■	■																																																					
Obras y actividades provisionales		■	■	■	■																																																		
Cimentaciones y construcciones (obra civil)				■	■	■	■	■	■	■	■	■																																												
Obras asociadas					■	■	■	■	■	■	■	■																																												
Módulo fotovoltaico													■	■	■	■	■	■	■	■																																				
Sistema de evacuación (LT)																				■	■																																			
Subestaciones eléctricas transformadoras														■	■	■	■	■	■	■	■																																			
Instalaciones mecánicas														■	■	■	■	■	■	■	■																																			
Pruebas generales																						■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
Prueba de funcionamiento																												■	■	■																										
Comprobación de prestaciones																													■	■																										
Puesta en marcha																													■	■																										
Operación																															■	■	■	■																						
Mantenimiento																															■	■	■	■																						
Desmantelamiento																																			■	■	■	■	■	■														
Manejo integral de residuos																																			■	■	■	■	■	■	■	■												
Descompactación del suelo																																									■															
Acciones para fomentar la revegetación natural																																										■														
Comprobación de las actividades ejecutadas																																				■		■		■		■		■										
Evaluación del éxito de la etapa de cierre y abandono																																																								

II.4. Representación gráfica regional

El proyecto (520.08 Ha) ocupa el 1.52 % del Sistema Ambiental Regional (34,157.24 ha).

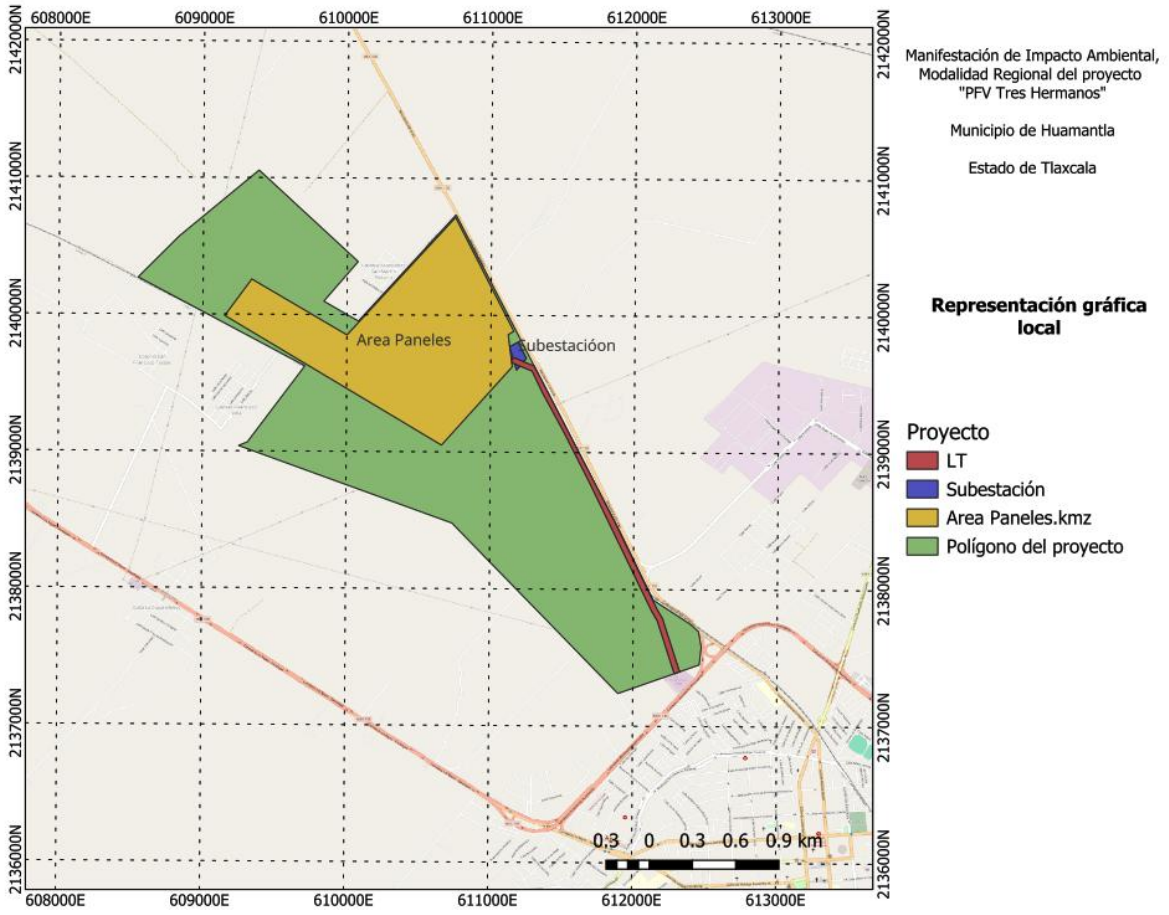
Figura II.13 Representación gráfica regional



II.5. Representación gráfica local

Los componentes más evidentes del proyecto, con posibilidad de ser localmente representados son el área del generador fotovoltaico, las subestaciones de elevación y maniobras, y la línea de transmisión (Figura II.14).

Figura II.14 Representación gráfica local



II.6. 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, **al texto se han agregado imágenes de apoyo las cuales fueron recabadas de otros proyectos**, con el fin de dar un panorama más amplio del proceso constructivo.

Sondeos: Para conocer las propiedades físicas de los materiales y las características del suelo se realizarán sondeos en el AeP 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 deshechos dentro del AeP. 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 (Figura II.15).

Figura II.15 Retiro de vegetación y limpieza



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 AeP o su uso en áreas que lo requieran (Figura II.16).

Figura II.16 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 (Figura II.17).

Figura II.17 Proceso constructivo de las cimentaciones y ejemplo de una culminada



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 (Figura II.18). 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.

Figura II.18 Proceso de hincado, ensamblaje de estructuras y módulos fotovoltaicos



Construcción de la subestación de elevación y la ampliación de la subestación. 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 (Figura II.19). 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.

Figura II.19 Ejemplificación de proceso constructivo y de equipamiento de las subestaciones



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 eléctricos (Figura II.20).

Figura II.20 Ejemplificación de cuadros eléctricos



Adecuación del camino de acceso existente: Como se mencionó con anterioridad, el camino de acceso consistirá en la adecuación de carriles de desaceleración de 3.5 m de ancho y un entronque de 7 m de ancho aproximado. 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 del camino se utilizará material procedente de bancos de préstamo cercanos al AeP (Figura II.21).

Figura II.21 Ejemplificación de adecuación de camino de acceso



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[I], 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.22).

Figura II.22 Ejemplificación de zanjas para alojar el cableado



[I] Zahorra: Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme. Puede ser artificial al estar constituida por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso; o natural, cuando el material está formado básicamente por partículas no trituradas. http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/5/ii/a_510d.htm

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 (Figura II.23).

Figura II.23 Ejemplificación de cercado perimetral



Derecho de vía de la línea de transmisión: Con base en la Especificación CFE L1000-10 y el tipo de estructura empleada para construir la línea de transmisión, se considera un derecho de vía de 20 m.

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.

Ahora bien, 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 Huamantla o localidades aledañas (Tabla II.7).

Tabla II.7 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.	30 trabajadores, cifra que podrá variar de acuerdo a los requerimientos de esta etapa.

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.8).

Tabla II.8 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

Etapa del proyecto	Equipo	Horas por día
	2 excavadoras	10
	1 compactadora	10
Construcción (línea de transmisión)	1 camión grúa telescópica	10
	2 retroexcavadoras	10
	1 motoniveladora	10

II.7. 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.8. Operación y mantenimiento

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[II] 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[III]. 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.

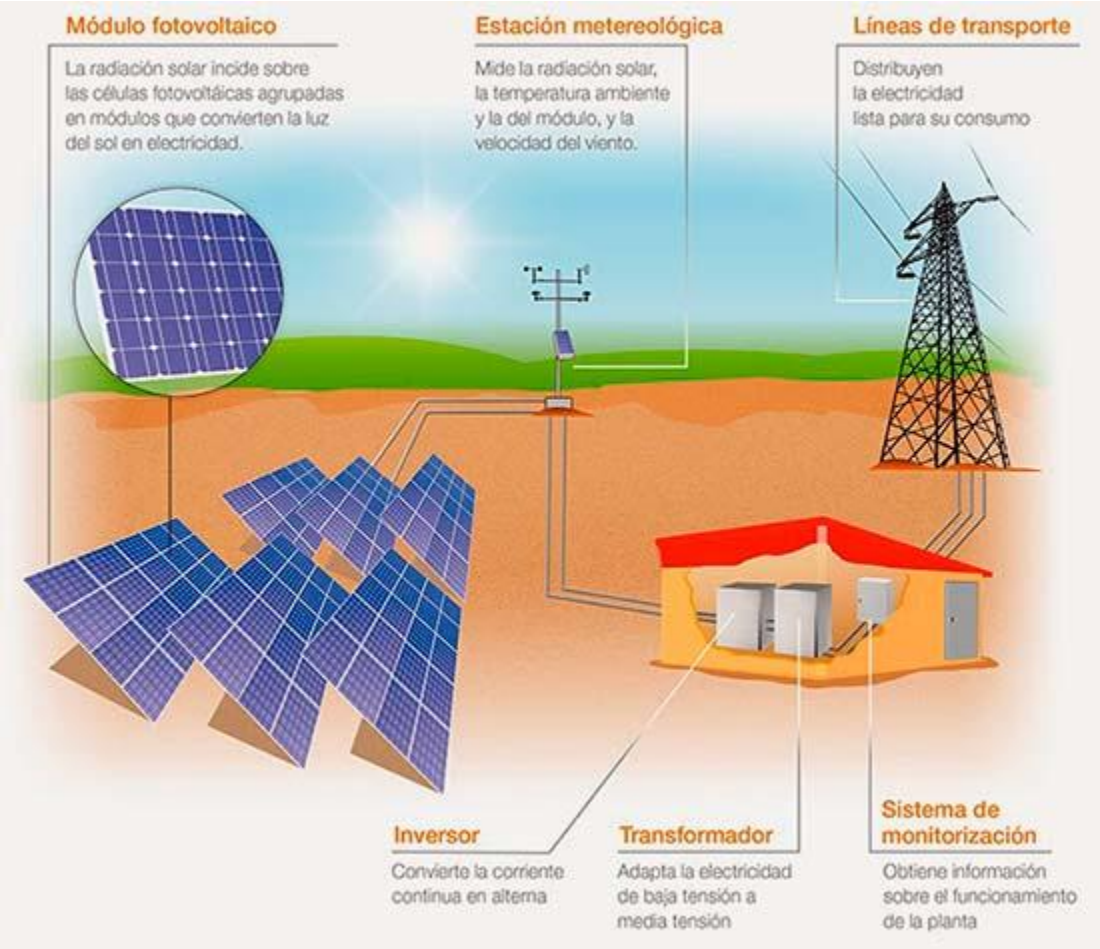
Se entregará la totalidad de energía generada a la subestación de elevación, donde se adecuará la tensión mediante un transformador trifásico, finalmente la energía será entregada a la subestación de la CFE Huamantla.

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. (Figura II.24[12]).

Figura II.24 Ejemplo de operación de un proyecto fotovoltaico

[II] Corriente continua: Es el tipo de corriente que fluye constante en una dirección

[III] 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.



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

El Mantenimiento Preventivo de un parque fotovoltaico 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 al parque fotovoltaico, 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 del parque fotovoltaico.
- 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 el parque fotovoltaico.

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.

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.

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

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.

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.

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 el parque, 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.9. Etapa de cierre y abandono

La vida útil del 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. Por lo que, una vez superada la vida útil de los paneles, se pueden tener como alternativas:

- **Alternativa principal.** Sustituir los elementos principales del proyecto por unos nuevos y continuar con la explotación de la central durante otro periodo de tiempo similar, 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 explotación de la planta, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones, dejando el sitio en óptimas condiciones.

En este sentido, se presenta una propuesta de ejecución de la etapa de cierre y abandono que incluye 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.

II.9.1. Objetivos

El objetivo general de este apartado es establecer las medidas que se adoptarán para llevar a cabo el desmantelamiento de la infraestructura, así como la demolición de las construcciones existentes al término de la vida útil del proyecto, dejando los predios libres de residuos de todo tipo para regresar, en medida de lo posible, a las condiciones iniciales en las que se encontraba el sitio.

Los objetivos particulares son: 1) Prever las acciones necesarias para el desmantelamiento de la infraestructura del proyecto y abandono del sitio, 2) Establecer las acciones que permitan atender los impactos potenciales del desmantelamiento del mismo y 3) Establecer las medidas para la rehabilitación del área del proyecto, de manera que se favorezca la recuperación del sitio, y en medida de lo posible retornar a las condiciones ambientales iniciales en las que se encontraba antes del inicio de las actividades del proyecto.

II.9.2. Metas

Realizar las labores de desmantelamiento y abandono, favoreciendo la recuperación del sitio hasta las condiciones ambientales iniciales en las que se encontraba antes del inicio de las actividades del proyecto.

II.9.3. Metodología

Las acciones correspondientes a la etapa de cierre y abandono del sitio, serán ejecutadas por personal contratado de manera temporal y serán las siguientes:

Desmantelamiento. Se realizará el desmantelamiento de todos los elementos sobre la superficie, los elementos subterráneos y/o demolición de cimentaciones: módulos fotovoltaicos, inversores, cableados, línea de media tensión subterránea, líneas de transmisión, etc., para lo cual con anterioridad se llevará a cabo la delimitación y señalización de las áreas con el fin de evitar accidentes. Se producirá movimiento de tierras de manera similar que, durante la preparación y construcción, por lo que se deberán adoptar las mismas medidas para la protección ambiental de dicha etapa, así como para asegurar la seguridad del personal de obra, es decir, el uso de equipo de protección personal (EPP), mantenimiento de vehículos y maquinaria, establecer límites y reglamentos, capacitación al personal, entre otras.

Manejo integral residuos. Se adoptarán las mismas medidas adoptadas durante la construcción, las cuales se encuentran establecidas en el Programa de manejo integral de residuos (Capítulo VI de la MIA-R), en el mismo se encuentran los lineamientos para su manejo, almacenamiento y disposición final en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente. Se colocarán contenedores de residuos sólidos urbanos para su posterior disposición en rellenos sanitarios autorizados; colocación de sanitarios portátiles, cuyo servicio sea provisto por una empresa autorizada para el posterior manejo de los residuos sanitarios generados; disposición de residuos peligrosos mediante una empresa autorizada por la Secretaría; separación y reutilización, en medida de lo posible, de los residuos de manejo especial.

Los residuos que se generen durante esta etapa serán acopiados en áreas temporales, según el tipo de residuo y sus características. Es de importancia mencionar que los paneles solares, constituirán el mayor porcentaje de residuos a generar durante la etapa de cierre y abandono, sin embargo, podrán ser reciclados una vez desechados, ya que están

compuestos principalmente por materiales fáciles de reciclar como el vidrio y aluminio (84% aproximadamente), si bien también tienen otros elementos como silicio, cobre, plata, mismos que no pueden ser reciclados por contener contaminantes para el medio ambiente ya que estos han cumplido su ciclo de vida dentro del panel, serán extraídos y separados mediante procesos adecuados para asegurar su inocuidad. Sin embargo, una vez retirados los paneles, estos serán dispuestos a través de una empresa debidamente acreditada para su almacenamiento, manejo y disposición final.

Todos los residuos, incluidos los paneles solares, serán retirados por una empresa autorizada para su reciclaje o disposición final en algún sitio autorizado. Al igual que en otras etapas del proyecto, habrá áreas de almacenamiento temporal de los residuos de tres tipos:

- Residuos sólidos urbanos. Éstos se separarán de acuerdo a su naturaleza orgánica o inorgánica;
- Residuos de manejo especial. Éstos serán sujetos de reciclaje y se separarán en madera, residuos de construcción, contenedor plásticos y cartón; se contempla el reciclaje del material industrial como vigas, mesas, rejas, estructuras de la línea, cable conductor de la línea de transmisión y otros materiales sujetos a reciclaje; y
- Residuos peligrosos. Incluirán, entre otros, estopas y material impregnado de aceites o combustible, sustancias para limpieza, aceites y grasas entre otros.

II.9.4. Medida(s) específicas que se emplearan para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Los impactos ambientales identificados para la etapa de cierre y abandono son coincidentes con la etapa de preparación del sitio y construcción, de manera que las medidas que se deberán adoptar para la protección ambiental son las mismas de dicha etapa (Tabla II.9). Cabe agregar, que en su momento deberá evaluarse la necesidad de ejecutar también el ahuyentamiento y/o reubicación de fauna silvestre.

Tabla II.9 Medidas específicas para la etapa de cierre y abandono

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA PROPUESTA
Aire	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que se requiera, para minimizar la concentración de partículas suspendidas.
	Incremento temporal en los niveles de ruido	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
Agua	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites,	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA PROPUESTA
	combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
		El parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit anti derrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible.
		Se colocarán letrinas portátiles a razón de una unidad por cada 25 trabajadores, con la finalidad de evitar eyecciones al aire libre.
		Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
		Se aplicará el programa de manejo integral de residuos.
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
		El parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit anti derrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible.
		Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
		Se colocarán letrinas portátiles a razón de una unidad por cada 25 trabajadores, con la finalidad de evitar eyecciones al aire libre.
		En caso de que se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no sea posible su traslado a un taller especializado, los trabajos se realizaran protegiendo previamente el suelo con una lona y aserrín, materiales que evitaran el contacto de aceite con el suelo; los materiales usados serán canalizados al almacén de residuos peligrosos.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
		Se aplicará el programa de manejo integral de residuos.
		La fase final de la etapa de abandono se permitirá la revegetación natural
		Al finalizar la etapa de desmantelamiento se llevarán a cabo acciones que permitan descompactar la capa edáfica
Fauna	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Se colocará un sistema de señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.
		Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.

II.9.5. Indicadores

Se tomará en cuenta un indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva del de las medidas ejecutadas durante esta etapa) se utilizará el porcentaje de avance en el desmantelamiento de la infraestructura instalada y rehabilitación del sitio en términos de la superficie intervenida por estas acciones con respecto a la superficie ocupada por el proyecto, con base en la siguiente expresión:

$$Av_{\%} = \frac{S_d}{S_t} x100$$

Donde:

Av% = Porcentaje de avance en el desmantelamiento del proyecto.

Sd = Superficie desmantelada y rehabilitada.

St = Superficie total de ocupación del proyecto.

Adicionalmente, la evidencia documental tal como la evidencia fotográfica, manifiestos de disposición de residuos, facturas de verificación y mantenimiento, etcétera, fungirán como indicadores cualitativos de la realización de las actividades consideradas en este programa.

También se contempla la obtención de indicadores de eficacia. Se considerará como un indicador de éxito y eficacia de las medidas ejecutadas, el restablecimiento natural de la capa herbácea sobre el área que anteriormente haya alojado al proyecto en operación, lo que denotará que las actividades de estabilización del suelo y limpieza del sitio han resultado favorables y que el sitio puede comenzar a recuperarse de manera natural.

$$Rh_{\%} = \frac{S_{vh}}{S_t} x100$$

Donde:

Av% = Porcentaje de superficie cubierta naturalmente por vegetación herbácea.

Svh = Superficie efectiva con presencia de vegetación herbácea.

St = Superficie total de ocupación del proyecto.

II.9.6. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

Se recabará evidencia fotográfica de todas las actividades realizadas, así como la evidencia documental, evaluando periódicamente el indicador de realización hasta que éste alcance el valor máximo del 100%.

Por otro lado, al cabo de seis meses como mínimo, posteriores a las actividades de abandono, se evaluará el éxito del programa, se espera que para entonces la capa herbácea se haya recuperado naturalmente en al menos el 60% de la superficie anteriormente ocupada por el proyecto, lo que indicará que sitio se está recuperando.

II.9.7. Punto de comprobación

Se llevará a cabo in situ, específicamente en el área de establecimiento del proyecto y principalmente sobre los componentes: suelo y paisaje

II.9.8. 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.10. 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 (Tabla II.10).

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.

A continuación, se detallan los residuos que podrían generarse durante el desarrollo del proyecto, así como la metodología propuesta de manejo (Tabla II.10)

Tabla II.10 Residuos generados por actividad a realizar en cada etapa del proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES	RESIDUOS GENERADOS
Preparación del sitio	• Remoción de vegetación (desmonte y despalme). • Trazo y nivelación para el desplante del proyecto, corte y relleno de terreno. • Apertura de zanjas para canalización de cableado.	~ Residuos provenientes del desmonte y despalme. ~ Productos de excavación. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.

ETAPA	ACTIVIDADES	RESIDUOS GENERADOS
Construcción	• Colocación de los fustes que soportarán los módulos fotovoltaicos o solares. • Habilitación de los viales principales e internos. • Cimentación y montaje de los cuadros eléctricos y los inversores centralizados. • Construcción de las zanjas y arquetas, las subestaciones eléctricas de elevación y maniobras. • Colocación del vallado perimetral y el sistema de alumbrado y seguridad del parque. • Cimentación y montaje de las torres de auto soporte que conformarán la línea de transmisión y habilitación de su derecho de vía.	~ Residuos de cemento. ~ Restos de acero de refuerzo. ~ Alambre recocido. ~ Madera para cimbra. ~ Empaques de cartón. ~ Empaques de madera. ~ Cemento. ~ Recipientes de plástico. ~ Restos de cables eléctricos. ~ Envases de pintura. ~ Estopas impregnadas de aceite. ~ Colillas de soldadura. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales. ~ Aceites usados. ~ Aceite quemado. ~ Aerosoles vacíos. ~ Envases con restos de solventes y pinturas. ~ Baterías usadas. ~ Paneles solares dañados. ~ Sólidos contaminados con hidrocarburos. ~ Tierra contaminada con hidrocarburos.
Operación y mantenimiento	• Mantenimiento de los centros de transformación. • Reemplazo de paneles solares dañados. • Limpieza de los paneles solares. • Desbroce de vegetación.	~ Paneles solares dañados. ~ Agua con tierra. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.
Desmantelamiento	• Desmantelamiento de módulos: retiro de cableado subterráneo, desmontaje de subestaciones de elevación, línea de transmisión, desinstalación del transformador principal, de inversores, equipos de medición, equipo de control y comunicaciones entre otros. • Retiro de equipo y materiales en su totalidad como soportes y estructuras (bastidores). • Demolición de cimentaciones y edificaciones (área de operación, almacenes, oficinas administrativas etc.). • Limpieza y retiro del material de demolición. • Limpieza y retiro de residuos sólidos no peligrosos y de residuos peligrosos. • Acciones de rehabilitación, restauración y/o compensación de las superficies intervenidas como descompactación del terreno (suelo). • Evaluación de cambios probables en el área como resultado del abandono.	~ Chatarra. ~ Aceites usados. ~ Filtros de aceite. ~ Envases con restos de solventes. ~ Baterías usadas. ~ Producto de demolición. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.

Tomando en cuenta la consideración de que cada proyecto es único y que, si bien se pueden considerar impactos tipo dependiendo de la naturaleza de los proyectos, en la realidad es que existen variables tan específicas como el sitio mismo y, éstas interfieren con los resultados previstos. En este sentido, si bien es posible determinar, en términos generales, los tipos de residuos que se obtendrán, las cantidades que se incluyen solo son de referencia y fueron las reportadas durante 10 meses (incluyendo la etapa crítica de construcción), en un proyecto de la misma naturaleza (Tabla II.11).

Tabla II.11 Generación de residuos durante 10 meses de preparación del sitio y construcción

TIPO DE RESIDUO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
	(kg)										
Residuos sólidos urbanos	1,690	1,890	1,400	3,750	3,870	7,740	7,740	7,740	7,740	3,450	47,010
Residuos peligrosos	44.3	287.8	183	205	100	115	88.5	98	845	38.5	2,005
Cartón		803	796	4,855	2,048	36,400	7,387	45,823	46,162.50	0	144,275
Plástico		1,577	674	2,130	1,121	360	17,879	4,410	15,387.50	0	43,539
Pet		14.5	4.2	52	41.9	31.5	1.7	2.3	0	0	148
Madera		14,710	9,700	8,040	12,422	36,584	7,548	104,126	62,630	30	255,790
Acero		1,810	790	21.1	14.5	5.6	2.3	2	315	14,937	17,898
Total	1,734	21,092	13,547	19,053	19,617	81,236	40,647	162,201	133,080	18,456	510,664

Con la finalidad de determinar el volumen de residuos que podrá ser generado por el embalaje de los módulos, se consideró que cada uno equivale a 1 kg de tarima (madera), 0.6 kg de cartón y 0.2 kg de plástico; asimismo, se prevé la colocación de 227,395 módulos en el proyecto, por lo que se tendría una generación de 409,307.4 kg (451.184 toneladas), aproximadamente de estos residuos.

A fin de determinar el volumen de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos peligrosos (RP) y PET que se podrían generar por el desarrollo del proyecto se requiere conocer una serie de variables, como el número total de trabajadores, información que en este momento no es posible determinar, ya que, durante el desarrollo del proyecto, los requerimientos son variables dependiendo de las necesidades particulares del sitio. En este sentido, se consideran valores promedio mensuales determinados a partir de los reportes generados en cuatro proyectos de la misma naturaleza.

Durante todas las etapas del proyecto se deberán ejecutar las actividades consideradas en el Programa de manejo integral de residuos (Capítulo VI de la MIA-R), en el mismo se encuentran los alineamientos para su manejo, almacenamiento y disposición final en las diferentes etapas del proyecto en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

II.11. Generación de gases efecto invernadero

II.11.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, 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 CO2, 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.11.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Para producir energía eléctrica directamente de la luz, las celdas fotovoltaicas hacen uso del efecto fotoeléctrico. Este efecto se da en ciertos materiales que son capaces de usar fotones para liberar electrones. Estos electrones luego son captados para producir una corriente eléctrica (Cuce, E. Et al., 2011)[13] . Un panel consiste en un arreglo de celdas conectadas en serie, los que a su vez se conectan en paralelo, debido a que sus propiedades relacionadas con este efecto logran utilizar una gran porción del espectro de luz solar en comparación a otros materiales, el material más utilizado para la fabricación de celdas es el silicio mono cristalino.

Las tres diferentes tecnologías de celdas fotovoltaicas comúnmente utilizadas son: celdas de silicio monocristalino, estas celdas fueron las primeras en ser desarrolladas, su producción es costosa y lenta; tienen la ventaja de ser muy eficientes en comparación a otras tecnologías y tener una gran vida útil, pero suelen ser muy rígidas y frágiles, En condiciones de laboratorio se han logrado eficiencias de hasta un 24% aproximadamente, de un máximo teórico cercano al 30%, pero en condiciones reales este valor se acerca más a un 20% (McEvoy, A. 2013)[14].; el segundo tipo son celdas de silicio policristalino: Este tipo de celdas se desarrolló como una opción más económica de las celdas monocristalinas. Al igual que las celdas de silicio monocristalino, suelen ser bastante duraderas y frágiles. Logran eficiencias cercanas a un 20% en condiciones ideales, y de alrededor de un 15% en condiciones reales [McEvoy, Op. cit.); el tercer y último tipo son las celdas de películas delgadas, las cuales pueden ser de distintos materiales, los más comunes son silicio amorfo, CdTe (Cadmio-Telurio) y CIGS (Cobre-Indio-Galio-Selenio). Suelen ser más flexibles y delgadas que las de silicio cristalino, además, gracias a la naturaleza del proceso de deposición de películas delgadas, pueden adoptar más variedad de formas (Jordan, P.G., 2014)[15]. Las celdas de silicio amorfo tienen eficiencias alrededor de un 10% y normalmente son usadas en calculadoras de bolsillo u otros aparatos electrónicos de bajo consumo. Por otro lado, las celdas de CdTe y CIGS, son una buena alternativa a las celdas de silicio cristalino, ya que logran mayores eficiencias (entre 15% a 20%).

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

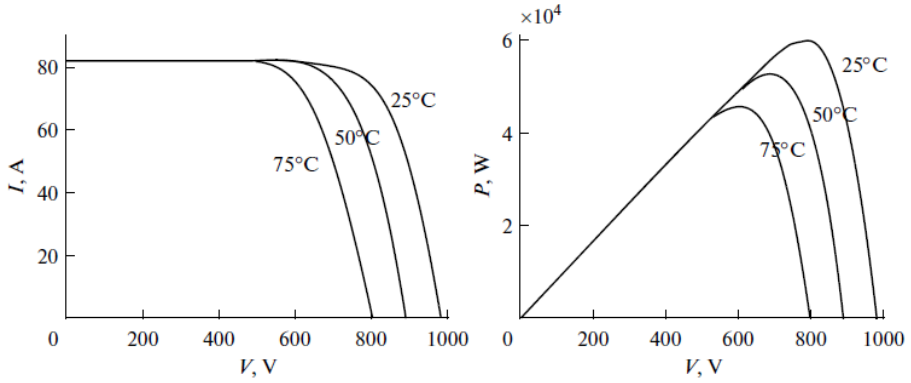
$$I = I_L - I_O \left(\exp\frac{qV}{nkt} - 1\right)$$

Sus componentes:

- I = Corriente de salida [A]
- I_L = Corriente fotogenerada [A]
- I_O = Corriente inversa de saturación
- ‘q = Carga electrón [C]
- V = Voltaje diodo [V)
- ‘n = Factor de idealidad
- K = Constante de Boltzmann ([J/K)
- T = Temperatura de celda (K)

Se puede relacionar la potencia eléctrica (P = VI) con la temperatura de celda mediante la corriente de salida del panel, según lo propuesto por este modelo. Esto cuantifica numéricamente que a medida que la temperatura de la celda sea mayor, será menor la potencia eléctrica de salida (Figura II.25[16]).

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



Se evidencia mediante el modelo presentado, el efecto físico de la relación con el exceso de energía que contienen los electrones liberados de la capa semiconductora producto de la incidencia de fotones provenientes de la luz, energía que utilizan para pasar de la banda de valencia a la banda de conducción en el semiconductor. Se concreta el fenómeno de disipación de energía, en forma de calor el exceso de energía que no es utilizada por los electrones para saltar de banda.

Dicho efecto, puede generar aumentos de temperatura en los paneles (Teo, H.G. Et al, 2011)[17]. Los aumentos de temperatura disminuyen la potencia total capaz de ser producida y por consiguiente baja la eficiencia (ver gráficas anteriores), y además influyen en la vida útil de las celdas [McEvoy, Op. Cit.). Según autores la potencia y eficiencia disminuyen a una tasa de 0.5%/°C y 0.05%/°C respectivamente (Kim, J.P., Et al, 2010)[18], por lo que, en el diseño de un parque fotovoltaico se hace muy importante el controlar las alzas de temperatura. Por otro lado, el concepto conocido como “current matching problem” (Royne, A. Et al., 2005)[19], hace referencia que cuando las celdas están conectadas en serie, la celda que entrega la corriente más baja es la que limita la corriente del arreglo lo que también disminuye la potencia de salida. Debido a que la eficiencia de las celdas disminuye con la temperatura, la celda a mayor temperatura será la que restrinja la eficiencia del arreglo.

Es importante describir cómo están construidos los paneles fotovoltaicos, por el efecto antes expuesto, al respecto se cita que poseen una composición relativamente estándar:

- Vidrio templado, cuya función es proteger a los materiales del interior de la celda y además de servir de filtro de radiación, dejando fuera por ejemplo a gran parte de la radiación UV. Es un vidrio templado con una baja reflectividad lo que permite absorber la luz a diferencia de otros vidrios utilizados en vivienda, consecuentemente ayuda a disminuir la disipación de calor.
- EVA o etileno vinilo acetato es un polímero termoplástico, que se usa en los módulos fotovoltaicos como encapsulante de las celdas generadoras. Éstas se conectan entre sí conformando el núcleo fotovoltaico del panel. Se depositan en un soporte cristalino y se encapsulan mediante EVA, para evitar la entrada de aire o humedad.
- Celda de Silicio, responsable directa de la conversión de energía lumínica en energía eléctrica gracias a sus propiedades de semiconductor.
- Tedlar o fluoruro de polivinilo (PVF), para la parte inferior del panel formada por láminas de Tedlar-Poliester-Tedlar o Tedlar-Poliéster-EVA. El fin de estas láminas es proteger a las células fotovoltaicas de los efectos degradantes de la radiación ultravioleta y, sirve como aislante eléctrico.

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

Ahora bien, para analizar el comportamiento de la temperatura al interior de un sistema fotovoltaico hay que reconocer cuales son los mecanismos que tiene la energía para disiparse. Los tipos de transferencia de calor existentes en la naturaleza son tres: conducción, convección y radiación.

Conducción: la conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia a las menos energéticas como resultado de la interacción entre las partículas. La conducción puede tomar lugar en sólidos, líquidos y gases. En gases y líquidos, la conducción se debe a la colisión y difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En sólidos, se debe a una combinación de la vibración de las moléculas en un reticulado y el transporte de energía por medio de electrones libres (Cengel, Y.A., Et al, 2015)[20].

Según Jean-Baptiste Joseph Fourier, en la ley nombrada como su apellido, describió el flujo de calor como proporcional al gradiente local de temperatura y a la conductividad térmica del material.

Convección: la convección corresponde a transferencia de calor dentro de un fluido (líquido o gaseoso). Es similar a la conducción, ya que involucra traspaso de energía debido a movimientos moleculares, pero también se le agrega una transferencia de calor debido al movimiento macroscópico del fluido.

El descubrimiento de la llamada ley de enfriamiento, atribuida a Newton, dice que el flujo de calor de un cuerpo al espacio es proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y su entorno. En este sentido se describe la ecuación para el cálculo del flujo de calor por convección en estado estacionario

Número de Reynolds: el número de Reynolds es un parámetro adimensional que representa la razón entre las fuerzas inerciales y las viscosas. Su uso más común es identificar si un fluido está en régimen laminar o turbulento.

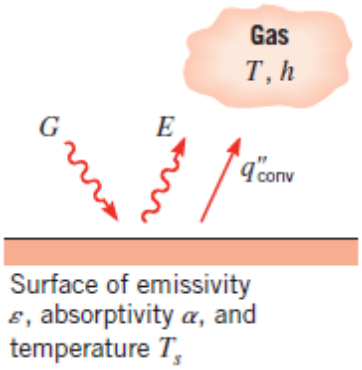
Número de Prandtl: el número de Prandtl provee una medida de la efectividad relativa entre el transporte de momentum y energía por difusión en las capas límite de velocidad y térmica, respectivamente.

Flujo turbulento: los modelos de fluidodinámica utilizan conservación de momentum y continuidad. Los modelos de transferencia de calor utilizan conservación de energía y dependen de la fluidodinámica.

Radiación: la radiación térmica es energía emitida por la materia a temperaturas diferentes de cero. La energía de este modo de transferencia es debida al transporte de ondas electromagnéticas; a diferencia de los métodos de transferencia de calor anteriores, no se requiere un medio para la transmisión de energía (de hecho, la radiación es más eficiente en el vacío). La ley de Stefan-Boltzmann, o también llamada radiación de cuerpo negro, relaciona la temperatura con la energía máxima que puede irradiar un cuerpo.

La radiación que absorbe un cuerpo, es una fracción de la radiación neta que recibe conocida como irradiación según la ecuación de la Ley de Stefan-Boltzmann. La constante, denominada absortividad, cumple que $0 \leq a \leq 1$. Si $a < 1$ y la superficie es opaca, una porción de la irradiación es reflejada; una porción de la irradiación también se puede transmitir si la superficie es semitransparente (Figura II.26).

Figura II.26 Intercambio de radiación en una superficie



Factores de forma: muchas veces se tiene que un cuerpo no está completamente cubierto por otro, debido a esto se introduce un factor de ajuste a la radiación intercambiada, llamado factor de forma.

Los ahorros netos derivados de los principios anteriores, aplicados al diseño de los paneles solares logran una menor temperatura máxima, lo cual implica que se degrade más lento y esto hace, por una parte, que aumente su vida útil y, por la otra, que la energía disipada al ambiente disminuya en su intensidad.

Por lo que se puede determinar que:

En el proceso de conversión de energía, la temperatura de funcionamiento del panel fotovoltaico, desempeña un papel fundamental. Tanto en el rendimiento eléctrico como la potencia de salida del módulo, dependen linealmente de la temperatura de funcionamiento del panel. Los paneles solares absorben en promedio el 80% de la irradiación solar recibida. Sin embargo, una parte de esta irradiación se convierte en electricidad y la restante se convierte en calor[21]. La fracción que se convierte en calor aumenta la temperatura del módulo, formando concentraciones de portadores intrínsecos produciendo una mayor saturación de corriente, lo que provoca una reducción en la eficiencia y deterioro en el panel fotovoltaico, sin embargo, gracias a las características de los paneles a utilizar, el panel puede funcionar hasta con una temperatura máxima de +85°C, estarán diseñados para resistir las temperaturas que pueden alcanzarse en los días de máxima irradiación.

II.12. Relación de acciones, factores identificados para el proyecto

De manera complementaria a la descripción de las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y abandono se presenta la relación de las 84 acciones identificadas para este proyecto (Tabla II.12).

Tabla II.12 Árbol de acciones identificadas para el proyecto

Etapas	Componente	Acciones	
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1
		Contratación de personal	2
	Trazo	Ingreso de personas	3
		Circulación de vehículos	4
		Levantamiento topográfico	5
		Marcaje de áreas	6
	Preparación del terreno	Ingreso de personas	7
		Circulación de vehículos	8
		Circulación de maquinaria	9
		Desmonte (retiro de vegetación)	10

Etapas	Componente	Acciones	
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	11
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	12
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	13
		Circulación de vehículos	14
		Circulación de maquinaria	15
		Excavación	16
		Compactación	17
		Nivelación	18
		Cortes	19
		Rellenos	20
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	21
	Obras temporales (zonas de acopio, almacenes, campamentos y oficinas)	Adecuación de áreas para el acopio de material retirado	22
		Adecuación de áreas para estacionamiento	23
		Construcción de almacenes temporales	24
		Adecuación de áreas para comedor y cocina	25
		Adecuación de áreas para oficinas	26
		Construcción de control del acceso a obra	27
	Abastecimiento de materiales e insumos	Adquisición de insumos y materiales	28
		Traslado de insumos y materiales	29
		Ingreso de personas	30
		Ingreso de vehículos cargados de materiales e insumos	31
		Descarga de insumos y materiales	32
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	33
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	34
		Hincado de fustes	35
		Montaje del seguidor solar a un eje horizontal	36
		Montaje de los módulos fotovoltaicos	37
		Instalación y conexión a cuadros eléctricos	38
		Tendido de cables	39
		Tendido y conexión de red de tierras de la instalación	40
		Instalación de equipos eléctricos	41
		Vallado perimetral	42
		Habilitación de viales internos	43
		Instalación de equipo de seguridad	44
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	45
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	46
		Trazo de ejes principales para referencia	47
		Excavación para cimentación	48
		Realización de cimentaciones	49
		Construcción de edificio de control	50
		Construcción de fosa séptica	51
		Construcción de sistema de drenaje (canales y cunetas de salida de agua)	52
		Instalación de malla para sistema de tierras	53
		Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos	54
		Vallado perimetral	55
		Construcción de pisos terminados	56
		Montaje de estructura mayor y menor	57
		Montaje de equipo primario	58
		Montaje de tableros	59
		Montaje de bandejas en cuarto de control	60
		Montaje de banco de baterías y cargadores	61
		Instalación del sistema de alumbrado exterior	62

Etapas	Componente	Acciones	
		Pruebas pre-operativas	63
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	64
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	65
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	66
		Tendido, regulado y engrapado de cables	67
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	68
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	69
		Retiro de residuos	70
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	71
		Supervisión del funcionamiento	72
		Inspección visual	73
		Lavado de paneles solares	74
		Comprobación de estado	75
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	76
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	77
Abandono del sitio	Planta fotovoltaica, subestación eléctrica y línea de transmisión	Despido de personal (permanente)	78
		Contratación de personal (temporal)	79
		Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	80
		Demolición de cimentaciones	81
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	82
		Descompactación del suelo	83
		Colocación de tierra vegetal	84

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Febrero 2026

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

La evaluación del impacto ambiental, como acto administrativo, tiene como resultado inicial la emisión de un acto de autoridad, a través del cual se niega o se aprueba la solicitud de un proyecto determinado, desde el enfoque de sus efectos en el ambiente. En razón a ello, el capítulo III de la manifestación de impacto ambiental (MIA) concentra el ejercicio de "vinculación" a través del cual el promovente del proyecto ofrece a la autoridad su análisis de cómo su iniciativa se ajusta a las disposiciones de los instrumentos jurídicos, reglamentarios y normativos que le aplican, así como a los instrumentos de planeación jurídicamente vigentes.

Lo anterior, en razón de la acepción con la cual se asume el concepto "vincular" en esta MIA, que deriva de la definición que al respecto hace el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua en los siguientes términos: "Vincular (del lat. *Vinculäre*). Tr. Atar o fundar algo en otra cosa 4. Sujetar a una obligación", consecuentemente en el presente capítulo, se pone en evidencia de qué forma la iniciativa del proyecto de infraestructura del sector eléctrico que se somete al dictamen de la autoridad competente, cumplir con todos y cada uno de los instrumentos jurídicos que le aplican y con aquellos otros que de manera directa o indirecta se relacionan con el mismo.

Por todo lo anteriormente expuesto, este ejercicio analiza la correlación entre las características y alcances del proyecto, con los instrumentos jurídicos en materia ambiental y de planeación del desarrollo que regulan la ejecución de este tipo de obras de infraestructura eléctrica.

Dicho análisis se realizó inicialmente desde la jurisdicción federal, identificando y vinculando las disposiciones de cada instrumento y determinando como éste se vincula, esto es, como se ajusta al cumplimiento de estas.

En síntesis, 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. Marco constitucional

Las disposiciones que derivan de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) no son simples declaraciones, reglas o principios, sino mandatos que, al surgir de la Carta Magna constituyen normas obligatorias que deben ser observadas, por ello la esencia de la Constitución y el enfoque que tuvo el Constituyente aseguró que el sujeto obligado directo de sus disposiciones: las autoridades en su conjunto (Ejecutivo, Legislativo y Judicial), es decir, ajusten su actuación a los medios de control del cumplimiento constitucional que define la propia (CPEUM), lo que equivale que estos ciñan su actuación a los límites de sus atribuciones, pero también alcanza a la actuación, a las obligaciones y a los Derechos del gobernado.

El ciudadano, sea este una persona física o una persona jurídica, también denominado "gobernado", por su propia naturaleza como ente social, conforma el estrato obligado a cumplir la Constitución a través de las Leyes que de ella emanan; en tal sentido, el ejercicio de vinculación que se desarrolla en este documento, expone las características y alcances del proyecto de Parque fotovoltaico vinculado con los instrumentos jurídicos que establecen obligaciones ambientales que cumplir, dado el alcance de la acepción que tiene el término vincular y que es definida al inicio del presente capítulo, asume que es necesario, por su obligatoriedad determinar la congruencia y la forma cómo el proyecto satisface a plenitud las disposiciones normativas derivadas de las Leyes Reglamentarias de los preceptos de la CPEUM en las que se tutelan los principios de preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente.

Las Leyes Reglamentarias derivan de un precepto constitucional específico que en este trabajo de vinculación atañe a principios ambientales y surgen con la finalidad de precisar y desarrollar las obligaciones y derechos para el cabal cumplimiento de la Ley. Fungiendo como un enlace entre los conceptos constitucionales y los medios para su aplicación.

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

En la CPEUM se establece un ordenamiento coercitivo, en el que inicialmente se plasman los derechos mínimos de la sociedad, para que esta pueda desarrollarse, estableciendo no solamente la necesidad de reglas en el trato social, sino una relación de gran importancia como lo es la relación gobernado-gobernante, esto es, la

CPEUM establece el Derecho y la Ley que el gobierno del Estado Mexicano, debe respetar y hacer respetar, no solo en su relación con los gobernados, sino en el desenvolvimiento orgánico de la Administración Pública Federal, Estatal o Municipal.

La CPEUM fue originalmente redactada en 1917 adquiriendo diversas reformas desde entonces, la última de las cuales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el ocho de mayo de dos mil veinte.

El proyecto, cuya autorización en materia de impacto ambiental que pretende alcanzar es congruente con la CPEUM por cuanto corresponde a su carácter como norma suprema y de la cual surge todo el orden jurídico nacional. De ella derivan todos los instrumentos jurídicos que norman el marco de acción de los gobernados, siendo trascendental por ser la fuente de las disposiciones normativas que regulan “el proyecto”, todo lo cual se evidencia a lo largo del presente capítulo, con el análisis vinculatorio de los preceptos y las disposiciones de naturaleza ambiental que surgen de leyes, reglamentos normas oficiales mexicanas y, en general de todos los instrumentos jurídicos aplicables.

III.1.2. 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 cinco de junio de dos mil dieciocho.

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 parte del significado que tiene el concepto de la manifestación de impacto ambiental (MIA), el cual es detallado en la fracción XX del artículo 3º de la LGEEPA en los siguientes términos:

> *Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entiende por:*
> *XXI.- Manifestación del impacto ambiental: El 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;*

Con fundamento en la definición citada se elabora el presente documento con la finalidad de dar a conocer el impacto ambiental significativo y potencial que generará el proyecto. En el presente capítulo se argumenta el cumplimiento del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables y los instrumentos de planeación respectivos, realizando para ello el presente ejercicio de vinculación

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:* *I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;* *II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; […]*	El proyecto consta de la construcción, operación y mantenimiento de un parque fotovoltaico 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*	Es preponderante asentir que, 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

Precepto legal	Vinculación
actividades a que se refiere 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.	cómo satisface el proyecto los rubros sustantivos que la 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 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

Precepto legal	Vinculación
	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 AiP o en el AeP como especie en peligro de extinción; en este mismo sentido, no existe ninguna posibilidad que indique que la biodiversidad del AiP o del AeP 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[IV] o en el AeP[V], 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 AeP, 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 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.

[IV] AiP. Área de influencia del proyecto

[V] AeP. Área de establecimiento del proyecto

III.1.3. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

Publicado en el DOF el treinta de mayo del año dos mil, teniendo su última reforma el treinta y uno de octubre de dos mil catorce.

El REIA 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 exhaustivo 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. 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.

Precepto legal	Vinculación
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 un parque fotovoltaico 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 (central 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 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*	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

Precepto legal	Vinculación
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.*	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 un parque fotovoltaico 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 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.

Precepto legal	Vinculación
	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 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.*	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 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 (AeP), 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 conocimiento integral

Precepto legal	Vinculación
	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. 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

Precepto legal	Vinculación
	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.1.4. 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 diecinueve de enero de dos mil dieciocho.

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.*	S 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*	La identificación de los impactos potenciales que podrá generar el proyecto, en cada una de sus diversas etapas de desarrollo,

Precepto legal	Vinculación
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.	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.1.5. 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 dos mil dieciocho.

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

Precepto legal	Vinculación
	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.
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*	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.

Precepto legal	Vinculación
como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	
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.1.6. 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; registra su reforma más reciente el treinta y uno de octubre de dos mil catorce.

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	Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá destinada un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio

Precepto legal	Vinculación
Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.	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.1.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Publicado en el DOF el seis de junio de dos mil doce, registra su reforma más reciente el trece de julio de dos mil dieciocho.

La presente 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.1.8. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones

Publicado en el DOF el veintiocho de octubre de dos mil catorce.

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.

Precepto legal	Vinculación
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 un parque fotovoltaico, 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;* 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.*	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.
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 un parque fotovoltaico, 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.1.9. Ley de Transición Energética (LTE)

Publicada en el DOF el veinticuatro de diciembre de dos mil quince.

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

Precepto legal	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 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.*	El Parque Fotovoltaico 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.1.10. Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el DOF el primero de diciembre de mil novecientos noventa y dos; registra su reforma más reciente el seis de enero de dos mil veinte.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales, es de observancia general en la República mexicana y se vincula con el proyecto de la siguiente manera.

Tabla III.9 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Precepto legal	Vinculación
Artículo 20. – *(…)* *La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los organismos de cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones, que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.*	Considerando que la zona de aplicación del proyecto carece de servicios de suministro de agua necesarios para la obra civil, servicios sanitarios y de higiene, se contratará a empresa diversa a fin de contar con el abastecimiento del hídrico necesario para tales fines. Las aguas residuales serán manejadas en obediencia a las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-006-CNA-1997 que en lo sucesivo se vinculan. El agua utilizada o a utilizarse, en ningún momento será sujeta a tratamiento. Dicho abastecimiento de agua se realizará por medio de terceros, supervisando que los prestadores del servicio de abastecimiento sean titulares de las concesiones, autorizaciones y permisos vigentes, debidamente expedidos a su favor por la Comisión Nacional del Agua o autoridades competentes
Artículo 28. - *Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:* *I. Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo;*	

Precepto legal	Vinculación
II. Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables; *III. Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan.*	

III.1.11. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF el doce de enero de mil novecientos noventa y cuatro; registra su reforma más reciente el veinticinco de agosto de dos mil catorce.

El presente ordenamiento, reglamenta la Ley de Aguas Naturales, vinculándolo con el proyecto que nos ocupa con base en el artículo siguiente:

Tabla III.10 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Precepto legal	Vinculación
Artículo 135. – Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;	Debido a la utilización de agua para obra civil, servicios sanitarios y acciones de higiene, se generarán aguas residuales que serán manejadas adecuadamente y dirigidas a su disposición final de acuerdo con el reglamento en cita, de conformidad con el artículo que se vincula.

III.2. Programa 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[VI] y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del

[VI] Preservación: el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las

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 el parque fotovoltaico y su área de influencia del proyecto.

III.2.1. 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:

---

poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales (fcc. XXIV, artículo 3° de la LGEEPA).

> *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* (el subrayado es nuestro).

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. (*El subrayado es nuestro).

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 que presenta la guía[VII], en relación al espacio geográfico en el cual

[VII] Sistema ambiental (regional): espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socioeconómico **de la región** donde se pretende establecer el proyecto, caracterizado por poseer atributos ambientales propios de la región ecológica dentro de la cual se

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 61 denominada "Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)"**.

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.

ubica, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Figura III.1 Ubicación del SAR en el POEGT

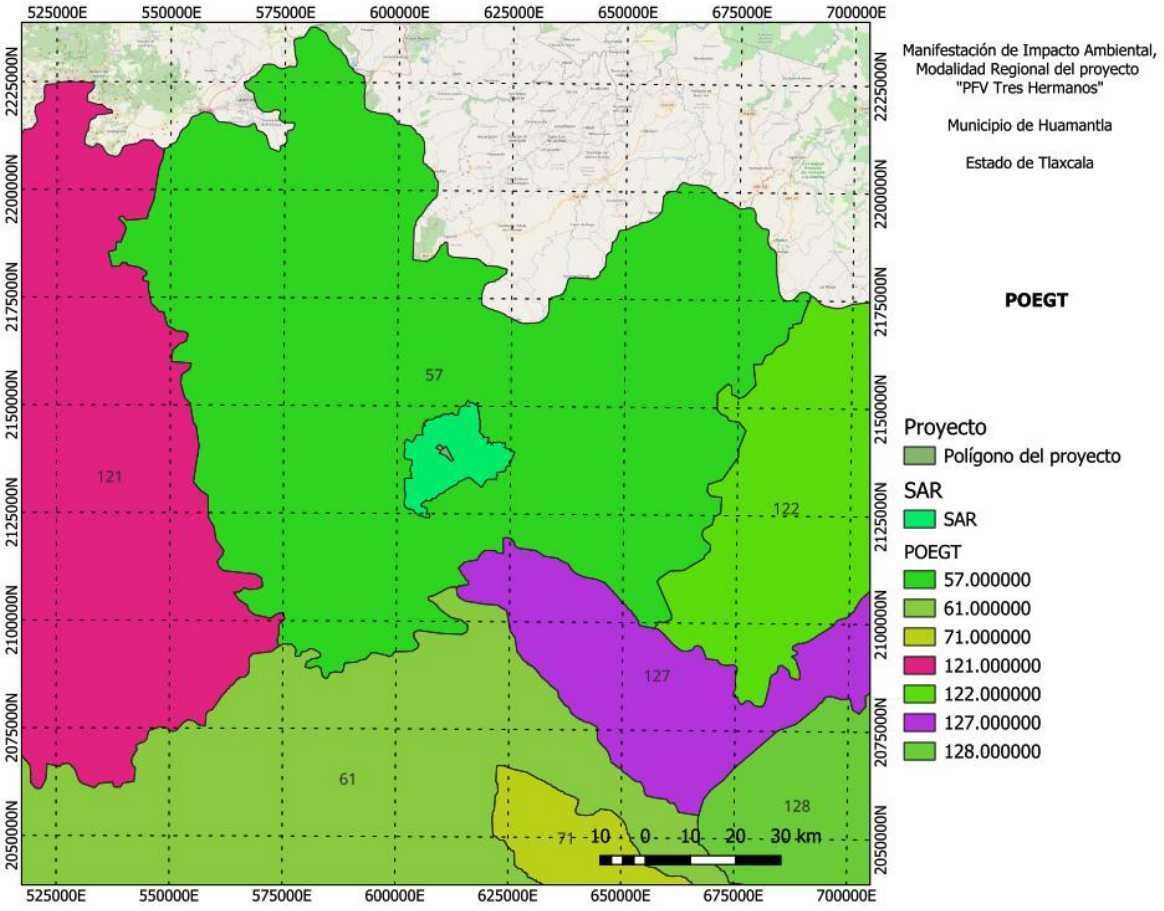


Tabla III.11 Características de la UAB 57 y de la región ecológica 16.10

UAB 57					
Estado actual del medio ambiente 2008:			Crítico		
Escenario al 2033:			Muy Crítico		
Política ambiental:			Restauracion y aprovechamiento sustentable		
Prioridad de atención:			Alta		
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
57	Agricultura Industria	Ganadería Forestal	Minería (No metálica) Turismo	Asentamientos humanos y Conservación	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 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.12 se relaciona a este proyecto justificándolo en la tabla consecutiva

Tabla III.12 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	
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.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No Aplica. La operación del parque 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 del parque solar. Finalmente, una vez concluya la vida útil del parque, se procederá a desmontar todas las estructuras que forman parte integral del parque solar, restituyendo el AeP 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.	

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
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.
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.	
30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional.	El proyecto podría requerir la rehabilitación o mantenimiento del camino de acceso a sus instalaciones, contribuyendo de manera puntual a la mejora de la infraestructura local y garantizando una mayor seguridad y accesibilidad.
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.	

Estrategia sectorial	Concurrencia de cumplimiento
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	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.
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 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	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.
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.

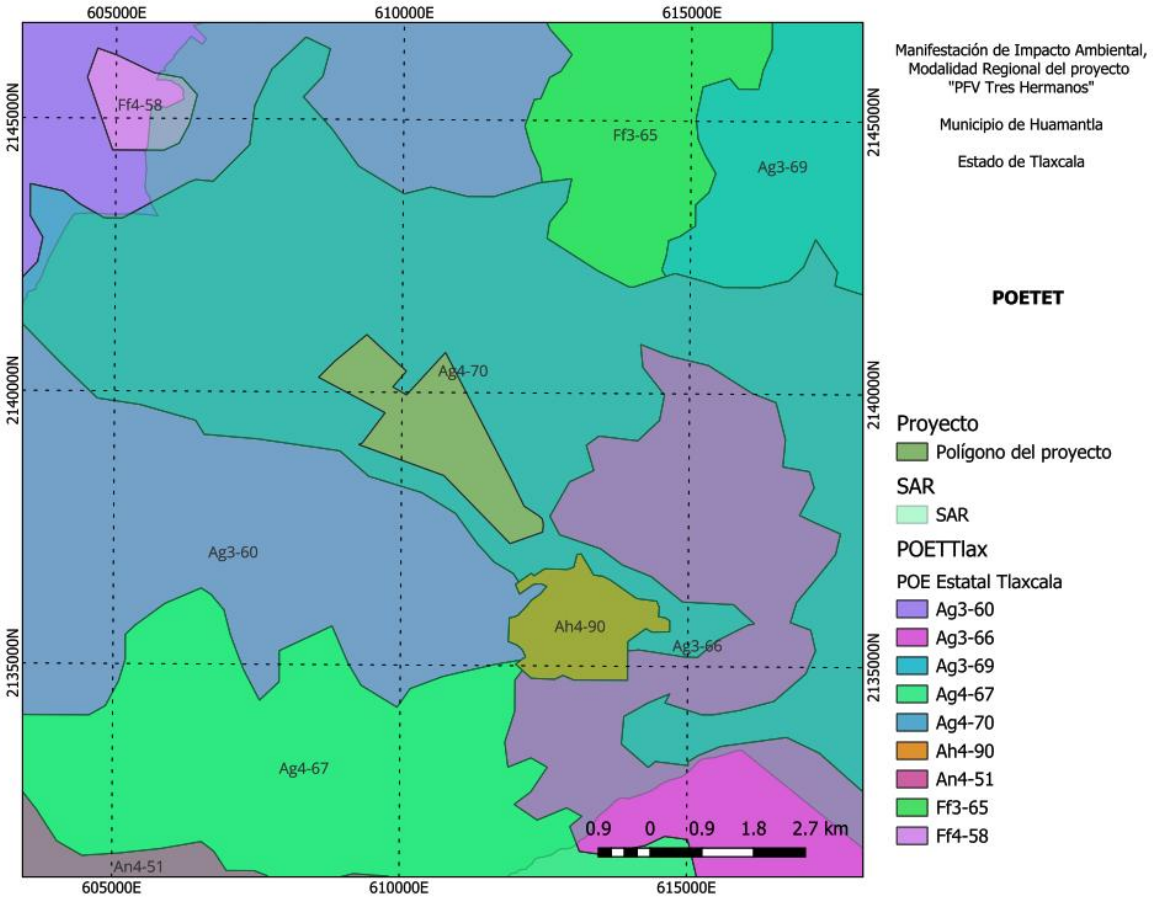
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala (POETTlax)

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 (POETlax), 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.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto, con lo establecido en el modelo de ordenamiento ecológico del estado de Tlaxcala, con el fin de establecer si el presente proyecto, es congruente y no se contrapone a los lineamientos y estrategias establecidos por este modelo de ordenamiento.

Figura III.2 Ubicación del SAR en el POETET



Clave UGAT	Política Ambiental	Vocación Dominante	Ubicación Regional
AG4-70	Aprovechamiento	Agrícola Industrial Infraestructura	Valle de Huamantla (Zona de transición urbana-rural)

"El Proyecto se localiza sobre las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial AG4-70 y del POETET. Ambas unidades están sujetas 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.

Para la UGAT AG4-70, el programa reconoce la aptitud del suelo para el desarrollo de infraestructura estratégica. El parque fotovoltaico es congruente con esta unidad al representar una transición hacia energías limpias en una zona con conectividad logística.

III.3. Planes y programas sectoriales

El objeto de los planes de desarrollo es plantear las directrices de gobierno en el período de la administración respectiva para el mismo ente público de carácter administrativo, es decir, no constriñe al marco de actuación de los gobernados, sin embargo, se invocan estos instrumentos destacando los rubros en los que el proyecto encuentra cabida, similitud o bien, se ajusta a la voluntad ejecutiva de la administración pública correspondiente.

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo (PDN) 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo vigente fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el doce de julio de dos mil diecinueve. Este instrumento de carácter administrativo es emanado del poder ejecutivo federal y establece los lineamientos y directrices de la política nacional en el periodo de su administración.

Divide su contenido en tres ámbitos de planeación:

1.-Política y Gobierno.

2.-Política Social.

3.- Economía.

La importancia de la vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo radica en el marco de acción del sector privado en concordancia con los lineamientos del Gobierno Mexicano en obediencia al orden jurídico vigente.

El presente proyecto se vincula con el apartado “3.-Economía”, en concreto con los siguientes puntos:

“**Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada”-** El presente proyecto se beneficia con la política de aliento a la inversión privada, gozando de los mecanismos del aparato estatal suficientes y viables para fomentar e impulsar propuestas del sector privado como lo es el proyecto que nos ocupa, encaminado a la implementación de infraestructura eléctrica que necesariamente dirige directa indirectamente el desarrollo.

“Rescate del sector energético”- En este rubro, el Plan Nacional de Desarrollo plantea una nueva política energética impulsando el desarrollo sostenible mediante la incorporación de la producción energética con fuentes renovables y que son consideradas como fundamentales. Cobra trascendental importancia el presente proyecto por consistir en un medio de generación de energía eléctrica, renovable y limpio; encontrando justificación en

los beneficios que aporta este tipo de infraestructura y tecnología, de conformidad con la transición eléctrica y los tratados internacionales aplicables que en el apartado correspondiente dentro de este mismo capítulo se abordan para su vinculación.

III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

III.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local

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.

III.4.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Conservar la diversidad biológica no ha sido tarea fácil; por un lado, 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. 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.

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

III.4.3. 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.

III.4.4. 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 encuentra inmerso dentro de alguna RHP.

III.4.5. Sitios RAMSAR

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de

acuerdo 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

III.5. Normas Oficiales Mexicanas

Tomando en consideración el carácter obligatorio de las presentes normas y en obediencia 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.13 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.	Se acatarán los parámetros con la finalidad de tener una correcta disposición de las aguas residuales durante las diversas etapas del proyecto. En relación con los residuos de los sanitarios, se contratará a empresa externa que garantice el manejo adecuado de los residuos. Debido a la falta de drenaje municipal. Para el adecuado manejo y destinos de aguas residuales, se considera la implementación de fosas sépticas acatando la reglamentación aplicable.
NOM-006-CNA-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 el área donde se pretende realizar el proyecto, 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-CON-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que se mencionan por su importancia, sin embargo, irrelevantes con el proyecto que nos ocupa.	
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	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	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 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, última modificación publicada en el DOF el catorce de noviembre de dos mil diecinueve. 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 AeP, AiP 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.
Protección y seguridad	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
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.6. Instrumentos jurídicos de carácter internacional

La suscripción de tratados internacionales por el titular del poder ejecutivo de nuestra Nación y ratificados por el poder Legislativo, genera la obligatoriedad de estos con un carácter constitucional dirigiendo al orden jurídico vigente a acatar y adoptar las medidas en ellos establecidas.

En materia ambiental y en atención a la naturaleza del proyecto que nos ocupa, se mencionan los principales instrumentos de carácter internacional que se vinculan con el presente proyecto, sirviendo como base y fundamento de su viabilidad.

III.6.1. 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.6.2. 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.6.3. 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 un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, por tal motivo el proyecto pertenece al grupo de energías limpias. Por otro lado, con la construcción de este parque fotovoltaico 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.

CAPÍTULO IV

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

Febrero 2026

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

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

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

Es necesario mencionar que ni la LGEEPA ni su reglamento en materia de impacto ambiental ofrece una definición de lo que puede entender como sistema ambiental regional, sin embargo, en la guía para elaborar la MIA-regional[22] 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).

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, por ello, el concepto que se asume en esta MIA-R se ajusta a la definición de "sistema": ***conjunto de elementos que interactúan de manera dinámica hacía un objetivo único***.

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

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

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

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

conforma lo que el marco jurídico denomina “sistema ambiental regional” y los diversos espacios considerados durante su desarrollo son:

- **Región ecológica**: la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.
- **Sistema Ambiental Regional (SAR)**: es el espacio geográfico, dentro del cual pretende insertarse el proyecto, cuyos elementos constitutivos son ambientalmente representativo de la región ecológica correspondiente y cuya delimitación deriva de la extensión que alcanza la uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales más carismáticos, la cual pude ser cartografiable e inventariable.
- **Área de influencia del proyecto (AiP)**: el concepto de este espacio geográfico se asume en este documento como lo indica la guía para elaborar la MIA-R, que lo define como: “el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que altera algunos elementos naturales.
- **Área de establecimiento del proyecto (AeP)**: es el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo.

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

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

La conceptualización del SAR se asume en esta MIA-R para disponer de una herramienta operativa, debido a la imposibilidad de establecer límites artificiales en los procesos ecológicos que definen un ecosistema. Po ello, se busca alcanzar una expresión territorial

objetiva, inventariable y cartografiable, la cual pueda ajustarse al concepto de sistema ambiental regional donde se desarrollará el proyecto, incorporando los atributos (sinergia, biostasias[VIII] y resiliencia[IX]) que le caracterizan desde la óptica ecológica.

Para justificar la aplicación del concepto de sistema ambiental regional como se señala en párrafos anteriores, se hace referencia a los elementos por los cuales se puedan delimitar, describir y comprender la estructura y funcionalidad del SAR, para esto se asume el modelo de caracterización regional de las zonas hidrológicas prioritarias y de los programas de ordenamientos ecológicos general del territorio (POEGT, 2012[23]), que presentan una regionalización con justificación legal.

La definición y descripción de las características del subsistema biótico del espacio geográfico en el cual se ubica el SAR ponen en evidencia que amplias áreas del mismo están perturbadas. Al interior del SAR, esta situación de perturbación que, además caracteriza a la unidad ambiental biofísica que describe el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT, 2012).

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

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

En este análisis es importante considerar que de acuerdo al marco jurídico vigente y aplicable en materia ambiental, la MIA tiene dos modalidades, una de esas dos clases de MIA es la que se denomina en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), como MIA modalidad regional (MIA-R), la cual es aplicable cuando los proyectos a evaluar interactúan con las distintas unidades ambientales regionales y se prevean

[VIII] Biostasia: es una situación de equilibrio entre el suelo, el clima, y la vegetación, que dificulta los procesos de transporte de material edafológicos. Asociación Francesa para Estudios del Sol (AFES).

[IX] Resiliencia: es la capacidad de resistencia o elasticidad del ecosistema ante influencia externa.

impactos acumulativos y residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. Por lo antes expuesto, la integración de la MIA-R se caracteriza, a diferencia de la MIA modalidad particular, al enfoque de su análisis al proyecto y al sistema ambiental regional en el cual pretende integrarse; como, por ejemplo, cuando la REIA establece los contenidos de la MIA-R, en cuatro de los ocho capítulos que la integran, el reglamento se refiere al desarrollo de cada uno de los apartados en el marco del sistema ambiental regional.

Sobre la base de lo antes expuesto, el ejercicio que se analiza en este documento considero como elementos básicos y de definición necesaria a acotar, la derivada del análisis de los conceptos que disponen al denominado Sistema Ambiental Regional; así, cada una de las tres palabras que la integran se asume son el siguiente significado:

SISTEMA: se concibe como el conjunto de cosas o elementos que relacionados entre sí ordenadamente contribuyen a alcanzar un objetivo determinado;

AMBIENTAL: este adjetivo alude a lo perteneciente o relativo al ambiente, y, en este sentido, el concepto ambiente se refiere al sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos, que interactúan entre sí, con un individuo determinado o con la comunidad de la que forma parte, incidiendo en la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia de ambos; y,

REGIONAL: este adjetivo califica al ambiente acotándolo como perteneciente o relativo a una región.

El análisis de los tres términos y su alcance en la definición del SAR requiere complementariamente aclarar que, la alusión al contexto regional se cumple en la forma como adoptamos su acepción de acuerdo a la dispuesto por la propia LGEEPA en la fracción XXXI de su artículo 3°, el definir a la región ecológica como: "***La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes***".

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

La definición de un SAR, puede homologarse a una unidad de gestión ambiental (UGA) o de una unidad ambiental biofísica (UAB) de los planes o programas de ordenamiento

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

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

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

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

Respecto a lo anterior, conviene puntualizar que el proyecto y otros proyectos que se identificaron en sus inmediaciones, incidirán en los factores y subfactores del ambiente y que es conjunto de afectaciones cobre cada factor del ambiente tiene un comportamiento diferente ante el efecto de un componente determinado del proyecto y que no existe reglas claras generales que estandaricen esta situación para cada caso, por lo que es el criterio del consultor el que ha de intervenir para abordarlos en las estrategias de prevención,

mitigación y/o compensación y para delimitarlos, de tal manera que, por un lado el estudio de los factores ambientales que se desarrollan más adelante en este capítulo, reportará de la manera más cercana a la realidad la situación preoperacional previa a la inserción del proyecto y, por otra parte, permita valorar con la menor subjetividad posible, el alcance físico cada uno de los impactos previsibles.

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

Para emplear el alcance conceptual antes descrito, de manera inicial se determinó el estado actual del medio ambiente (indicadores de calidad ambiental) reportado por el POEGT (2012), para la región ecológica en la cual el SAR se delimitará, que corresponde al número 18.2 y a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 57 'Valles de Puebla y Tlaxcala", el cual se define con los siguientes indicadores:

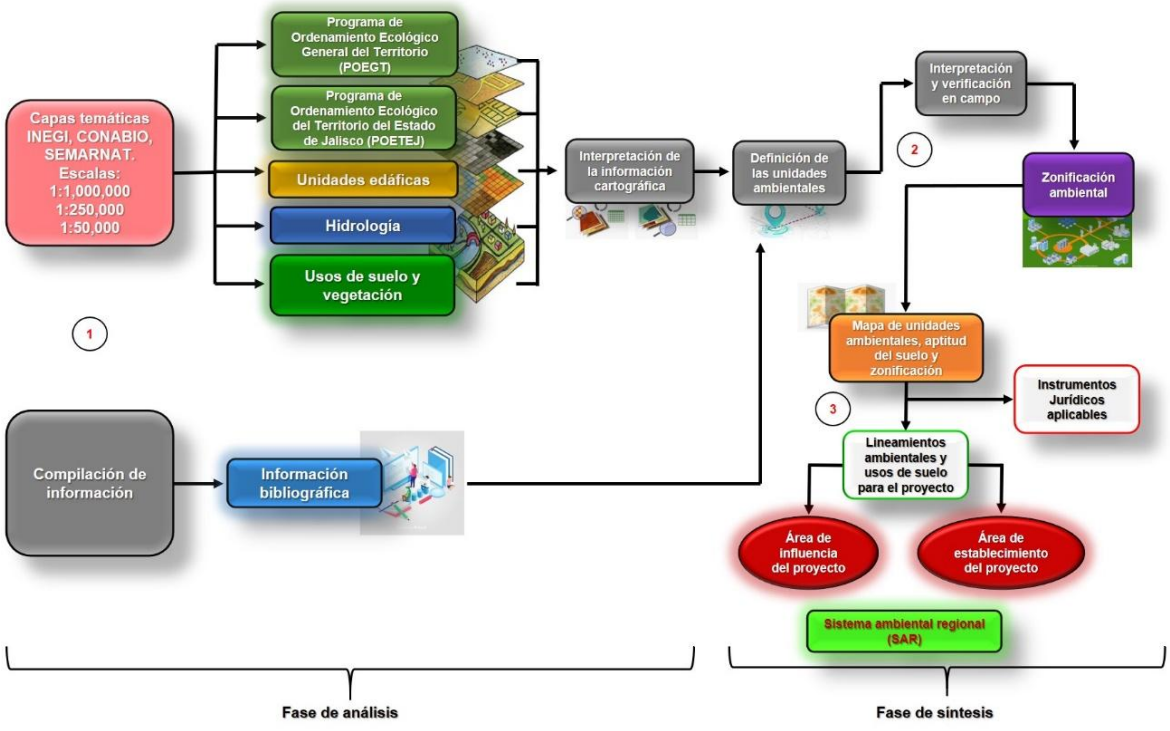
- Alta degradación de los suelos
- Alta degradación de la vegetación
- Moderada degradación por desertificación
- Modificación por actividad antropogenética alta
- Alta densidad de infraestructura vial
- El uso de suelo es agrícola.

Estos elementos fueron considerados para asegurar que, al delimitar el espacio geográfico del SAR, las mismas estuvieran suficientemente representadas. Posteriormente fue preciso ahondar en el estudio de la estructura y funcionalidad del entorno del espacio que ocupara el proyecto, por medio del análisis de parámetros físicos como lo es: clima (temperatura, precipitación y humedad), topografía, geología, edafología e hidrología. Así como la composición abiótica del espacio geográfico, como lo son el tipo de vegetación y la fauna asociada a la misma (Gómez Orea, 1999)[24], en un ejercicio cartográfico se extrapolan las capas respectivas de cada factor y se va diseñando un mosaico de unidades homogéneas, con la ayuda de un programa de sistemas de información geográfica (SIG), cuyos principales elementos constitutivos integren la información cartográfica disponible y de los reportes generados en campo, con lo cual se logró concretar el área uniforme basada la presencia de los indicadores de la calidad ambiental que define a la UAB, UGA y a los parámetros específicos (clima, topografía, geología, edafología, hidrología y usos de suelo).

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

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

Figura IV.1 Proceso seguido para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)



Las principales fuentes de información son: SEMARNAT(POEGT), CONABIO[25] e INEGI[26] y el programa temático de Google Earth, además de los datos recabados en los trabajos

realizados en el área geográfica del proyecto; lo anterior permitió identificar y seleccionar los principales factores ambientales de utilidad para determinar el espacio del sistema ambiental regional.

Bajo las condiciones referidas en los párrafos anteriores, se pudieron establecer las bases para delimitar el espacio del sistema ambiental regional, para determinar un área uniforme y continuo en los componentes bióticos y abióticos más destacables, abordando el análisis en base a los siguientes parámetros (Figura IV.1).

a) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT, 2012): se consideró como base el área de la unida ambiental biofísica (UAB) N°61.
b) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Tlaxcala (POETET): se consideró como base el área de la unidas de gestión ambiental (UGA) Ag4-70.
c) Conjunto de datos vectoriales de edafología, continuo nacional, Serie II (INEGI, 2007): se consideraron los límites entre unidades edafológicas, además de sus horizontes y características de texturas.
d) Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, continuo nacional, Serie VI (INEGI, 2017): se consideraron los límites entre usos de suelo de carácter antrópico y forestal.

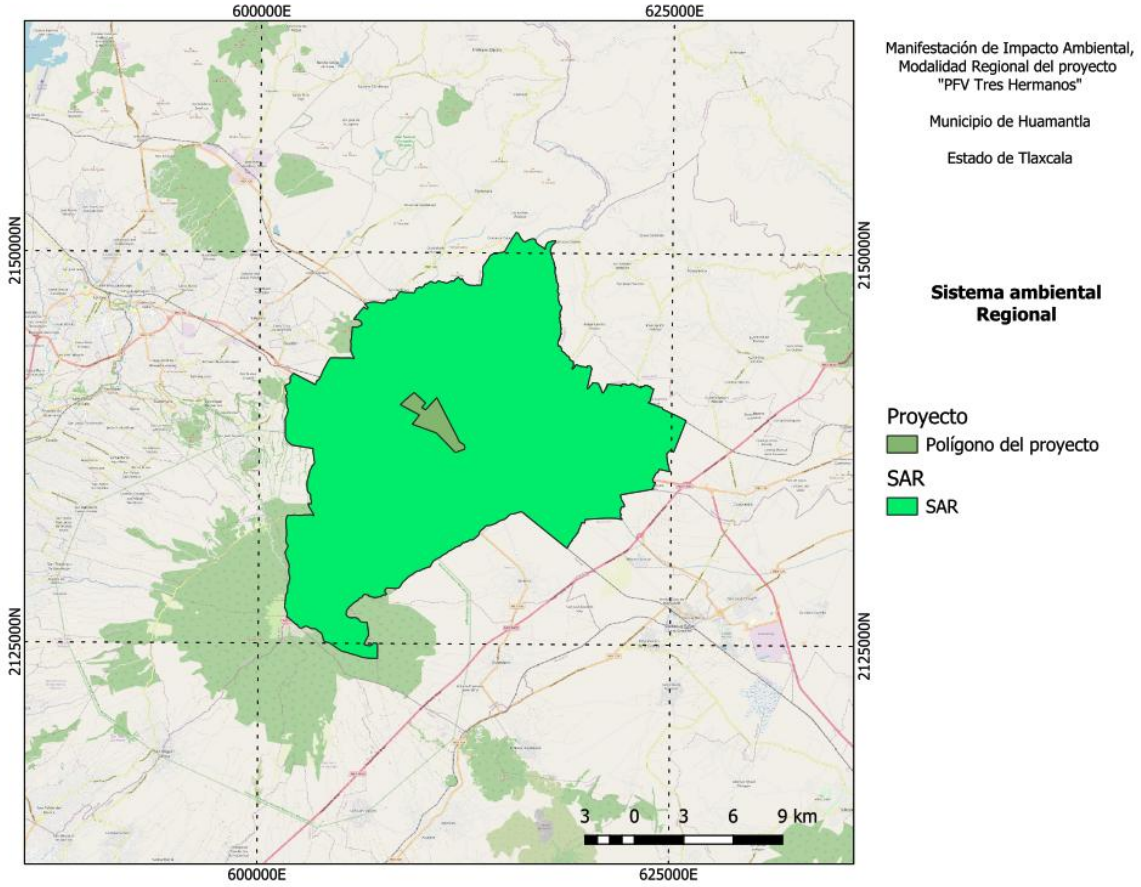
De esta manera se logró determinar las interrelaciones de dichos factores de manera horizontal y vertical, para poder avanzar en la delimitación de un espacio geográfico único que englobara las características sustantivas de todas las capas, así como también definir y establecer los elementos naturales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

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

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

resultantes del análisis de la superposición, y en casos extremos con accidentes naturales, procesos o incluso, infraestructura línea, que fracturara la continuidad de los factores ambientales más carismáticos. El resultado de esta relación, se concretó en un área geográfica o sistema ambiental regional con una superficie de 3,4157.2444 ha (Figura IV.2).

Figura IV.2 Sistema Ambiental Regional (SAR)



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

El **área de influencia del proyecto (AiP)** corresponde al espacio geográfico determinado por los límites que pudieran alcanzar los impactos potenciales del proyecto y los impactos acumulativos identificados en el SAR. Este espacio se determina, inicialmente con la delimitación preliminar del alcance de los impactos ambientales que directamente pudiera ocasionar el proyecto y cuyo alcance rebase el área de establecimiento del proyecto para que, una vez identificados y valorados los impactos acumulativos que pudieran registrarse en el SAR, ampliar la estimación del área de afectación para de esta forma, disponer de

una poligonal envolvente del territorio que, potencialmente podrá recibir los efectos del proyecto y, de manera asociada, los efectos acumulativos de otros proyectos que previamente se hubieran establecido en ese espacio o de aquellos que estén por establecerse.

Así, el AiP no solo es la parte del ambiente en que tendrán lugar los efectos producidos por las acciones del proyecto, lo que conforma el área de establecimiento del proyecto (AeP), sino algo más amplio, o sea la parte del medio que interacciona con el proyecto, y con otros proyectos ahí establecidos o por establecerse, produciendo influencias mutuas (Conesa F.V. 2010)[27].

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

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

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

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

Al igual que en la delimitación del SAR, la incertidumbre del proceso de identificación (pronostico) de los impactos ambientales acumulativos y/o residuales en esta zona derivada además de la escasez de datos característica de todo proceso de interpretación de la disponibilidad, cuantificación y calificación de los recursos naturales, en un escenario de prevención, obliga a concebir el área de la AiP con una escala de mayor magnitud.

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

- Alcance estimado de los impactos acumulativos (IAAC'S).
- Alcance estimado de los impactos residuales.
- Ubicación de los factores ambientales potencialmente receptores de los IAAC'S y IAR's.

- Distribución de especies que puedan verse afectadas por los IAAC's.

Con base en lo antes expuesto, se delimitó el AiP la cual alcanzó una cobertura de 520.0862 ha.

Por lo que se refiera al área de establecimiento del proyecto (AeP), este espacio corresponde a los terrenos que se ocupan para establecer en ellos la infraestructura que dará forma al proyecto, por lo que, sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo, esta superficie corresponde a 520.0862 ha.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

La caracterización del espacio geográfico del sistema ambiental regional, nos permite realizar una descripción general de las condiciones ambientales de la región, así como la identificación de las características abióticas, bióticas y sociales del área geográfica donde se establecerá y tendrá influencia el proyecto.

El espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto se localiza en el estado de Tlaxcala, en el municipio de Huamantla. El área geográfica se caracteriza por elevaciones de 2460 a 2520 msnm, que se especifican climas templados, lo que nos permite prescribir que la vegetación potencial en el sistema ambiental regional es de bosques y selvas, además de considerar que se ubica dentro de la región hidrológica 18 Cuenca del Río Balsas.

La orientación con el que se aborda este apartado se caracteriza por la dinámica en lo factores ambientales, que podrían ser impactados por el proyecto, y en menor medida aquellos en los que se pude incidir, propiciando consecuentemente efectos que sean evidentes en ellos factores ambientales distintos a los que lo originaron.

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

I. **Medio físico o subsistema físico**: constituido por las transformaciones del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad (se refiere al "tiempo cero" T_0 o línea base)
II. **Factores bióticos y abióticos**: la funcionalidad de los ecosistemas derivados de la interacción de la topografía, climas, geología, suelos, hidrología, vegetación y fauna relacionado con la estructura del ambiente.

III. **Paisaje**: las interacciones que se producen con el resto de los factores ambientales.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI el % de la cobertura del SAR se usan para la actividad agrícola de riego y temporal, 0.79% es de pastizal inducido y el 8.20% tiene carácter forestal; estos registros indican que el 91.80% de la superficie del SAR actualmente presenta evidencia fehaciente de perturbado y fragmentación de los ecosistemas, derivado por el desarrollo de actividades antropogénicas y de la ampliación de los espacios destinados al establecimiento de comunidades rurales y semi urbanas, que coinciden con el diagnóstico del POEGT, 2012 el cual atribuye a esta área indicadores diversos de perturbación de su ambiente.

Derivado de lo dicho en párrafos anteriores y para tener referencia del estado actual del espacio geográfico del SAR, se realizó un proceso de análisis cartográfico denominado "índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)", el cual se emplea para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base en la medición de intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Este procedimiento se realiza mediante la combinación de dos bandas espectrales la 4 y 5, cuyo propósito es el destacar el proceso de la respuesta espectral de la vegetación, atenuando los detalles de otros elementos, como son el suelo, agua y de las actividades antropogénicas. El análisis se efectuó con una imagen Landsat 8 de fecha de 24/02/2025.

Como resultado de este procedimiento cartográfico, se concluyó que el área del sistema ambiental regional se encuentra totalmente fragmentado, como consecuencia del desarrollo social que ha tenido esta región, sobre todo en el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera. Los manchones en donde aún se conserva parte de la vegetación representativa en este sitio, se ubican en las laderas de las elevaciones que se caracterizan en el espacio geográfico del SAR, sin embargo, la radiación de la vegetación no es muy fuerte lo que es un indicativo que la vegetación no está del todo sana por lo que la reflectancia indica que la gran parte del SAR tiene zonas mixtas, lo que indica que la clorofila o la salud de la vegetación es de regular a mana, debido a los procesos de degradación que está sufriendo la región en donde se ubica el sistema ambiental regional.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

Considerando los párrafos antecesores y un estudio realizado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)[28], que consiste en el monitoreo de los cambios de cobertura

del suelo en América del Norte de un periodo del 2010 al 2015, se corrobora que el área del SAR tiene una tendencia a la degradación derivado del desarrollo de la actividad agrícola y ganadera ya que el 91.78% está sujeta a esta actividad, lo que es un indicador del impacto y deterioro de los ecosistemas en este espacio geográfico.

Para dimensionar de mejor manera la degradación del SAR, se trató de realizar un análisis comparativo entre dos imágenes satelitales de distintos años (una del 2015 y otra 2025) con la intención de caracterizar y ejemplificar de qué manera el área del sistema ambiental regional ha ido evolucionando durante casi 10 años; como resultado se destaca que durante este periodo se mantiene la condición dentro del sistema ambiental región, que es el de los procesos degradativos derivado de los factores antes ya citados, lo que pone en evidencia lo que describe el Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT, 2012), el cual describe una alta degradación de los suelos y muy alta degradación en la vegetación.

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

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (2004), en el área del proyecto en el municipio de Huamantla, Tlaxcala, predomina el clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad C(w1). 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.

Para el análisis detallado de las condiciones climatológicas del sitio, se consultaron los registros de la estación meteorológica 29007, ubicada en la cabecera municipal de

Huamantla, que opera en un periodo de 1951 a 2010. Los datos de esta estación son altamente representativos para la zona del proyecto dada su proximidad (menos de 5 km) y similitud fisiográfica.

El comportamiento de la temperatura ambiental muestra una media anual de 15.3 °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 29007 Huamantla

Estación Meteorológica: 29007 Huamantla Estado: Tlaxcala Altura: 2,320 msnm Periodo: 1951-2010													
	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.

En cuanto a la evapotranspiración, los estudios para el Acuífero 2901 (Huamantla) 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 del parque fotovoltaico de 100MW. 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.3.1.2. Fenómenos meteorológicos

En el área de influencia del proyecto en Huamantla, Tlaxcala, se manifiestan distintos fenómenos meteorológicos condicionados por su ubicación en el Altiplano Central y la influencia orográfica del volcán La Malinche. 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 Huamantla, 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	on eventos de temperaturas por debajo de los 0 °C, muy frecuentes debido a la altitud (2,500 msnm) y la pérdida de radiación nocturna. Huamantla 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. Este factor es crítico para la selección de especies vegetales en los planes de restauración de suelo del parque.
Tormentas eléctricas y granizadas	Lluvias intensas con descargas eléctricas y, frecuentemente, caída de granizo. En el valle de Huamantla, 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 de llanura abierta al noroeste de Huamantla, 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 Huamantla 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.3.1.3. Geomorfología

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 Huamantla 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).

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

Unidades geomorfológicas	Características
Llanura Aluvial (Valle de Huamantla)	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	ocalizado 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, la cual es ideal para la instalación de parques fotovoltaicos de gran escala (100MW) 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.

IV.3.1.4. Geología

El área del proyecto se ubica en el Eje Neovolcánico Transmexicano, específicamente en la cuenca de Huamantla, 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 las siguientes unidades litológicas (Tabla IV.5).

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 de Huamantla. 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 de Huamantla, 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 (Huamantla), por lo que el proyecto debe asegurar que la instalación de los paneles no altere significativamente esta función ecosistémica.

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 Huamantla se encuentra en la Zona B. Esta se define como una región de sismicidad intermedia. 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.

Deslizamientos, derrumbes, inundaciones o movimiento de tierras:

Susceptibilidad a deslizamientos: En el sitio del proyecto (noroeste de Huamantla), 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 RH18Ah (L. Totolzingo), 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 en las faldas distales del volcán La Malinche (actualmente inactivo pero geológicamente joven) y dentro del radio de influencia del volcán Popocatépetl. El riesgo principal para el parque fotovoltaico 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 Huamantla como Medio, condicionado por la dirección de los vientos dominantes (generalmente hacia el este/noreste)

IV.3.1.5. Suelo

Los suelos constituyen el soporte de la vida vegetal y son el filtro natural para la recarga del acuífero de Huamantla. 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.

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
Phaeozem	**PH**	Media a Fina	Son suelos que se caracterizan por un horizonte superficial oscuro (mólico), rico en materia orgánica y nutrientes. En el valle de Huamantla, 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

El proyecto se ubica primordialmente sobre suelos de tipo Phaeozem háplico, que presentan un horizonte superficial rico en humus con profundidades que oscilan entre los 40 y 60 cm (corrigiendo el dato de 12 m, que es geológico y no edafológico). Esta capa

orgánica ha permitido que el desarrollo de la agricultura de temporal (principalmente maíz) sea la actividad predominante en el polígono.
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. (ANX VIII.IV.1g).

Degradación de los suelos

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 Huamantla la erosión eólica adquiere una relevancia mayor debido a la topografía plana y la ausencia de barreras rompevientos naturales. 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.3.1.6. Hidrología

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 de Huamantla 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.

El municipio de Huamantla se inserta en la Cuenca del Río Atoyac; sin embargo, el área de estudio pertenece específicamente a la Subcuenca RH18Ah (Laguna Totolzingo). A diferencia de otras subcuencas del sistema Balsas, la RH18Ah 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, como la Laguna de Totolzingo.

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.

IV.3.1.7. Aire

Para la tropicalización de la sección de Calidad del Aire al municipio de Huamantla, Tlaxcala, debemos considerar que, aunque no es una zona con smog industrial 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.

Aquí tienes la propuesta técnica ajustada para la MIA:

En términos generales, el área del proyecto en Huamantla, Tlaxcala, 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 de la Carretera Federal 136 (México-Veracruz) y el libramiento de Huamantla, que son ejes fundamentales para el transporte de carga pesada.
- **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 proximidad con la Ciudad Industrial Xicohténcatl II (CIX II), 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 Huamantla, 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.3.1.8. Conclusiones

De acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto al noroeste de la ciudad de Huamantla, Tlaxcala, 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 sabino (Juniperus deppeana), sustentada por suelos de tipo Phaeozem y Cambisol de origen volcánico, con una alta capacidad de infiltración. La hidrología superficial es particularmente distintiva, al insertarse en la subcuenca endorreica RH18Ah (Laguna Totolzingo), donde el drenaje es interno y depende de escurrimientos intermitentes que alimentan el sistema de jagüeyes locales.

El espacio donde se ubica el polígono para el parque fotovoltaico se caracteriza por un elevado índice de perturbación antropogénica, consecuencia de décadas de agricultura de temporal intensiva y la remoción casi 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 (Huamantla) 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 actual, 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.

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. 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. 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

El área del proyecto se localiza al noroeste de la ciudad de Huamantla. 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. No obstante, en los alrededores y linderos del SAR se conservan remanentes de vegetación natural, destacando los Sabinales y el Matorral Xerófilo, frecuentemente en estado secundario debido a la presión antrópica..

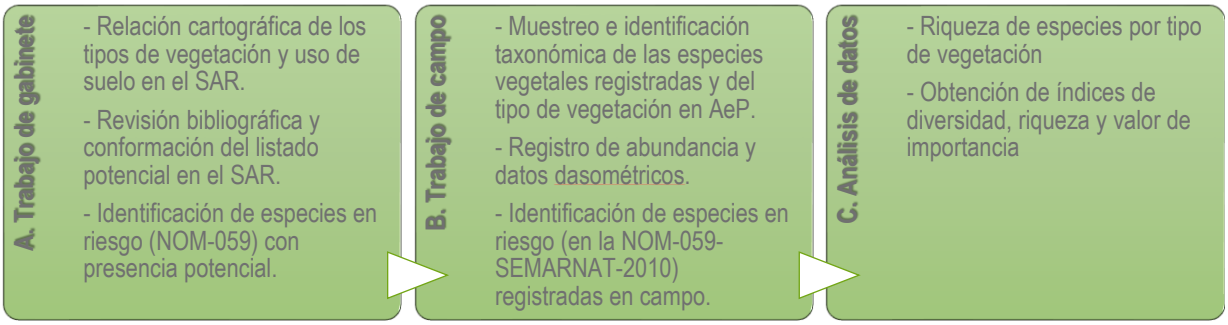
Tabla IV.7 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR

Tipo de vegetación	Clave	Características
Sabinal (Bosque de Juniperus)	BJ	Comunidad emblemática de Huamantla. Dominada por el "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.
Matorral Xerófilo	MX	Comunidad de zonas semiáridas con presencia de arbustos espinosos y plantas suculentas. En la zona del proyecto, se manifiesta principalmente como matorral rosetófilo y crasicaule, con especies de los géneros Opuntia (nopales), Agave (magueyes) y Yucca (izotes). Su altura promedio es de 1.5 a 3 metros.
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.
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, siendo común en las zonas de transición del noroeste de Huamantla.

El proyecto se emplazará mayoritariamente sobre terrenos de agricultura de temporal, donde la vegetación natural ha sido removida históricamente para el cultivo de gramíneas (maíz y cebada). La presencia de individuos aislados de Juniperus deppeana y diversos tipos de Agave en los límites del predio representa el principal elemento forestal a considerar para las medidas de rescate y reubicación de flora, de acuerdo con la normativa ambiental vigente.

La caracterización de la composición florística fue desarrollada en tres etapas (Figura IV.3), en primera instancia se realizó la recopilación bibliográfica, de las especies vegetales con potencial de presencia en el SAR previamente delimitado, de acuerdo con los tipos de vegetación presentes en él. En la segunda etapa se realizó un monitoreo en campo para verificar la información recabada y determinar las especies vegetales presentes en el área de establecimiento del proyecto, y finalmente en la tercera etapa, los resultados arrojados por el trabajo de campo fueron analizados estadísticamente.

Figura IV.3 Metodología para la caracterización de la composición florística



Determinación de la flora potencial en el SAR (trabajo de gabinete)

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 e**n la NOM-059-SEMARNAT-2010**[X].

IV.3.2.2. Fauna

La calidad ambiental del SAR se encuentra determinada, entre otros factores, por la riqueza, estructura y diversidad faunística (Jorgensen, 2005[29]); 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.

Es posible determinar el estado que presenta la fauna en un sitio mediante tres procedimientos:

- *Recopilación bibliográfica*: realiza la recopilación y análisis de documentos técnicos y científicos que reporten, entre otros rubros, la distribución natural de las especies en el área de interés y la descripción del hábitat y el nicho de las especies reportadas.

  A diferencia de estudios de campo puntuales y acotados a un momento del año en particular, existen herramientas bibliográficas, tales como colecciones científicas, tesis especializadas, libros, revistas científicas y, recientemente, programas informáticos que permiten tener un registro histórico del factor ambiental a caracterizar.
- *Inventario en campo*: es un estudio que consiste en el levantamiento de información, directamente en campo, el cual, idóneamente debe abarcar varios ciclos anuales que superen las condiciones variables propias de las características climatológicas de cada anualidad y, por lo tanto, que ofrezca certidumbre estadística respecto a la fiabilidad de los resultados.
- *Estudio combinado*: se trata de la combinación de ambos estudios, restringiendo la amplitud del estudio de campo e incrementando el esfuerzo de recopilación y análisis de información técnica y científica publicada en fuentes formales.

A partir del resultado que se esperan obtener mediante la aplicación de estas tres fases permitirán obtener conclusiones respecto a la distribución de los grupos de vertebrados, así

X Última modificación publicada en el DOF el 14 de noviembre de 2019.

como su estado de conservación, su diversidad asociada a los diferentes tipos de asociaciones vegetales que caracterizan el SAR, su vulnerabilidad y sus endemismos, además de la identificación de especies potenciales que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; con la finalidad de poder deducir precisiones respecto a su presencia potencial en el SAR. Bajo esta premisa se desarrolló el trabajo cuyos resultados se reseñan en este apartado de la MIA-R.

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

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

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

Además, en la medida de lo posible, la información fue corroborada en campo mediante muestreos específicos para cada grupo de vertebrados estudiado, obteniendo como

resultado conclusiones respecto a la calidad del SAR en el cual se pretende establecer el proyecto.

Marco de referencia nacional

En la actualidad, las tendencias relacionadas con el estudio de la diversidad biológica contemplan tres niveles: el genético, que involucra la diversidad de genes, alelos y proteínas; el específico, que se circunscribe en la cuantificación del número total de especies y endemismos; y el de ecosistemas, que contempla las interacciones intraespecíficas, y aquellas con elementos abióticos (Boero, 2010)[30].

Entre los países latinoamericanos considerados como megadiversos se encuentra México, junto con Brasil, Colombia y Perú (Lamoreaux *et al*., 2006)[31]; ya que se ha estimado que alberga aproximadamente el 10% de la diversidad biológica mundial. La singularidad de la diversidad de las especies mexicanas radica no sólo en el número de taxones sino a su exclusividad o endemismo (Leroux y Schmiegelow, 2007[32]; Velasco de León *et al.,* 2007[33]). Uno de los factores que podría influir en la alta biodiversidad del país es su posición entre la zona de transición de las regiones biogeográficas neártica y neotropical; lo que implica una variedad de climas, rangos altitudinales, su orografía y tipos de vegetación. Sin embargo, la diversidad biológica no se distribuye de manera uniforme y se ha documentado que existen gradientes en los que se identifican sitios con mayor diversidad que otros, hecho que parece estar determinado por la latitud, la elevación y factores asociados como la precipitación, el tipo de suelo, entre otros (Arita, 1997)[34]; aunque, una región que presente un alto número de especies no necesariamente va a poseer una alta cantidad de endemismos.

El territorio mexicano alberga áreas de mayor riqueza de especies y otras que poseen numerosos endemismos, las cuales varían por grupo taxonómico; tal es el caso del grupo de las aves, las cuales en la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia son las más ricas en número de especies, sin embargo, los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña son las zonas que presentan más endemismos (Navarro *et al.,* 2014)[35]; en el caso de los mamíferos, se reconoce que el Eje Neovolcánico Transversal es el sitio de mayor número de endemismos (Escalante *et al*., 2009)[36] pero la ecorregión de bosques templados es la más rica en cuanto a número de especies totales (Sánchez-Cordero *et al*., 2014)[37].

Debido a la riqueza de especies que alberga México, es que se encuentra en el primer lugar en riqueza de reptiles, el tercero en mamíferos, quinto en anfibios y onceavo en aves

(Ceballos *et al*. 2006)[38]. Además, los porcentajes de especies endémicas que se reportan para el país es alto, ya que se encuentra en el tercer lugar en vertebrados endémicos, después de Indonesia y Australia. Los porcentajes de endemismo se encuentran entre el 10.4 y 58.9%, mientras que otros países centroamericanos tienen valores entre 0.5 y 28.4%. La estimación de la riqueza faunística alcanza las 2,954 especies, considerando, además que el territorio es de menores dimensiones que Canadá, Estados Unidos y sus territorios (incluyendo las islas en otros continentes), países que en su conjunto albergan cerca de 2,187 especies.

México destaca más por el número total de especies y por los porcentajes de endemismo que hay en el país (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1994)[39]. No obstante que, la distribución de los vertebrados terrestres no es homogénea en el territorio mexicano, toda vez que existen regiones con altas concentraciones de especies en general o de especies endémicas en particular (Ceballos *et al*. 2006).

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

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, tal es el caso de la escala espacial de la distribución, como en el caso de los ácaros del suelo, el cual es muy reducido 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, entre otros), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. Los muestreos representan altas dificultades taxonómicas derivadas del conocimiento precario que existe en el territorio mexicano y existen dificultades para la clasificación de estos organismos.

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

abordan aspectos generales de los tres grupos faunísticos que serán abordados en el presente documento.

La diversidad herpetofaunística en México constituye uno de los elementos más importantes de la fauna del país. La diversidad que posee el grupo de los anfibios sitúa a México como el quinto país más diverso a nivel mundial, ya que poseen un grado de endemismo del 67% (252) de sus especies. Este grupo taxonómico se encuentra representado por 16 familias que equivalen al 21.62% con respecto a la riqueza a nivel mundial, 54 géneros (9.87%) y 376 especies (5.23%; Parra-Olea, et al. 2014)[40].

Mientras que en el caso de los reptiles hay 864 especies, de las cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, 3 anfisbénidos, 3 cocodrilos y 48 tortugas. Estas especies se incluyen en 159 géneros y 40 familias, que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. Además, el 57.1% de las especies son endémicas (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014)[41].

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

Finalmente, en cuanto a la biodiversidad de mamíferos México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005) y el segundo lugar en especies endémicas con 157 (28%). De acuerdo con diversos autores, existen 564 especies de mamíferos silvestres, lo que representa aproximadamente el 13% de la diversidad mundial; estas especies se encuentran distribuidas en 46 familias y 200 géneros (Sánchez-Cordero, et al., 2014). Sin embargo, el estado de conservación de este grupo indica que existen problemas ambientales severos, ya que 7 especies se han extinguido o desaparecido en el último siglo, y 295, que equivale al 52.3% del total, se encuentran clasificadas en alguna categoría de riesgo (CONABIO y SEMARNAT, 2009)[42].

Es por ello que la riqueza biológica no solo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometido a numerosas amenazas (Edwards y Abivardi, 1998)[43]. Es innegable que el crecimiento poblacional en México y en el mundo genera demandas de infraestructura e insumos, por ello, en México y en el mundo,

se reconocen como los principales factores que amenazan la riqueza y el endemismo de las especies al cambio de uso de suelo, la explotación no racional de los recursos naturales y al cambio climático.

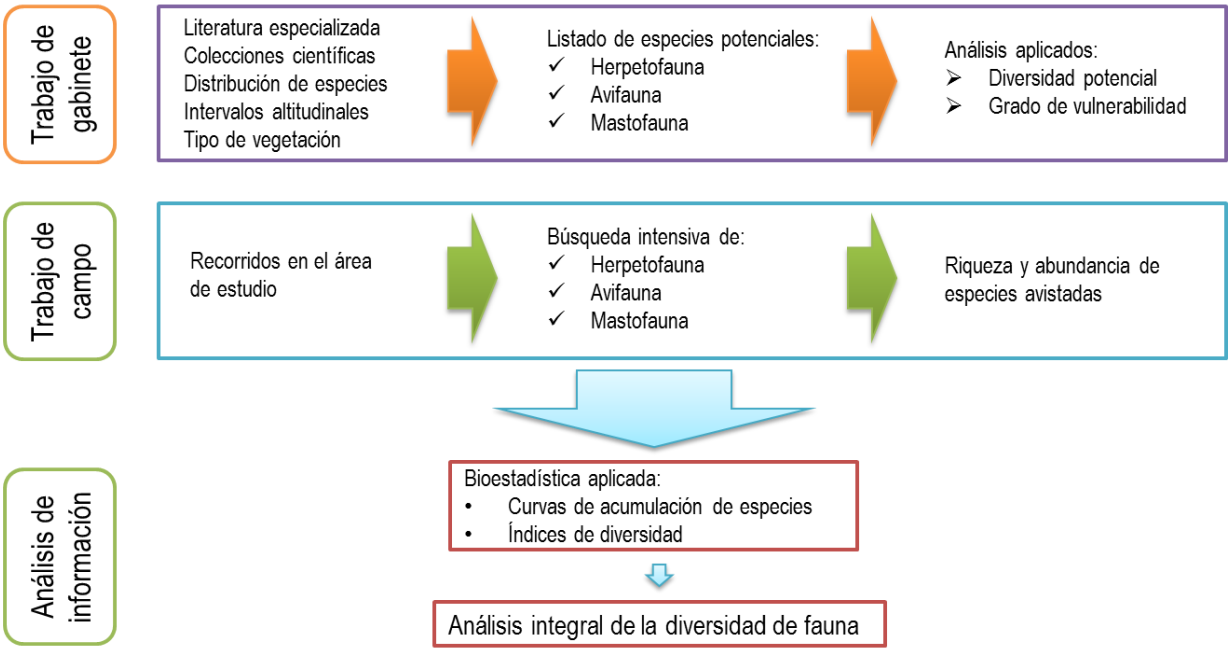
Metodología

Los inventarios biológicos son una herramienta fundamental para la toma de decisiones respecto a la conservación de la biodiversidad (Sánchez *et al*., 2011[44]), sin embargo, es importante incrementar el esfuerzo para tener acceso a información más detallada, tal como, conocer el estado de conservación global y nacional de la especie, conocer el ámbito general donde se ha inferido su distribución en el país, conocer su área de ocupación real, identificar los tipos de ecosistemas y hábitat en los que existe, los tipos de movimiento que suele efectuar y la extensión de los mismos e indagar, en la región donde se halla un predio, si la población local de la especie es solo parte de una unidad poblacional mayor, que entre otros aspectos, formaran un marco de referencia mínimo a considerar antes de la toma de decisiones.

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

En este sentido, la metodología para la caracterización de la fauna estuvo asentada básicamente en tres procedimientos (Figura IV.4).

Figura IV.4 Metodología para la caracterización de la fauna



El área que ocupa el SAR presenta una diversidad y abundancia de especies variables, que deriva principalmente del grado de fragmentación del ecosistema. En este espacio geográfico se identificaron cinco tipos de vegetación: bosque de encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; asimismo, 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.

Por lo que la metodología para el estudio y caracterización de la fauna se llevó a cabo en tres etapas: la primera etapa fue el trabajo de gabinete, que consistió en la consulta de literatura y bases de datos especializadas para poder obtener así un listado de especies que pudieran estar potencialmente presentes dentro del SAR, este listado además servirá de apoyo en la segunda etapa que es el trabajo de campo; el cual consistió en muestreos. Una vez recabada esta información, se prosiguió a la tercer y última etapa: la interpretación de datos, que consistió en análisis estadísticos para conocer la diversidad y abundancia de cada uno de los grupos faunísticos.

Desarrollo de la metodología

Recopilación bibliográfica de la riqueza faunística potencial

Para determinar el listado potencial de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en el área del proyecto, se obtuvo la distribución de las especies de vertebrados terrestres de las bases de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)[45] en formato Shapefile, seleccionando aquellas especies cuya distribución (completa o en parte) se sobrepusiera al SAR.

Debido a que las distribuciones de la UICN presentan inconsistencias especialmente en los límites de la distribución de especies que prefieren ciertos tipos de vegetación y/o se encuentran restringidas a ciertas altitudes, se revisó la siguiente información:

- ✓ Tipo de vegetación e intervalos altitudinales para anfibios y reptiles (Canseco-Márquez et al., 2010), aves (Howell y Webb, 2005)[46] y mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005)[47].
- ✓ Registros en colecciones científicas (Global Biodiversity Information Facility)[48].
- ✓ Registros históricos (Hall, 1981)[49].
- ✓ Publicaciones científicas.
- ✓ Registros en plataforma de Naturalista y EncicloVida.

Para el caso de la vegetación se utilizó la capa de uso de suelo y tipos de vegetación (INEGI, serie VI). La información fue visualizada mediante el programa ESRI® ArcMap™ 10.0.

Una vez verificada la posible presencia de las especies, se generó una lista ordenada sistemáticamente, siguiendo las clasificaciones de Frost (2011)[50] para anfibios y Utez (2012)[51] para reptiles, para aves se siguió la clasificación de American Ornithologists Union (1998)[52] considerando los últimos cambios conforme a los suplementos y artículos publicados, y para mamíferos se siguió la clasificación propuesta por Wilson y Reeder (2005)[53].

Los nombres comunes de los anfibios y reptiles fueron tomados de CONABIO (2009)[54], para aves de CONABIO (2009)[55] y para mamíferos de Villa y Cervantes (2003)[56].

Finalmente, a partir de la lista de las especies se determinaron las especies que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la UICN.

Respecto de la distribución geográfica de las especies se consideraron como Endémicas a México (E), aquellas especies cuya distribución se restringe a los límites geográficos del país; en el caso de las aves se consideró como especies Cuasiendémicas (CE) a las que presentan una distribución fuera de México no mayor a los 35,000 km^2 y las Semiendémicas (SE), como las endémicas al país o una región durante una época del año (González-García y Gómez de Silva, 2003)[57].

Además, para cada especie se obtuvo información que podría determinar si son especies vulnerables, para lo cual se consideró la información presentada por la UICN para determinar la tendencia poblacional de las especies, considerando cuatro clasificaciones, que son:

- ✓ Incremento.
- ✓ Estable.
- ✓ En decremento.
- ✓ Desconocido.

La categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Probablemente extinta en el medio silvestre (E): Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción (P): Especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas (A): Especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

La categoría de protección de acuerdo con la lista roja de la UICN:

Extinto (EX): Un taxón está *Extinto* cuando no queda duda alguna que el último individuo ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

Extinto en Estado Silvestre (EW): Un taxón está *Extinto en Estado Silvestre* cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está *Extinto en estado silvestre* cuando exploraciones de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

En Peligro Crítico (CR): Un taxón está *En Peligro Crítico* cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E[XI]" para *En Peligro Crítico* y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.

Vulnerable (VU): Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

En Peligro (EN): Un taxón está *En Peligro* cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para *En Peligro*. Por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Casi Amenazado (NT): Un taxón está en la categoría de *Casi Amenazado*, cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para *En Peligro Crítico, En Peligro* o *Vulnerable*, pero está cercano a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano.

Preocupación Menor (LC): Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxa abundante y de amplia distribución.

Datos Insuficientes (DD): Un taxón pertenece a la categoría *Datos Insuficientes* cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos

[XI] A: Reducción del tamaño poblacional. B: Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) y/o área de ocupación (B2). C: Pequeño tamaño de la población y disminución. D: Población muy pequeña o restringida. E. Análisis cuantitativo.

apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes no es por tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada.

No Evaluado (NE): Un taxón se considera *No Evaluado* cuando todavía no ha sido clasificado en relación a los criterios anteriores.

IV.3.3. 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[XII] y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas (Muñoz, 2012[58]; Burel y Baudry, 2002[59]).

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).

XII La heterogeneidad se puede definir como un todo formado por elementos diferentes, inconexos y frecuentemente antagónicos. La dinámica de los sistemas ecológicos bajo la acción de perturbaciones naturales o antropógenas contribuye a su heterogeneidad espacial y temporal (Burel y Baudry, 2002).

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.

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)[60].

El paisaje puede ser observado a partir de cuatro formas básicas (Urquijo y Barrera, 2009)[61]:

- ✓ 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.

CAPÍTULO V

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

Febrero 2026

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

El presente capítulo integra la parte medular del estudio de impacto ambiental del proyecto, tal como se encuentra establecido en la guía emitida por la SEMARNAT[62]. Derivado del objetivo central de una manifestación de impacto ambiental[XIII], en el presente capítulo se identifican, caracterizan y evalúan los impactos ambientales, con especial énfasis en los significativos, además de los impactos acumulativos y residuales del sistema ambiental regional (SAR), dado el carácter regional de la MIA; lo que implica diseñar una metodología *ad hoc* que permita destacar los impactos ambientales significativos, así como aquellos que ostenten características de acumulación y residualidad, no solo como parte del proyecto en evaluación, sino a nivel del SAR.

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1991)[63] afirma que, hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta técnicas, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos "*in situ*", con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

XIII La fracción XXI del artículo 3º de la LGEEPA define a la manifestación de impacto ambiental como: *el 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*. Esto es, en la tipología de los impactos ambientales el legislado concentró el objetivo de una MIA en la identificación, evaluación y descripción de los impactos significativos ya que, en la gestión ambiental, la condición de significancia la alcanza un impacto cuando va a rebasar los criterios de sustentabilidad que les definen, consecuentemente, la determinación de la significancia de cada uno de los impactos que se reconozcan en este ejercicio conforma la esencia del esfuerzo.

Canter (1998)[64], establece que, aunque se han desarrollado diversas técnicas, no hay una técnica universal que pueda aplicarse a todo tipo de proyectos en cualquier medio en el que éste pretenda establecerse. En ese sentido cada técnica que se utilice debe ser específica para el proyecto que se evalúe y el medio ambiente en el cual éste pretende insertarse, sobre la base de los conceptos básicos de las técnicas existentes.

La técnica que se emplee deberá tener como propósito el asegurar que se han incluido en la valoración todos los factores ambientales destacables y lograr obtener una síntesis de la información que deriva del alcance de los impactos que podrá generar el proyecto y de las alternativas que pueden surgir para atenderlos, todo lo cual, independientemente de que conforma un conjunto de elementos que evalúa la autoridad para asumir la decisión respecto a la viabilidad o inviabilidad del proyecto, también forma parte de la base de actuación de la empresa que promueve el proyecto para alcanzar su verdadera sostenibilidad.

Los impactos ambientales se caracterizan por el sello que les imprimen varios atributos, de los cuales, tres son usualmente más considerados en el proceso de identificación y de valoración del impacto de un proyecto:

- La **magnitud**: calidad y cantidad del factor ambiental afectado.
- La i**ncidencia**: grado y forma de alteración.
- El **signo**: (+) si es benéfico, o (-) si es perjudicial.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del ambiente en su estado actual y la que tendrá en el futuro modificado (proyecto ejecutado), considerando la tendencia que tendría el entorno y como habría evolucionado sin la realización del proyecto, lo cual se conoce como alteración neta (Conesa, 1993)[65]

El proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad dados producen por su ejecución, es conocido como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); dicho análisis permite determinar su aceptación, modificaciones necesarias o rechazo por parte de las entidades que tengan a su cargo la aprobación del mismo.

Convencionalmente se acepta que la EIA admite varias aproximaciones en su definición, las cuales son interdependientes entre sí, estas son:

- Aproximación conceptual: percibe la EIA como un proceso de análisis conducente a la formación de un juicio previo, lo más objetivo posible, acerca de la importancia que tienen los impactos generados por actividades

desarrolladas por el hombre -proyectos- y las posibilidades existentes para su prevención de ocurrencia, o reducción a niveles aceptables.

- Aproximación administrativa: se enfoca la EIA como un procedimiento de carácter administrativo, que conduce a la aceptación, modificación o rechazo definitivo de un proyecto sometido a evaluación, con base en la incidencia que éste tenga en el medio.
- Aproximación técnica: entiende la EIA como un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir, y comunicar (participación pública) el IA de un proyecto en caso de que éste sea ejecutado. De esta forma, la EIA desde la aproximación técnica, representa la herramienta fundamental para la toma de decisiones desde la esfera de la administración, o soporte para la aproximación administrativa.

En ésta MIA, la aproximación conceptual da sustento a la aproximación administrativa, ya que es a través de ese enfoque como se hace llegar a la autoridad normativa (SEMARNAT) la propuesta de proyecto y, en tal sentido es importante iniciar el desarrollo de éste capítulo considerando que la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente[66] (LGEEPA), define que la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) es *el 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*.

Con base en lo anterior, el objetivo fundamental de una MIA es identificar los impactos ambientales significativos que puede generar un proyecto. Al respecto es conveniente abordar este aspecto asumiendo en toda su dimensión la definición que ofrece el marco reglamentario de la LGEEPA respecto a lo que se entiende por impacto ambiental significativo:

"**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" (Fracción IX, Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental[67], REIA).

Sobre la base de lo expuesto, en esta MIA en el presente capítulo se presenta la identificación, descripción y evaluación de los **impactos ambientales significativos**, centrando el objetivo del análisis en la identificación de aquellos impactos que, por sus

características, pudieran ajustarse a la definición dispuesta en la fracción IX del Artículo 3° del REIA antes transcrita.

Para alcanzar lo anterior, la integración de este capítulo se basó en el análisis e interpretación de:

- Las características de los componentes del proyecto y la identificación de las acciones (Capitulo II) que potencialmente puedan propiciar impactos a los factores ambientales susceptibles de recibirlos (Capítulo IV).
- La vinculación del proyecto con las disposiciones, reglas y recomendaciones de los diversos instrumentos jurídicos aplicables al mismo (Capítulo III).
- El diagnóstico ambiental del área de establecimiento del proyecto (AeP), y la valoración de la calidad del Sistema Ambiental Regional (SAR) dentro del cual se pretende insertar al proyecto. Ambos componentes descritos en el capítulo IV de este documento.
- Los usos del suelo definidos para el proyecto por el promovente (Capítulo II)
- La información generada en trabajos de campo y verificación (Capítulo II y IV).
- Técnicas convencionales de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con lo que dispone la fracción V del artículo 13 del REIA, complementario a lo anterior es importante destacar que las MIA’s regionales se caracterizan además por dos rubros:

1. Conducir el proceso de identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales significativos, particularmente a los de tipo acumulativo y residual, y
2. Realizar ese alcance en el sistema ambiental regional.

Estos dos objetivos adquieren particular preponderancia en la MIA regional, por una parte, porque al enfocar el análisis de identificación y evaluación a los impactos acumulativos, se aborda uno de los rubros más importantes en la planeación del desarrollo. La acumulación es, tal vez, el problema más importante en el deterioro del ambiente, por lo que la identificación de los impactos que potencialmente pueden ser acumulativos es una acción preventiva relevante por la anticipación que deberá presentarse de manera consecuente.

La definición jurídica del concepto impacto ambiental acumulativo la restringe a: "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”, (fracción VII, artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, REIA). Esta redacción, hermenéuticamente difusa, requiere complementarse con la acepción técnica que define al concepto en países con mayor desarrollo técnico en este campo.

Los impactos acumulativos son los efectos que pueden ocurrir cuando determinadas acciones de un proyecto, sobre los factores del ambiente se llevan a cabo con tanta frecuencia en el tiempo o en el espacio y tan densamente, que la resiliencia de esos sistemas naturales no puede asimilarlos. También pueden identificarse cuando los efectos negativos de una actividad se combinan con los de otra en una forma casi incremental; así, los impactos acumulativos son los cambios potenciales de origen antropogénico o inducidos por el hombre sobre los factores de los ecosistemas, que incrementan su incidencia y su magnitud en el tiempo y en el espacio. Los impactos acumulativos son aditivos y persistentes en el tiempo. Si bien, los efectos acumulativos se refieren a la degradación ambiental progresiva en el tiempo, tienen su origen en un conjunto de actividades a lo largo de un área o región.

Los impactos acumulativos son los resultados brutos o netos que se originan en un conjunto de proyectos o actividades, en desarrollo o por desarrollarse y no necesariamente relacionadas entre sí, en condiciones que dan lugar al incremento de su incidencia y de su magnitud en el tiempo y/o en el espacio.

Por otra parte, los impactos residuales son definidos en el REIA, en términos poco objetivos: "*es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*" (fracción X, del artículo 3 del REIA). Al igual que en la definición del impacto acumulativo, esta definición es incompleta y no tiene el alcance que tiene dicho concepto en la gestión ambiental, por ello, complementariamente a lo que establece al respecto el REIA, en esta MIA-R dicha definición se complementa con la consideración adicional de que, el impacto ambiental residual también es aquel que no tiene forma de ser mitigado, una vez que se ha ajustado la acción del proyecto que lo puede generar.

Bajo estas consideraciones se abordan ambos conceptos en esta MIA-R con el agregado de que el alcance de los trabajos a desarrollar no solo implica considerar la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que podría generar el proyecto, incluyendo específicamente a los acumulativos y residuales, sino principalmente a los que se adjudiquen a otros proyectos que se ubiquen dentro de la poligonal envolvente del SAR. Así, los diversos apartados que integran este capítulo se ajustan estrictamente a las recomendaciones que establece la guía emitida por la SEMARNAT, sobre todo, al objetivo que dispone la LGEEPA para una MIA, esto es, dar a conocer (se entiende que a la autoridad competente), el **Impacto Ambiental Significativo (IAS)** y potencial que pudiera generarse por la construcción y operación del proyecto.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), los eventos de cambio en el mismo, su caracterización y análisis, en este apartado se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y beneficios de carácter significativo (IAS) que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto - entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una técnica que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la definición que al respecto establece la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

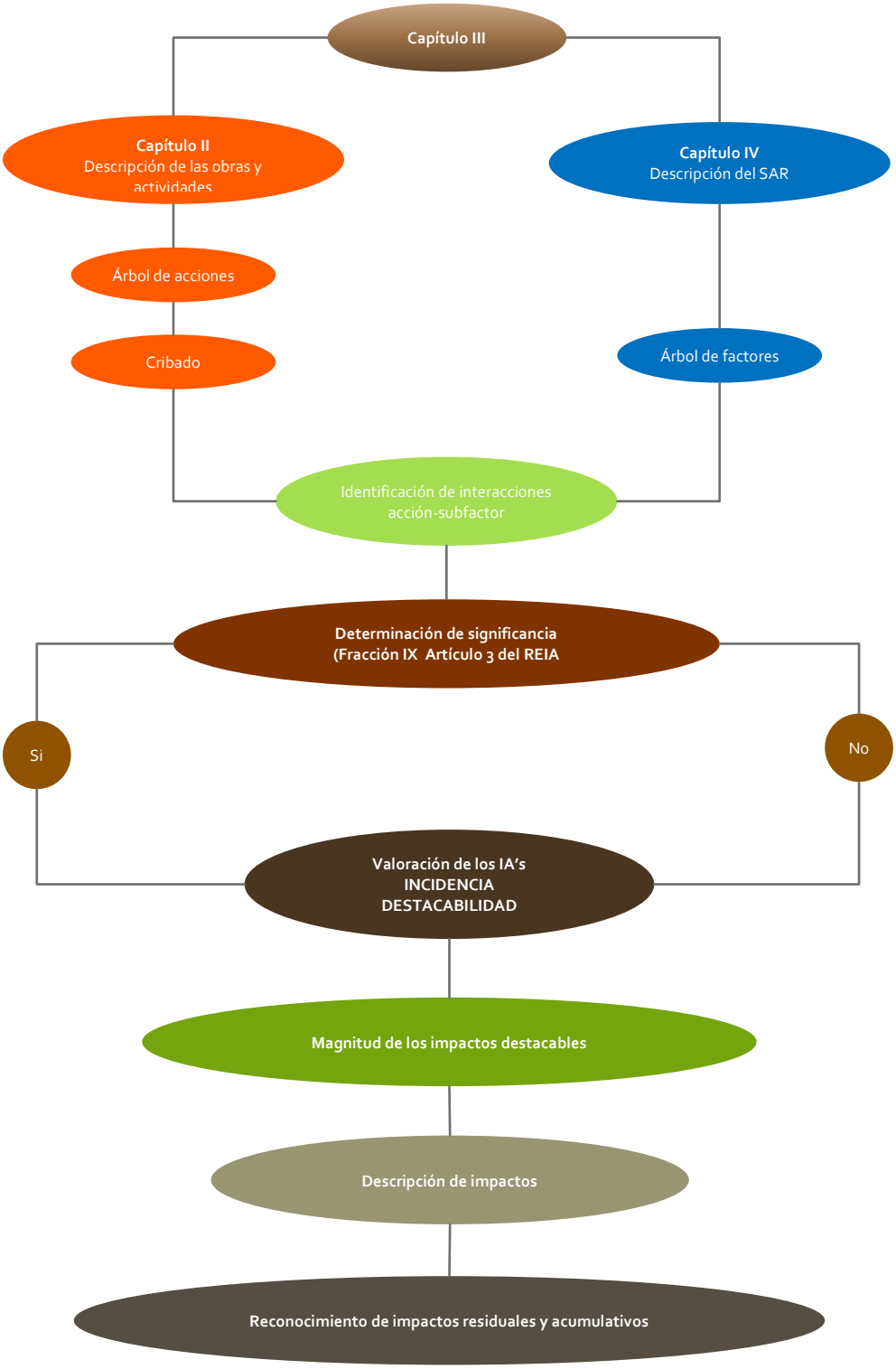
Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporcionará guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V se refiere a la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

Derivado de lo anterior, el proceso metodológico diseñado que se siguió para desarrollar la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales del proyecto se concreta en esta MIA-R en los ocho apartados establecidos en el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

a) Identificación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales.
b) Valoración de los IA’s, y
c) Descripción.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus etapas y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II de la MIA-R, concentrada en el esquema denominado **"árbol de etapas, componentes y acciones del proyecto**". De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de los elementos constitutivos del ambiente (factores y subfactores ambientales), definido en el Capítulo IV de esta MIA-R en el esquema denominado "**árbol de factores y subfactores ambientales**". Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas conforman a un primer conjunto de impactos potenciales. Una vez identificadas las relaciones causa – efecto (impactos), se procedió a cribar ese conjunto de efectos (impactos), mediante un proceso de tamizado que inicialmente considera los supuesto que definen al IAS desde el enfoque del reglamento de la LGEEPA para la evaluación del impacto ambiental, para, de ser el caso, retomar todos aquellos impactos que pudieran alcanzar esa consideración (significativos o relevantes) o, asumir otro esquema complementario que coadyuve a evidenciar los IA's destacables sobre bases convencionales que pudieran ser supletorias de las que ofrece la fracción IX del artículo 3° del REIA (Figura V.1).

Figura V.1: Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales del proyecto


Capítulo III
Capítulo II
Descripción de las obras y actividades
Capítulo IV
Descripción del SAR
Árbol de acciones
Cribado
Árbol de factores
Identificación de interacciones acción-subfactor
Determinación de significancia (Fracción IX Artículo 3 del REIA
Si
No
Valoración de los IA's
INCIDENCIA
DESTACABILIDAD
Magnitud de los impactos destacables
Descripción de impactos
Reconocimiento de impactos residuales y acumulativos

V.1. Técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

En la integración de esta MIA-R, por técnica se entiende el planteamiento estructurado de cómo llevar a cabo una o varias actividades del proceso de evaluación del impacto ambiental, Canter 1998 (*op. cit.*) cita que se han desarrollado muchas técnicas de ayuda para la realización de las distintas tareas del proceso de EIA, como es el caso de la identificación de los impactos ambientales del proyecto. La de uso más generalizado es la de Leopold[68], la cual emplea una matriz simple la cual recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 factores ambientales; una parte sustantiva de ésta técnica es la de la estimación de la magnitud para lo cual propone la asignación de valores numéricos comprendidos entre el 1 y el 10, en la cual el valor de 10 representa la magnitud mayor y 5 (por ejemplo), una magnitud intermedia, la técnica de Leopold adolece de imprecisiones difíciles de superar, por lo que su adopción como herramienta para esta MIA-R, fue rechazada.

Se optó por adoptar y adaptar la propuesta de Gómez Orea (2013)[69], la cual integra un enfoque holístico que ayuda a limitar la incertidumbre natural asociada a un proceso de predicción como lo es la EIA. Dicha técnica adaptada a los requerimientos de nuestro marco jurídico y administrativo, permite arribar a determinaciones sobre las desviaciones de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto en la "línea base" o T0 determinada como corolario del Capítulo IV de esta MIA-R, tanto para cada impacto potencial a generar como por el proyecto en su conjunto; dicha técnica (adaptada a nuestras condiciones) es detallada en el **anexo VIII.V.1** de esta MIA-R.

V.1.1. Identificación de impactos ambientales

El proceso de identificación de impactos que se aborda en esta MIA-R se inicia con la identificación de los componentes y de las acciones[XIV] del proyecto potencialmente

[XIV] En esta MIA se asume la convención de nominar a los elementos constitutivos del proyecto como componentes y acciones y, a los elementos constitutivos del ambiente como factores y sub factores, ello para no propiciar confusiones cuando se utilicen esos conceptos de manera indistinta, por ello, siempre que se hable de componente y/o de acción, se estará abordando un elemento constitutivo del proyecto y, por el contrario, cuando se mencione a un factor y/o a un sub factor se estará abordando un elemento constitutivo del ambiente.

propiciadores de impactos al ambiente (conclusión del Capítulo II de esta MIA-R) y por la identificación de los factores y sub factores del ambiente que pueden recibir el efecto de los componentes y de las acciones del proyecto (conclusiones del Capítulo IV de esta MIA-R); así, en esta etapa se llega a un nivel prospectivo que inició a partir del conocimiento de la estructura y del funcionamiento del sistema ambiental para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre los componentes del proyecto y los factores del ambiente para lograr concretar algún proceso que permita determinar su significancia, en el contexto de la definición que al respecto ofrece el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).

V.1.1.1. Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

En el caso de los elementos constitutivos del proyecto, se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa efecto que define un impacto ambiental (Gómez Orea. 2013. *Op. Cit*.). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en tres niveles: las etapas del proyecto, sus componentes y las acciones concretas, propiamente dichas.

a) **Etapas**: Se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto:
   i. Preparación
   ii. Construcción
   iii. Operación y mantenimiento
   iv. Abandono

b) **Componentes**: Integra las partes homogéneas del proyecto, por ejemplo: trazo y nivelación, apertura de zanjas, etc., o procesos de distinta naturaleza. El componente, se refiere si más al segundo nivel de desagregación del proyecto.

c) **Acciones concretas:** Una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien identificada y localizable del impacto

En esta etapa del proceso, se alcanza una relación exhaustiva de los componentes y de las acciones del proyecto, las cuales, por su número importante, será preciso cribar para arribar a un conjunto operable al identificar impactos ambientales.

De acuerdo con las características del proyecto las acciones que podrán derivar de la ejecución del proyecto en todas sus etapas, son aquellas identificadas en la parte final del Capítulo II de esta MIA-R, las cuales suman un total de 84 (Tabla V.1)

Tabla V.1: Etapas, componentes y acciones del proyecto

Etapas	Componente	Acciones	ID
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1
		Contratación de personal	2
	Trazo	Ingreso de personas	3
		Circulación de vehículos	4
		Levantamiento topográfico	5
		Marcaje de áreas	6
	Preparación del terreno	Ingreso de personas	7
		Circulación de vehículos	8
		Circulación de maquinaria	9
		Desmonte (retiro de vegetación)	10
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	11
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	12
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	13
		Circulación de vehículos	14
		Circulación de maquinaria	15
		Excavación	16
		Compactación	17
		Nivelación	18
		Cortes	19
		Rellenos	20
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	21
	Obras temporales (zonas de acopio, almacenes, campamentos y oficinas)	Adecuación de áreas para el acopio de material retirado	22
		Adecuación de áreas para estacionamiento	23
		Construcción de almacenes temporales	24
		Adecuación de áreas para comedor y cocina	25
		Adecuación de áreas para oficinas	26
		Construcción de control del acceso a obra	27
	Abastecimiento de materiales e insumos	Adquisición de insumos y materiales	28
		Traslado de insumos y materiales	29
		Ingreso de personas	30
		Ingreso de vehículos cargados de materiales e insumos	31
		Descarga de insumos y materiales	32
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	33
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	34
		Hincado de fustes	35
		Montaje del seguidor solar a un eje horizontal	36
		Montaje de los módulos fotovoltaicos	37
		Instalación y conexión a cuadros eléctricos	38
		Tendido de cables	39
		Tendido y conexión de red de tierras de la instalación	40
		Instalación de equipos eléctricos	41

Etapas	Componente	Acciones	ID
		Vallado perimetral	42
		Habilitación de viales internos	43
		Instalación de equipo de seguridad	44
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	45
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	46
		Trazo de ejes principales para referencia	47
		Excavación para cimentación	48
		Realización de cimentaciones	49
		Construcción de edificio de control	50
		Construcción de fosa séptica	51
		Construcción de sistema de drenaje (canales y cunetas de salida de agua)	52
		Instalación de malla para sistema de tierras	53
		Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos	54
		Vallado perimetral	55
		Construcción de pisos terminados	56
		Montaje de estructura mayor y menor	57
		Montaje de equipo primario	58
		Montaje de tableros	59
		Montaje de bandejas en cuarto de control	60
		Montaje de banco de baterías y cargadores	61
		Instalación del sistema de alumbrado exterior	62
		Pruebas pre-operativas	63
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	64
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	65
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	66
		Tendido, regulado y engrapado de cables	67
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	68
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	69
		Retiro de residuos	70
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	71
		Supervisión del funcionamiento	72
		Inspección visual	73
		Lavado de paneles solares	74
		Comprobación de estado	75
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	76
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	77
Abandono del sitio	Planta fotovoltaica, subestación eléctrica y línea de transmisión	Despido de personal (permanente)	78
		Contratación de personal (temporal)	79

Etapas	Componente	Acciones	ID
		Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	80
		Demolición de cimentaciones	81
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	82
		Descompactación del suelo	83
		Colocación de tierra vegetal	84

Dada esta vastedad de acciones, de acuerdo con lo que establece la técnica utilizada, se aplicó el primer proceso de cribado con base en los criterios propuestos por Gómez Orea (*Op. cit.*), para seleccionar aquellas acciones concretas: relevantes, excluyentes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables; estos conceptos fueron asumidos como atributos de cada acción y, adjudicando un valor adimensional a cada uno de ellos, fue evaluada cada acción, para que en su expresión máxima la acción más destacada pudiera alcanzar el valor de 1.0.

En un esfuerzo de congruencia, se asumió una directriz de precautoriedad que no obligará a considerar únicamente las acciones que alcanzaran un valor de 1.0 punto, sino a todas aquellas que tuvieran una puntuación ≥ 0.6 denominada “valor umbral de selección”. De esta forma, del universo de las 84 acciones, el ejercicio de selección (cribado) permitió obtener un total de 42 acciones (Tabla V.2) lo cual aseguró considerar aquellas acciones que aún y cuando no satisficieran todos los atributos fuesen consideradas para no sesgar la selección retomando únicamente las acciones que alcanzarán el valor máximo.

Tabla V.2: Matriz de acciones seleccionadas a partir del cribado

				Criterios de selección						
Etapas	Componente	Acciones	ID	R	E	FI	L	M	Valor	Selección
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Contratación de personal	2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Trazo	Marcaje de áreas	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
	Preparación del terreno	Desmonte (retiro de vegetación)	4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8	1
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	5	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Circulación de vehículos	8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Circulación de maquinaria	9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Excavación	10	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Compactación	11	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Nivelación	12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Cortes	13	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Rellenos	14	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1

				Criterios de selección						
Etapas	Componente	Acciones	ID	R	E	FI	L	M	Valor	Selección
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	16	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Hincado de fustes	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Vallado perimetral	19	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Habilitación de viales internos	20	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	1
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Excavación para cimentación	22	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Realización de cimentaciones	23	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de edificio de control	24	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de fosa séptica	25	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de pisos terminados	26	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8	1
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	28	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	29	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
		Retiro de residuos	30	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	31	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Supervisión del funcionamiento	32	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Inspección visual	33	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Lavado de paneles solares	34	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.6	1
		Comprobación de estado	35	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	36	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	37	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Abandono del sitio	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	38	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Demolición de cimentaciones	39	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	40	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Descompactación del suelo	41	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Colocación de tierra vegetal	42	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
									Total de acciones seleccionadas	42

Simbología:
Relevantes (R); Excluyentes (E); Fácilmente identificables (FI); Localizables (L); Medibles (M).

V.1.1.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

Se denomina “factor” a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y

receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez Orea. 2013. op. cit.), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó el árbol de factores ambientales obtenido como conclusión del análisis del inventario ambiental realizado en el Capítulo IV de esta MIA-R

En el proceso seguido en la integración de este capítulo de la MIA-R, del análisis de los elementos constitutivos del ambiente se identificaron 19 sub factores ambientales con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto (Tabla V.3); dada la importancia de cada uno de estos sub factores todos ellos fueron considerados sin realizar algún cribado.

Tabla V.3: Factores y subfactores ambientales

Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor	ID
Físico-natural	Abiótico	Aire	Calidad	1
			Confort sonoro	2
		Agua	Calidad	3
			Cantidad	4
		Suelo	Calidad	5
			Topografía	6
		Procesos del medio abiótico	Erosión	7
			Drenaje superficial	8
	Biótico	Fauna	Riqueza y abundancia	9
			Hábitat	10
			Endemismo y especies en riesgo	11
		Flora	Riqueza y abundancia	12
			Cobertura de vegetación natural	13
			Endemismo y especies en riesgo	14
		Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	15
	Perceptual	Paisaje	Calidad	16
Socioeconómico	Población	Condición de ocupación	Empleo	17
	Servicios	Infraestructura	Infraestructura eléctrica	18
		Renta	Valor del suelo	19

V.1.1.3. Matriz de Interacciones

La relación final de acciones seleccionadas y la relación de factores del ambiente permitieron estructura una matriz de identificación de interacciones (anexo VIII.V.2) en la cual se identificaron 317 interacciones entre las 42 acciones del proyecto y los 19 subfactores.

A partir de este ejercicio se vislumbran que el medio que recibirá más impactos es el medio abiótico, seguido del medio biótico y el medio que recibirá menos impactos es servicios (Tabla V.4). En términos generales la construcción del proyecto generara más interacciones

negativas que positivas, sin embargo, para los subsistemas: servicios y población se generaran más interacciones positivas que negativas y para los subsistemas: abiótico, biótico y perceptual son más interacciones negativas que positivas.

Tabla V.4: Interacciones con el subsistema

Subsistema	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Abiótico	146	23	123
Biótico	95	33	62
Perceptual	27	7	20
Población	35	34	1
Servicios	14	12	2
Total	**317**	**109**	**208**

Con base en el número de interacciones identificadas se podría esperar que el factor más impactado sea la fauna y el menos impactado será renta (Tabla V.5)

Tabla V.5: Interacciones con el factor

Factor	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Aire	42	1	41
Agua	27	6	21
Suelo	41	8	33
Procesos del medio abiótico	36	8	28
Fauna	51	12	39
Flora	30	18	12
Procesos del medio biótico	14	3	11
Paisaje	27	7	20
Condición de ocupación	35	34	1
Infraestructura	11	10	1
Renta	3	2	1
Total	**317**	**109**	**208**

La etapa en la que se generará el mayor número de interacciones con el medio, es en la etapa de construcción y las etapas en las que se genera el menor número de interacciones es en la operación y mantenimiento. El mayor número de interacciones negativas será en la etapa de construcción (Tabla V.6).

Tabla V.6: Interacciones que se generarán en cada etapa del proyecto

Etapa	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Preparación del sitio	43	12	31
Construcción	200	53	147
Operación y mantenimiento	25	16	9
Abandono del sitio	49	28	21
Total	**317**	**109**	**208**

El componente “generales durante la construcción” de la etapa construcción, es el componente con mayor número de acciones y a su vez es el componente que puede causar el mayor número de interacciones con los subfactores (Tabla V.7)

Tabla V.7: Interacciones que potencialmente pueden generar los componentes

Etapa	Componente	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Preparación del sitio	Preliminares	4	4	0
	Trazo	6	6	0
	Preparación del terreno	33	2	31
Construcción	Generales durante la construcción	82	16	66
	Parque fotovoltaico	36	6	30
	Subestación eléctrica	48	9	39
	Línea de transmisión	13	4	9
	Limpieza del AeP	21	18	3
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	25	16	9
Abandono del sitio	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	49	28	21
	Total	**317**	**109**	**208**

V.1.1.4. Nominación de impactos

En esta etapa la técnica adoptada propone ir nominando los impactos, de acuerdo a la forma gramatical que la propia técnica recomienda, con oraciones que comuniquen una idea completa e independiente.

De esta forma se identificaron 20 posibles impactos ambientales, de los cuales 17 son impactos negativos y 3 son impactos positivos (Tabla V.8), aun no calificados como significativos o no; cabe mencionar que solo serán evaluados los impactos negativos en cuanto su incidencia, magnitud, ya que la finalidad de la EIA es evaluar los efectos que causan al ambiente, así como su posible mitigación, reducción o compensación, en tanto que, en estricto sentido, para los impactos positivos debe propiciarse su magnificación.

Tabla V.8: Relación integrada de impactos, utilizando como criterio la naturaleza del efecto y el factor ambiental sobre el cual impactan

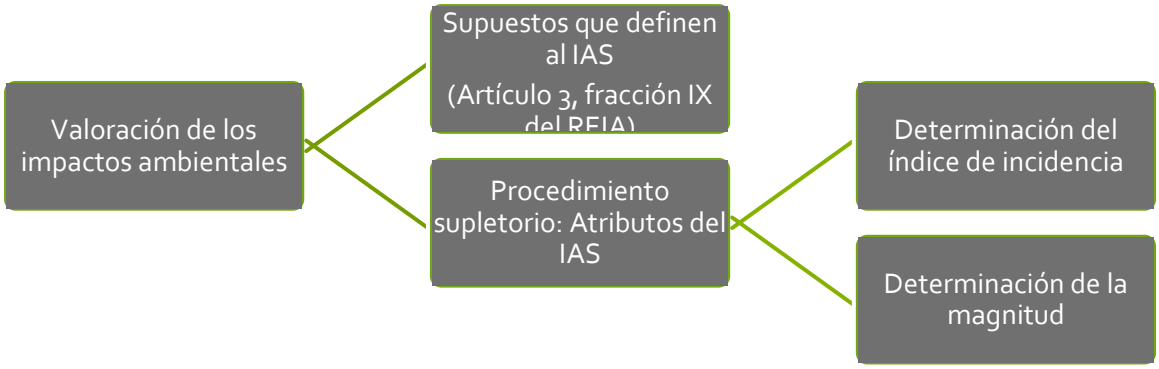
Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	-
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	-
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-
Condición de ocupación	Empleo	18	Generación de empleos temporales y permanentes	+
Infraestructura	Eléctrica	19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+
Renta	Valor del suelo	20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+

V.1.2. Valoración de impactos

El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales, es la valoración de los impactos detectados para determinar su significancia. Esta etapa del proceso se abordó en dos fases: en la primera, se identifica la significancia

con bases cualitativas y tomando como referencia el alcance de la definición de impacto significativo que establece la fracción IX del artículo 3° del REIA. Mientras que en la segunda se basó en la propuesta de Gómez Orea (*op. cit.*), modificada para permitir aplicar las definiciones y disposiciones del marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental) (Figura V.2).

Figura V.2: Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales



V.1.2.1. Determinación de significancia

Como se ha mencionado con anterioridad, el primer procedimiento en la valoración de los impactos se ajustó a los lineamientos de la normatividad, en particular a las disposiciones del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental[70] y, en tal sentido, toda vez que la Ley (LGEEPA) dispone en la fracción XXI de su artículo 3° que la manifestación de impacto ambiental es el 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 y, sobre la base de la definición que establece la fracción IX del artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA/LGEEPA), el cual define que:

El impacto ambiental significativo o relevante es 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.

En este sentido, asumiendo los alcances de la hermenéutica de esta definición como aquella que implica el que para que un impacto sea significativo éste debe satisfacer todos los supuestos que relaciona esa definición, resultó importante para la técnica definir los conceptos:

- Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales,
- Alteración de la salud,
- Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre,
- Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos,
- Obstaculización de la continuidad de los procesos naturales.

En tal sentido, la acepción con la que se asumen los conceptos anteriores en la determinación del impacto significativo se describe a continuación (Tabla V.9).

Tabla V.9: Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo

Concepto	Significado
Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales.	Si por alteración se entiende la acción que propicia cambiar la esencia o forma de algo (*Alterar: cambiar la esencia o forma de algo*, DRAE, 2020), entonces, el concepto de alteración en los ecosistemas y sus recursos naturales se asume como aquel efecto que provoca un cambio en la esencia o la forma de los ecosistemas y, si consideramos que la esencia de los ecosistemas es su organización para que funcionen como la *unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados* (Fracción XIII, Artículo 3°, LGEEPA), un impacto alcanzará significancia cuando cambie la esencia de la función de los ecosistemas y estos dejen de conformar la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con su ambiente, lo que equivaldrá a la alteración radical de su integridad funcional y de su capacidad de carga.
Alteración de la salud.	El DRAE, 2020 define al verbo alterar como "*cambiar la esencia o la forma de algo*". Por lo que se refiere al sujeto recepto de la *alteración*, éste no se encuentra explícitamente identificado en el concepto que define el REIA/LGEEPA, pero es de inferirse que ese atributo está dirigido hacia las personas, toda vez que la fracción I del artículo 1 de la LGEEPA dispone que este instrumento establece las bases para "Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, **salud** y bienestar." Consecuentemente, un impacto significativo será aquel que modifique en sentido negativo el estado de salud de las personas, esto es que le afecte y que consecuentemente vaya en detrimento su estado físico.
Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre.	El significado del verbo **obstaculizar** lo detalle el DRAE como "*Impedir o dificultar la consecución de un propósito*"; consecuentemente, un impacto será significativo cuando impida la existencia del hombre y cuando impida su desarrollo, entendiendo por lo primero la afectación negativa de la vida del hombre y de la continuidad de sus procesos vitales (desarrollo). Esto equivale a considerar, que la significancia del impacto, sustentada en este concepto implicaría poner en riesgo la vida de las personas y su desarrollo en el más amplio sentido.
Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos.	Al igual que el concepto anterior, en este rubro el impacto será significativo cuando impida la existencia de los seres vivos (en general de todos aquellos que conforman la biota, flora y fauna) y cuando impida su desarrollo, entendiendo por lo primero la afectación negativa de la vida de los seres vivos y de la continuidad de sus procesos vitales.
Obstaculización de la continuidad de los procesos naturales.	Todo lo que ocurre en la naturaleza, son procesos o transformaciones naturales, y una característica de todos ellos es que se desarrollan durante un lapso de tiempo (ninguno es instantáneo). Algunos ejemplos de procesos naturales son el envejecimiento, la erosión, la fotosíntesis, el ciclo del agua, la productividad primaria, el ciclo de la energía, la respiración, la reproducción, la evaporación es un proceso o transformación natural; en consecuencia el número de "procesos naturales es prácticamente de difícil cuantificación; por lo tanto el texto que se analiza, el cual forma parte de la definición contenida en la fracción IX del artículo 3° del REIA/LGEEPA, al no acotar el concepto "procesos naturales", alude a todos aquellos procesos que se dan en la naturaleza y que aseguran la funcionalidad de sus diversas estructuras. Por otra parte, la palabra

Concepto	Significado
	continuidad alude a la unión natural que tienen entre si las partes de un *continuum*, lo que equivale a considerar que su utilización en la frase *continuidad de los procesos naturales*, implica que esto, los procesos naturales, están unidos y se desarrollan en el tiempo de manera secuencial, uniforme e ininterrumpida. Consecuentemente para que un impacto sea significativo deberá incidir en alterar alguna o algunas de las partes de esos *continuum* integrados por los procesos de transformación que ocurren en la naturaleza.

Vista así, la definición del concepto impacto ambiental significativo, resulta de una aplicabilidad difícil de satisfacer para los efectos sobre los factores del ambiente que puede generar el proyecto del Parque; en la práctica, este tipo de impactos, acotados al cumplimiento de todos y cada uno de los supuestos referidos en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, resulta casi imposible de que ocurran dado el alcance extremo de algunos de esos supuestos descritos en la tabla anterior; por ejemplo el que un impacto incida sobre la existencia y desarrollo de las personas, implicaría alcanzar un estatus de daño que el común de los proyectos no registra, lo mismo el cambiar de la esencia de los ecosistemas y/o de los recursos naturales ubicados en el área de influencia del proyecto o, en un alcance aún más extremo y en la aplicación literal del texto del Reglamento, el que un impacto **obstaculice los procesos naturales** y con ello alcance nivel de significancia implicaría prácticamente un efecto perturbador de dimensiones poco comunes y que no se predice que puedan ocasionar las afectaciones potenciales del parque solar. Por ello y con base en las definiciones desarrolladas en la Tabla V.9, para determinar si alguno de los impactos negativos que podría generar el proyecto y que han sido identificados en este capítulo, podría alcanzar el nivel de impacto ambiental significativo, se desarrolló un ejercicio basado en el análisis del alcance que dicho efecto podría llegar a ocasionar, señalando con un “si” el caso en el que el supuesto se satisfaga y con un “no”, cuando el supuesto no puede ser satisfecho o, lo que es lo mismo, cuando dicho supuesto no puede alcanzarse. Se anticipa, de acuerdo a la interpretación gramatical del texto de la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental que, para que el impacto bajo análisis resulte significativo debe satisfacer al conjunto de cada uno de los supuestos que integran dicha definición; tal ejercicio se representa en el contenido de la Tabla V.10; se destaca que el empleo de las palabras “si” y “no” en el ejercicio antes reseñado es arbitrario y que lo mismo podría haberse adjudicado un valor cualquiera para cuando el efecto se reconozca que ocurre o un valor de cero para cuando el supuesto no se cumpla; el resultado hubiera sido el mismo, para que el impacto fuera significativo

deberá, siempre, registrar la ocurrencia en todos y cada uno de los supuestos. Esto es lo que se intentó representar en la Tabla V.10.

Tabla V.10: Determinación de la significancia de los impactos del proyecto con base en los supuestos de la fracción IX del artículo 3° del REIA

	Impactos ambientales	Signo del impacto	Supuestos establecidos fracción IX del REIA							IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO
			ORIGEN		ALTERA		OBSTACULIZA			
			Hombre	Naturaleza	Ecosistemas y sus recursos naturales	Salud	Existencia del hombre y desarrollo del hombre	Existencia y desarrollo de los demás seres vivos	Continuidad de los procesos naturales	
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	Si	No	No	Si	No	No	No	No
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	Si	No	No	Si	No	No	No	No
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	Si	No	Si	Si	No	No	No	No
4	Disminución puntual de la infiltración	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	Si	No	Si	Si	No	No	No	No
6	Modificación puntual del relieve original	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	Si	No	Si	No	No	No	No	No
8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución		Si	No	No	No	No	No	No	No
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto		Si	No	No	No	No	Si	No	No
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-	Si	No	Si	No	No	Si	No	No
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales		Si	No	No	No	No	No	No	No
17	Modificación del paisaje	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
18	Generación de empleos temporales y permanentes	+	---	---	---	---	---	---	---	---
19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+	---	---	---	---	---	---	---	---
20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+	---	---	---	---	---	---	---	---

Los resultados del ejercicio realizado no arrojaron la identificación de significancia para ningún impacto, debido a que ninguno de los impactos negativos satisfizo la totalidad de los alcances que, respecto a la significancia del efecto, establece el precepto reseñado en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de la Evaluación del

Impacto Ambiental. Se destaca que la interpretación sistemática, armónica, gramatical e integral de dicha definición obliga a considerar a todos los supuestos que la conforman como requisito para que un impacto sea significativo y, dado el alcance de varios de esos conceptos, resulta explicable la razón por la cual no se identifica significancia en ninguno de los 17 impactos negativos del proyecto.

En una aplicación estricta de la norma jurídica, con el resultado alcanzado con el ejercicio resumido en la tabla anterior, debería de haberse concluido la integración de la MIA-R, informándole a la autoridad que **no hay impacto ambiental significativo** que reportar en base a la definición multicitada con anterioridad, toda vez que la definición de MIA refiere a que es el documento a través del cual se da a conocer el impacto ambiental significativo de un proyecto, sin embargo el promotor del proyecto tiene como objetivo impulsar un proyecto sustentable y, ante tal enfoque se abocó a identificar la destacabilidad de los impactos que decide atender por su incidencia y magnitud que les hace destacar por encima del resto de tales efectos, para lo cual se llevó adelante el desarrollo de la técnica de Gómez Orea (*op. cit.*), con la cual es factible alcanzar este objetivo.

Derivado de lo anterior, fue preciso aplicar el procedimiento supletorio, dicha técnica establece que una vez identificados los impactos es necesario determinar, su valor de la incidencia.

V.1.2.2. Determinación de la incidencia

Ante la carencia de impactos significativos acotados a la definición del REIA, se desarrolló un ejercicio complementario de valoración el cual utilizó los 10 atributos de impacto propuestos por Gómez Orea (*op. cit.*) (Tabla V.11).

No se debe perder de vista que este procedimiento no sustituye lo que se establece en el REIA, por el contrario, lo complementa y tiene como objetivo valorar aquellos impactos que, sin llegar a ser significativos (según los alcances establecidos en la definición del REIA) son destacables por el efecto que pudieran llegar a ocasionar sobre algún factor del ambiente, en el contexto general de los impactos identificados. A los impactos que alcanzaron los puntos más altos en esta valoración se les denominó “impactos destacables”, lo que en un sentido amplio podría equivaler a sinónimo de significancia, pero acotado a estándares diferentes.

A los atributos se les asigna un valor que oscila entre 1 y 3, dependiendo de la severidad con que se manifiestan.

Tabla V.11: Atributos de impacto para determinar incidencia

Atributo	Carácter del atributo	Interpretación	Código/ Valor
Signo del efecto	Benéfico		+
	Perjudicial		-
	Indeterminado		x
Inmediatez (In)	Directo	Es el efecto que tiene repercusión inmediata sobre el ambiente	3
	Indirecto	Es el que deriva de un efecto primario	1
Acumulación (Ac)	Simple	Se manifiesta en un solo factor ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos	1
	Acumulativo	Es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3
Sinergia (S)	No Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	1
	Sinérgico	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	3
Momento (M)	Corto	Es el que se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena.	3
	Mediano	Es el que se presente varias semanas o meses después del desarrollo de la acción que lo desencadena	2
	Largo plazo	Es el que se genera un año o más, después de que se ejecuta la acción que lo genera.	1
Persistencia (Pe)	Temporal	El efecto tiene una alteración de duración definida	1
	Permanente	Tiene una duración indefinida	3
Reversibilidad (Re)	Corto	Puede ser asimilado por los procesos naturales en plazos menores a una semana	1
	Mediano	No puede ser asimilado de inmediato, tardan varias semanas en desaparecer las manifestaciones del efecto.	2
	Largo plazo o no reversible	Las manifestaciones del efecto tardan un año o más en desaparecer	3
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable	El que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1
	Irrecuperable	El que no puede ser eliminado o reemplazado por la acción natural o humana	3
Continuidad (Co)	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular.	1
	Continuo	Es el que produce una alteración constante en el tiempo	3
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular	Es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	1
	Periódico	Es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3

Con el uso de los valores de estos criterios se determinó la destacabilidad de cada impacto. Para ello se procedió a determinar el índice de incidencia de cada uno de ellos. Al respecto, por índice de incidencia entendemos a la severidad y a la forma de la alteración que provoca el impacto, la cual viene definida por la serie de atributos mencionados con anterioridad que caracterizan dicha alteración.

A cada uno de impactos identificados se le atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la siguiente metodología:

1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento en corto, mediano y largo plazo,
2) Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo (3) para la más desfavorable y un mínimo (1) para la más favorable; así para el ejemplo anterior si el momento es de corto plazo = 3, mediano plazo = 2, largo plazo = 1.
3) El índice de incidencia (I) de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple que se muestra a continuación. El valor se obtiene a través de la suma ponderada de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala, lo anterior requiere atribuir pesos específicos a los atributos considerados como "definitorios de la significancia".

Expresión 1

$$I = In + Ac + S + M + Pe + Re + Ri + Co + Pi$$

4) Se estandarizo cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

Expresión 2

$$Ii = I - I_{mín} \,/\, I_{máx} - I_{min}$$

Donde:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.
$I_{mín}$ = el valor obtenido utilizando el valor menor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 9, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 1.
$I_{máx}$ = el valor obtenido utilizando el valor mayor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

5) Previamente se determina un valor umbral de significancia a aplicar a los resultados del ejercicio y éste queda a criterio del evaluador. La técnica recomienda asignar la destacabilidad[XV] a

[XV] En este ejercicio se utiliza el adjetivo destacable (destacabilidad), como sustituto de significativo para no propiciar una confusión con el concepto que utiliza la definición de impacto ambiental significativo, cuya aplicación ya se analizó y evidenció que ninguno de los impactos que se han

los impactos que alcancen el valor I_{max}, sin embargo, con el objeto de ser más rigurosos en la selección se decidió que el valor considerado como mínimo destacable fuera una media del valor estandarizado, más un porcentaje mínimo, lo cual definió al valor de 0.60 como el valor umbral para decidir entre destacable y no destacable (Tabla V.12).

Tabla V.12: Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.59
Destacable	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.60

Los resultados obtenidos con la aplicación de este modelo permitieron conocer la incidencia de cada impacto (la incidencia se refiere a la severidad y forma de alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración) y con base en la incidencia la categoría de destacabilidad; identificando que la ejecución del proyecto podrá ocasionar 17 impactos negativos de los cuales 10 son impactos destacables, 4 son impactos no significativos y 3 son impactos despreciables (Tabla V.13).

Tabla V.13: Relación de impactos destacables

ID	Impactos ambiental	Signo del impacto	Valores de referencia		Valor estimado para cada atributo									Índice de incidencia (I)	Índice de incidencia estandarizado (Ii)	Impacto ambiental		
			I_{max}	I_{min}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Re)	Recuperabilidad (Ri)	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)			Despreciables	No significativo	Destacable
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	●		
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	●		
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	27	9	1	3	3	3	3	2	1	1	1	18	0.50		●	
4	Disminución puntual de la infiltración	-	27	9	1	1	1	2	1	1	1	1	3	12	0.17	●		
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles,	-	27	9	1	3	3	3	3	2	1	1	1	18	0.50		●	

identificado que pudiera ocasionar el proyecto alcanza esa connotación, en consecuencia y de acuerdo al objetivo de identificar los impactos cuya incidencia les hace más destacables en el contexto de la generalidad del conjunto, se utilizó el adjetivo de impacto destacable.

ID	Impactos ambiental	Signo del impacto	Valores de referencia		Valor estimado para cada atributo									Índice de incidencia (I)	Índice de incidencia estandarizado (Ii)	Impacto ambiental		
			I_{max}	I_{min}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Re)	Recuperabilidad (Ri)	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)			Despreciables	No significativo	Destacable
	lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos																	
6	Modificación puntual del relieve original	-	27	9	3	1	1	3	3	3	3	3	3	23	0.78			●
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	27	9	3	3	3	2	1	2	1	1	3	19	0.56		●	
8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	27	9	3	1	3	3	3	2	1	3	3	22	0.72			●
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		27	9	3	1	3	2	3	3	1	1	1	18	0.50		●	
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución		27	9	1	1	3	3	2	2	3	3	3	21	0.67			●
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	2	3	3	3	24	0.83			●
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	27	9	3	1	3	3	3	3	1	3	3	23	0.78			●
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo		27	9	3	1	3	3	3	3	1	3	3	23	0.78			●
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales		27	9	3	3	2	3	3	2	3	3	3	25	0.89			●
17	Modificación del paisaje	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
18	Generación de empleos temporales y permanentes	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
															Total	**3**	**4**	**10**

V.1.3. Descripción y determinación de magnitud de los impactos destacables

V.1.3.1. Indicadores de impacto

La magnitud de las alteraciones potenciales o impactos sobre un factor ambiental puede expresarse de diferentes maneras según la naturaleza, el estado y las características de

cada factor y de la unidad de medida que se pretenda utilizar; un mecanismo adoptado para cuantificar la magnitud de un impacto es el empleo de indicadores de impacto[XVI].

Es conveniente destacar que, dado que cada indicador de impacto ambiental tiene entre sus principales fundamentos a la calidad del ambiente en el cual se inserta el proyecto, resulta obvio que, en la medida en que el ambiente se encuentra alterado en relación a sus características naturales, el uso de esta herramienta pierde su utilidad y su empleo se restringe a los factores más conspicuos. En este sentido, las características del Sistema Ambiental Regional donde pretende instalarse el proyecto, según se puso en evidencia en el Capítulo IV, corresponden a ambientes que van desde los totalmente alterados hasta el medianamente conservados, con una alteración radical de la integridad funcional de sus ecosistemas al haber transformado en agrícola y pastizal inducido, más del 91% de su superficie, lo que obliga a adoptar indicadores "acordes" a tales realidades.

Es un hecho reconocido por los especialistas (Gómez Orea, *Op. Cit*.) que hay impactos cuyas características y por su naturaleza hacen extremadamente difícil, identificar un indicador representativo, por lo que para ellos fue preferible valorarlos cualitativamente ya que su conjunto representa la "fracción no cuantificable del impacto".

No se debe perder de vista que el resultado más importante de este proceso es el que evidencia que, aplicando como se debe aplicar, la definición del impacto ambiental significativo que ofrece la fracción IX del artículo 3 del REIA, en este proyecto no se identifica ningún impacto ambiental de esa naturaleza.

Para determinar el valor de la magnitud, la técnica empleada recomienda el uso de los criterios utilizados por la comunidad científica o los establecidos por la legislación para predecir los cambios desencadenados por cada acción del proyecto sobre el factor ambiental respectivo; en algunos casos se utilizan:

a. Modelos de difusión y dispersión atmosférica,
b. Modelos de vulnerabilidad a la contaminación,
c. Modelos de evaluación y comportamiento de suelo, agua y aire,
d. Métodos para el análisis de ruido y modelos de dispersión de ruido,
e. Métodos y modelos para inventariar y valorar el paisaje,
f. Métodos de investigación social,
g. Modelos de calidad de vida incluyendo indicadores económicos,
h. Predicción de efectos sobre la salud, e
i. Indicadores de impacto.

[XVI] Indicador de impacto ambiental: es la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto; es una medida que deriva de la diferencia entre el valor del indicador "con" y "sin" el proyecto.

De todas estas propuestas u opciones para determinar la magnitud del impacto, el empleo de indicadores resulta la que mayor aplicabilidad puede tener en el ejercicio de determinación del valor de magnitud de cada uno de los impactos destacables identificados, esto se enfoca así para alinear la congruencia al alcance que le asigna la LGEEPA a una Manifestación de impacto ambiental en la fracción XXI de su artículo tercero, al establecer que en ese documento (la MIA) deberán darse a conocer los impactos significativos o relevantes, y, con este ejercicio se está incidiendo en un alcance.

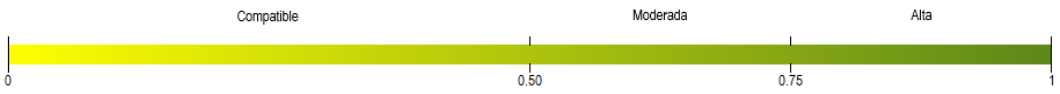
I.1.1.1 Estimación de la magnitud

Para este tipo de impactos la determinación de su magnitud puede alcanzarse con el empleo de indicadores de impacto ambiental. En estos casos, la magnitud del impacto se medirá por la diferencia entre el indicador en las situaciones “sin” y “con” proyecto.

En este punto es importante destacar que, dada la naturaleza del impacto y del factor y/o subfactor del ambiente sobre el que incide, algunos indicadores serán cuantitativos, cuando el indicador que defina al impacto de la manera más objetiva puede ser diseñado a partir de registros levantados en campo, mientras que, otros, serán valorados con indicadores cualitativos ya que su naturaleza no permite valorarlos cuantitativamente, se trata así de los impactos que representan la “fracción no cuantificable del impacto”.

La técnica empleada establece que en esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, (Figura V.3) donde 1 corresponde al impacto máximo posible de alcanzar.

Figura V.3: Escala de calificación del impacto



A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales y la magnitud de aquellos impactos destacables con indicadores cuantitativos identificados en la presente MIA-R.

Tabla V.14: Incremento temporal de partículas suspendidas

INCREMENTO TEMPORAL DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS								
	Aire		Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**

INCREMENTO TEMPORAL DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS								
Factor en el que incide		**Subfactor en el que incide**			x	x		x
Síntesis descriptiva	La calidad del del aire se verá afectada de manera temporal durante las etapas de preparación, construcción y abandono del proyecto. Tal como su nombre lo indica, 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.							

Tabla V.15: Incremento temporal en los niveles de ruido

INCREMENTO TEMPORAL EN LOS NIVELES DE RUIDO								
Factor en el que incide	Aire	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	Este es un impacto de persistencia temporal, generado durante el lapso que duren las actividades de preparación, construcción y abandono. El confort sonoro podrá verse alterado por el ruido generado principalmente por la maquinaria y vehículos empleados durante las etapas de preparación del sitio y construcción, asimismo la presencia de las personas trabajando también generará la emisión de ruido, aunque este será menor al generado por los vehículos y maquinaria. La extensión de este impacto será local y de corta duración, debido a que los tiempos de ejecución de las obras se prevén en un corto plazo y, al finalizar éstas, el parque solar durante la etapa de operación (es la etapa de mayor duración) sí solo no producirá emisiones de ruido que puedan afectar el confort sonoro. Se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud de que, no se cuenta con datos de referencia de los índices de ruido actual en el área del proyecto y tampoco se sabe con precisión la cantidad de ruido que se generara por las actividades del proyecto en sus etapas de preparación de sito, construcción y abandono. Uno de los factores que podría afectarse por el incremento del ruido en el área, es la fauna, toda vez que podría provocar el desplazamiento de la fauna presente y circundante del área de establecimiento del proyecto. De acuerdo con los atributos utilizados para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable							

Tabla V.16: Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos

ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR POSIBLE DERRAME DE ACEITES, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES O SUSTANCIAS RELACIONADAS CON LA MAQUINARIA Y POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS								
Factor en el que incide	Agua	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x

ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR POSIBLE DERRAME DE ACEITES, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES O SUSTANCIAS RELACIONADAS CON LA MAQUINARIA Y POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS	
Síntesis descriptiva	Las actividades de preparación y abandono, pero principalmente las actividades de construcción y en mucho menor medida las actividades de operación y mantenimiento demandan el uso de maquinaria y equipos diversos que funcionan con gasolina, Diesel y aceite de motor, por lo que su manejo podría ocasionar derrames accidentales o fugas no previstas que pudieran afectar la calidad del suelo y de no atenderse con oportunidad, estas sustancias podrían en caso extremo alcanzar algún escurrimiento o infiltrase a capas inferiores, afectando también la calidad físico-química del agua superficial o subterránea. Si bien en el área de establecimiento del proyecto las lluvias son escasas y no se detectó la presencia de cuerpos de agua o algún escurrimiento, este impacto podría ocurrir **si y solo si** se presentará un derrame de cuantiosos, conjugado con un gran aporte de lluvia que pudiera mover el derrame al subsuelo y o algún cuerpo o corriente de agua. Durante las etapas de preparación y construcción las aguas residuales provendrán de los sanitarios portátiles utilizados por los trabajadores de la obra, mismas que podrían representar una fuente de alteración de la calidad del agua si no son dispuestas correctamente. La posible ocurrencia de este impacto es previsible en todo momento, pero se puede evitar mediante buenas prácticas constructivas, un adecuado mantenimiento de maquinaria, atención inmediata a derrames de hidrocarburos y adecuada gestión de residuos, sobre todo los denominados residuos peligrosos. Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable. Asimismo, se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud que no existen parámetros de referencia para la zona del proyecto; no obstante, su magnitud dependerá de la aplicación de acciones preventivas y el adecuado manejo de residuos tal como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal

Tabla V.17: Disminución puntual de la infiltración

DISMINUCIÓN PUNTUAL DE LA INFILTRACIÓN								
Factor en el que incide	Agua	**Subfactor en el que incide**	Cantidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	El retiro de la vegetación presente en el área de establecimiento del proyecto, provocará que el escurrimiento del agua de lluvia sea más rápido, toda vez que la vegetación que actuaba como amortiguador de la caída de las gotas de lluvia será eliminada, modificando así la infiltración *in situ*. Asimismo, las actividades de circulación de vehículos, circulación de maquinaria, excavación, compactación, nivelación, cortes, rellenos, etc., modificarán la porosidad del suelo, provocando que se modifique la capacidad de infiltración en el área de establecimiento del proyecto; y el sellamiento del suelo, causará la reducción de la superficie de infiltración del agua. Es importante no perder de vista que, si bien las actividades del proyecto modificaran la infiltración, el agua precipitada al no penetrar en las superficies impermeables del proyecto (subestación eléctrica, edificio de control, caseta de vigilancia), tenderá a escurrir e infiltrarse en las zonas permeables del proyecto (área de paneles, línea de transmisión). Es importante no perder de vista que los ecosistemas presentes en el AeP, aun y cuando conservan remanentes de vegetación forestal, se encuentran alterados por las actividades antrópicas que se desarrollan en el sitio y en las áreas adyacentes, como las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que el proyecto no impactará de forma significativa la infiltración, aunado a que debido a que las características del proyecto y las particularidades de la cimentación que se utilizará en el área de los paneles solares, permitirán que el agua precipitada en el AeP se siga infiltrando casi de manera original, es decir la infiltración se seguirá realizando alrededor de cada uno de los postes que soportaran los paneles solares. De acuerdo a la valoración de cada uno de los atributos utilizados para determinar la incidencia, este impacto fue calificado como un impacto no significativo							

Tabla V.18: Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos

ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO POR POSIBLE DERRAME DE ACEITES, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES O SUSTANCIAS RELACIONADAS CON LA MAQUINARIA Y POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS								
Factor en el que incide	Suelo	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	Las actividades que se deberán realizar para la construcción del proyecto implican el uso de maquinaria y equipos diversos que funcionan con gasolina, Diesel y aceite de motor; su manejo podría ocasionar derrames accidentales o fugas no previstas que de no ser atendidas adecuadamente podrían afectar la calidad del suelo. Este impacto podría ocurrir en cualquiera de las etapas del proyecto debido a que en todo momento se utilizará en mayor o menor medida maquinaria, equipos y vehículos. Si bien la mayor cantidad de residuos serán generados durante la etapa de construcción, durante todas las etapas del proyecto se generarán residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) que, de no ser manejados adecuadamente, podrían alterar de forma inmediata la calidad fisicoquímica del suelo, principalmente en el caso de los residuos peligrosos. Este impacto es previsible en todo momento, evitando su presencia mediante una gestión adecuada para el manejo y disposición de residuos. Se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud que no existen parámetros de referencia para la zona del proyecto; no obstante, su magnitud dependerá de la aplicación de acciones preventivas y el manejo adecuado de los residuos tal como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal. Con base en los atributos de utilizado para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto no significativo							

Tabla V.19: Modificación puntual del relieve original

MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL RELIEVE ORIGINAL								
Factor en el que incide	Suelo	**Subfactor en el que incide**	Topografía	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	El sitio seleccionado para el emplazamiento del proyecto, presenta un desnivel que va de sur a norte, presentando altitudes de 1,800 a 2,045 msnm (la parte más elevada esta al sur del predio); si bien este tipo de proyectos (parque fotovoltaico) se ajustan en la medida de lo posible a las condiciones originales de relieve del predio, en la etapa de construcción se requiere realizar actividades como el desmonte, despalme, movimiento de tierras, corte, excavación, nivelación, compactación que indudablemente modificaran la topografía del terreno, pero son actividades necesarias para dar cavidad y seguridad a los elementos que conforman el proyecto, tales como la plataformas y construcción cimentaciones mayores y menores, construcción de edificio de control, entre otros. La modificación del relieve original será evidente desde la etapa de preparación del sitio y persistirá durante todas las etapas del proyecto. Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.							

Tabla V.20: Incremento de la susceptibilidad de erosión

INCREMENTO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE EROSIÓN								
			Erosión	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**

INCREMENTO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE EROSIÓN								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**			x	x		x
Síntesis descriptiva	La erosión es un fenómeno natural causado por la acción del agua o del viento y la combinación de varios factores tales como las pendientes pronunciadas, el clima las características del suelo, su uso, el tipo y estado de la cubierta vegetal, provocando la perdida de las partículas del suelo (sus componentes minerales y orgánicos). Este proceso se acelera cuando el ecosistema es perturbado por las actividades humanas tales como el cambio de uso de su suelo[71] Considerando que las obras del proyecto implican, actividades como el desmonte, despalme, excavación, corte, circulación de vehículos y maquinaria durante las etapas de preparación y construcción, el suelo durante algún tiempo estará más expuesto a proceso erosivo. Si bien los procesos erosivos no son representativos, las acciones del proyecto podrían acelerar su degradación por las actividades del viento y agua. El efecto será evidente desde la etapa de preparación del sitio, dado que las actividades del proyecto implican la remoción de vegetación desde la raíz y las raíces desempeñan una función ecológica importante porque su estructura forma una especie de malla que protege la tierra, evitando que se desprenda ante los elementos que la golpean; adicionalmente, al adherirse a las partículas del suelo, lo mantienen unido. Con base en los atributos de utilizado para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.							

Tabla V.21: Afectación puntual del curso de escorrentías

AFECTACIÓN PUNTUAL DEL CURSO DE ESCORRENTÍAS								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**	Drenaje superficial	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	El sitio seleccionado para el emplazamiento del proyecto, presenta un desnivel que va de sur a norte, presentando altitudes de 1,800 a 2,045 msnm (la parte más elevada esta al sur del predio); si bien este tipo de proyecto se ajustan en la medida de lo posible a las condiciones originales de relieve del predio del predio, en la etapa de construcción se requiere realizar actividades como el desmonte, despalme, movimiento de tierras, corte, excavación, nivelación, compactación que indudablemente modificaran los escurrimientos naturales presentes en el terreno, pero son actividades necesarias para dar cavidad y seguridad a la implementación de los elementos que conforman el proyecto, tales como la plataformas y construcción cimentaciones mayores y menores, construcción de edificio de control, entre otros. Si bien la afectación al curso de escorrentías es un impacto potencial previsto por las actividades proyecto, es importante no perder de vista que: en el área de establecimiento del proyecto solo se presentan escurrimientos intermitentes y de primer orden y que el área de estudio no corresponde a un ecosistema conservado ya que aun y cuando conservan remanentes de vegetación forestal (vegetación secundaria de bosque de encino y vegetación secundaria de selva baja caducifolia en el 53.14% de la superficie total del terreno), se encuentra alterada por las actividades antrópicas que se desarrollan en el sitio y en las áreas adyacentes, como las actividades agrícolas y ganaderas (pastizal inducido de uso forrajero en el 45.70% de la superficie total del predio). Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.								

Tabla V.22: Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE FAUNA QUE UTILIZAN EL ÁREA ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
					PS	**C**	**OyM**	**A**

Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Riqueza y abundancia	**Etapas**	x	x		x
Síntesis descriptiva	este impacto hace referencia a la necesidad de remover De acuerdo con la prospección en campo se determinó que el AeP tiene cuatro usos de suelo: 1) pastizal inducido, 2) cuerpos de agua de carácter artificial[XVII], 3) vegetación secundaria de bosque de encino y 4) vegetación secundaria de selva baja caducifolia, por lo que considerando que para la construcción del proyecto será necesario remover parte de la vegetación presente y que el tipo de fauna está en correlación directa con el tipo de vegetación, se considera que en primera instancia la fauna que utiliza el AeP se verá afectada por el retiro de la vegetación. Asimismo, las actividades de construcción podrían provocar el atropellamiento de los animales por el tránsito de vehículos y maquinaria, aunado a que la fauna es ahuyentada por los ruidos provocados por las actividades del proyecto y por la presencia humana. Si no se toman las medidas adecuadas y necesarias la fauna podría ser, aplastada, mutilada, quedar atrapada, etc. durante las actividades que demanda el proyecto principalmente en su etapa de preparación del sitio y construcción tales como delimitación de áreas, ingreso de personas, ingreso de vehículos, ingreso de maquinaria, desmonte, despalme, nivelación, compactación, realización de zanjas para acometida de cables, realización de cimentaciones, hincado de fustes, instalación de equipos eléctricos, habilitación de viales internos, excavación para cimentación, provocando la muerte de individuos de fauna que hagan uso del área de establecimiento del proyecto. Si bien este es un impacto latente, se considera que debió a la capacidad de desplazamiento de la fauna y a su instinto de sobrevivencia, en la mayoría de los casos, cuando la fauna detecten la presencia de personas, vehículos y maquinara, se desplazará por sus propios medios hacia áreas donde no se estén realizando este tipo de actividad, o donde se sientan seguros y a salvo; aunque existe la posibilidad de que individuos menores o de lento desplazamiento no migren fuera del área de establecimiento de proyecto Este impacto podrá manifestarse de forma inmediata después de que se inicien las actividades de preparación y construcción del proyecto. El impacto es relevante, por lo que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de las especies de fauna que habitan el área de estudio. Para algunos de los individuos de fauna que actualmente se distribuyen en el área de estudio, el efecto será temporal, toda vez que dependiendo de su etología podrán regresar al sitio. Es importante no perder de vista que de acuerdo con la prospección en campo arrojo como resultado la observación de 30 especies en el AeP, representantes de los grupos de aves, reptiles y mamíferos, cabe destacar que no se obtuvo ningún registro de anfibios. El grupo que registró una mayor riqueza para el AeP, las aves registran un total de 25 especies, los mamíferos tres especies y el grupo de reptiles dos especies. Del total de especies registradas, ninguna se encuentra bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019). En el libro rojo de la UICN, *Colinus virginianus* es catalogada como especie casi amenazada (NT) y restantes se encuentran catalogadas como preocupación menor (LC). En lo que respecta a la distribución, *Anolis nebulosus*, *Melanotis caerulescens* y *Thryophilus sinaloa* están catalogadas como endémicas, mientras restantes cuentan con rangos de distribución amplios que van más allá de los límites estatales e incluso nacionales. Los índices de diversidad obtenidos para los reptiles (H'= 0.6365) y para los mamíferos (H' = 0.8979) denotan una diversidad muy baja, mientras que para las aves una diversidad media (H'=2.7145), lo que indican un ecosistema perturbado. Si bien la afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto es un impacto latente, de acuerdo con la naturaleza del proyecto y los índices de diversidad obtenidos no prevé ocasionar daños a comunidades de fauna silvestre.							

[XVII] Estos cuerpos hidrológicos no son de origen natural, son jagüeyes realizados por los propietarios para el ganado y riego de las áreas agrícolas, esto cuerpos de agua tienen un largo periodo de vaciado y su concentración es durante la temporada de lluvias.

Magnitud	• Indicador: Número de especies presentes en el AeP y número de especies potencialmente presentes en el SAR • Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies que se localizan en el sitio del proyecto y que son susceptible de afectación, comparado con el número de especies potenciales que se reportaron en el SAR • Expresión $$A_{fa} = \frac{Sp_{ae}}{Sp_{sar}}$$ Donde A_{fa} = Valor de afectación a la fauna Sp_{ae} = Número de especies presente en el área de establecimiento del proyecto) Sp_{sar} = Número de especies potenciales en el sistema ambiental regional Las actividades que se desarrollen en el área de establecimiento del proyecto, si no se toman las medidas necesarias podría afectar a la fauna que habita el predio de estudio, por lo que una forma de medir la probable afectación es conociendo en número de especies presente en el sitio del proyecto y el número de especies potenciales en el SAR, ya que la fauna posiblemente afectada es la que se presenta en el sitio del proyecto. Los resultados obtenidos de la caracterización de fauna del AeP arrojaron un listado de 30 especies. Como resultado de la investigación documental se elaboró un listado taxonómico de las especies de: anfibios, reptiles, aves y mamíferos que potencialmente pudieran estar reportadas dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto, se obtuvo un listado de 365 especies (24 anfibios, 31 reptiles, 228 aves y 82 mamíferos) $$A_{fa} = \frac{30}{365} = 0.082$$ Con base en el conocimiento del número de especies que habitan el predio y la fauna potencial en el SAR se determinó que la magnitud del impacto es de 0.082, valor que lo ubica como un impacto compatible.  Es importante mencionar que la afectación de los individuos de fauna presente en el AeP **no** significa que las especies o sus poblaciones se ponga en riesgo o en peligro de extinción.

Tabla V.23: Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución

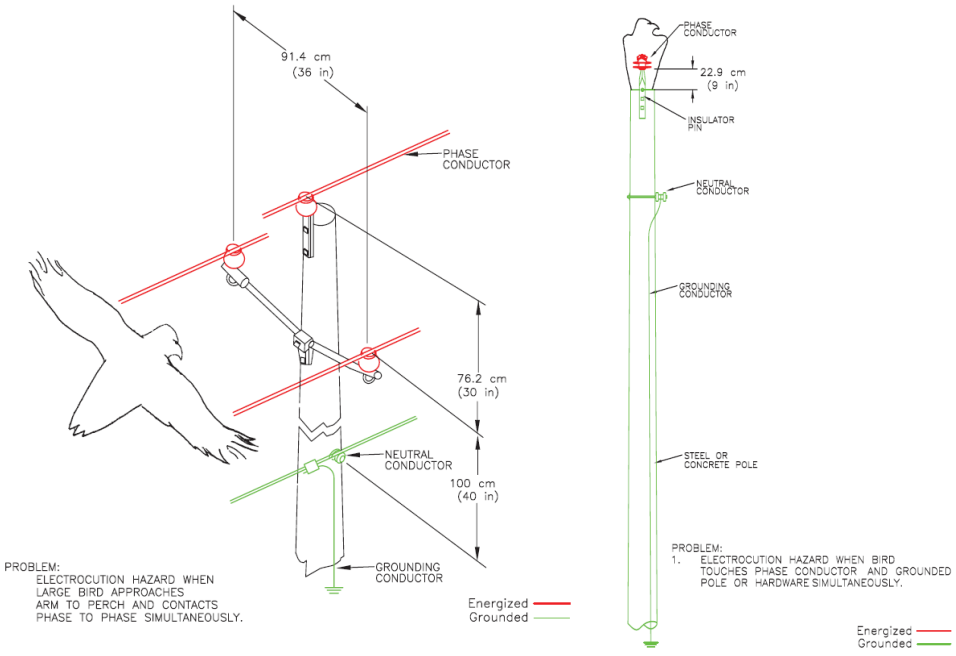
INCREMENTO EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LA FAUNA DERIVADO DEL ATROPELLAMIENTO, LA COLISIÓN Y LA ELECTROCUCIÓN								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Riqueza y abundancia	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	Durante las etapas de preparación, 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. 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. Tal como fue descrito en al capítulo IV de este estudio, 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, por lo que se prevé que los eventos de colisión sean visiblemente mínimos en este proyecto por tratarse de una línea de transmisión muy corta (40 m) que no requerirá de la instalación de torres eléctricas; 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[72]), 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 (A*rdea 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). Tal como fue descrito con anterioridad, la línea de transmisión de este proyecto no requerirá de la instalación de torre eléctricas por lo que se esta segunda forma de electrocución se descarta del proyecto.

Figura V.4 Electrocución de aves con líneas de transmisión



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 cora*x) • Zopilote Común (*Coragyps atratus*) De acuerdo con el INE (2002)[73] 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)[74]. 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.
Magnitud	• Indicador: Número de especies susceptibles a colisión y electrocución • Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies potenciales en el SAR y aquellas que podrían presentar riesgo de colisión o electrocución • Expresión $$I_{CE} = \frac{Sp_{pce}}{SP_{psar}}$$ Donde ICE = Valor de riesgo de colisión y electrocución Sp_{psar} = Número de especies de aves potenciales en el SAR Sp_{pce} = Número de especies de aves potenciales en el SAR con riesgo de electrocución y colisión. De acuerdo con el trabajo de investigación bibliográfica a partir de artículos y la búsqueda de registros de observaciones y colecciones biológicas, se determinó la potencial presencia de 228 especies de aves dentro del SAR, de las cuales 27 especies son susceptibles a la colisión y electrocución (rapaces y no rapaces que anidan en las estructuras de transmisión, especies acuáticas, migratorias y especies que registraron altura de vuelo entre los 45 y 60 m).

	$$I_{CE} = \frac{27}{227} = 0.1184$$ Con base en los datos bibliográficos recabado la magnitud del impacto es de 0.1189, ubicándolo como un impacto moderado.  Es importante no perder de vista que en este impacto para determinar la magnitud se están considerando el total de las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR, sin embargo, eso no significa que todas las especies van a estar presente en el AeP o que todas esas especies puedan colisionar o electrocutarse con alguno de los elementos del proyecto. Debido a su capacidad de movilidad se decidió considerar a todas las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR. Aunado a esto, un atributo importante que podría contribuir a disminuir la magnitud del impacto es que la longitud de la línea de transmisión es de 40 m y no será necesaria la instalación de torres eléctricas.

Tabla V.24: Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT NATURAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Hábitat	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	
Síntesis descriptiva	Con base en que el hábitat se define como el lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal[75], entonces el impacto al hábitat va a depender de la diversidad biológica que existe en la zona de estudio, por lo que el hábitat se verá directamente afectado por la pérdida de la cobertura vegetal afectando a la flora y haciendo que las especies emigren hacia otros lugares. Considerando que en el predio de estudio actualmente presenta cuatro usos de suelo: 1) pastizal inducido, 2) cuerpos de agua de carácter artificial, 3) vegetación secundaria de bosque de encino y 4) vegetación secundaria de selva baja caducifolia, y que estos usos se verán modificados por las acciones del proyecto, se considera que es una afectación al hábitat natural Si bien la construcción del proyecto traerá consigo la modificación del hábitat natural es importante no perder de vista que de acuerdo con la prospección en campo en el AeP se detectó la presencia de 30 especies de los grupos de aves, reptiles y mamíferos (no se obtuvo ningún registro de anfibios). Los índices de diversidad obtenidos para los reptiles (H'= 0.6365) y para los mamíferos (H' = 0.8979) denotan una diversidad muy baja, mientras que para las aves una diversidad media (H'=2.7145), lo que indican un ecosistema perturbado. Aunado a esto es importante no perder de vista que el tipo de vegetación que se va a remover en el sitio del proyecto tiene una distribución que va más allá de los límites del polígono del proyecto, por lo que se reafirma que la afectación al hábitat dentro del SAR será baja. La remoción de la vegetación y el nuevo uso propuesto traerá consigo la posible pérdida de espacios que en condiciones naturales la fauna está utilizando como nido, refugio, sitio de alimentación, sitio de paso, sitio de descanso, etc. Este es un impacto residual, ya que los sitios perdidos por la construcción del proyecto no se recuperarán. Sin embargo, las nuevas condiciones que se generen, podrán ser atractivas para individuos de otras especies de fauna y en algunos casos la fauna original podrá reincidir y ocupar nuevamente el sitio modificado. Asimismo, se trata de un impacto puntual en virtud de que la eliminación de la vegetación sólo modificará el área de establecimiento del proyecto. El efecto se manifestará desde las primeras acciones del proyecto (desmonte y despalme); se trata de un impacto relevante, residual							

Tabla V.25: Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo

<table>
<tr><th colspan="9">AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FAUNA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Factor en el que incide</td><td rowspan="2">Fauna</td><td rowspan="2">Subfactor en el que incide</td><td rowspan="2">Endemismo y especies en riesgo</td><td rowspan="2">Etapas</td><td>PS</td><td>C</td><td>OyM</td><td>A</td></tr>
<tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr>
<tr><td>Síntesis descriptiva</td><td colspan="8">Las actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción y el abandono ocasionaran afectaciones a la fauna que ven desde en primer lugar y en el mejor de los casos el desplazamiento de los individuos de fauna que hacen uso del predio de estudio, asimismo si no se toman las medidas necesarias la fauna podría morir atropellada por vehículos y maquinaria, enterradas con el movimiento de tierras, etc., en estas etapas los grupos más vulnerables son las los reptiles, los anfibios y los mamíferos menores. En la etapa de operación y mantenimiento el grupo más afectado será el de las aves debido a la posible electrocución y colisión por la presencia de la línea de transmisión. Estas afectaciones podrían incidir sobre especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019).
Si bien la construcción del proyecto traerá consigo afectaciones a las especies de fauna endémica o con categoría de riesgo es importante no perder de vista que de acuerdo con la prospección en campo en el AeP se detectó la presencia de 30 especies de los grupos de aves, reptiles y mamíferos (no se obtuvo ningún registro de anfibios). Del total de especies registradas, ninguna se encuentra bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019). En el libro rojo de la UICN, *Colinus virginianus* es catalogada como especie casi amenazada (NT) y restantes se encuentran catalogadas como preocupación menor (LC). En lo que respecta a la distribución, *Anolis nebulosus*, *Melanotis caerulescens* y *Thryophilus sinaloa* están catalogadas como endémicas, mientras restantes cuentan con rangos de distribución amplios que van más allá de los límites estatales e incluso nacionales.
Es importante mencionar que en este impacto se incluyen a las especies em bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 debido a la capacidad de desplazamiento de la fauna, lo que permitiría que en algún momento individuos de fauna con categoría de riesgo hicieran uso del predio.
En el caso de algunas especies este impacto será temporal, ya que dependiendo del tamaño de los individuos algunos podrán regresar al sitio del proyecto, pero en otros casos debido al vallado perimetral su reincidencia en el área del proyecto será imposible.
El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área las especies de fauna endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) podrían ser afectadas por cualquiera de las actividades previstas.
Para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) y endémicas que habitan el área de estudio se deberán tomar las medidas necesarias</td></tr>
<tr><td>Magnitud</td><td colspan="8">• Indicador: Número de especies endémicas y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles de afectación
• Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se localizan en el sitio del proyecto, comparado con el número de especies potenciales endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se reportaron en el SAR
• Expresión
$$I_{EyNOM} = \frac{Sp_{epaep}}{SP_{epsar}}$$
Donde
I_{EyNOM} = Valor de afectación potencial a individuos de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-</td></tr>
</table>

	SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) SP_{epAeP} = Número de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) en presente en el AeP. S_{Pesar} = Número de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) potenciales en el SAR. Las especies de fauna son móviles por lo tanto no se puede determinar cuántos individuos harán uso del sitio del proyecto al momento de iniciar las actividades, sin embargo, de acuerdo con los datos reportados en el capítulo IV se determinó que la abundancia es baja, es decir el número de individuos en el sitio del proyecto es reducida, al igual que el número de especie presentes. En el AeP donde se desplantará el proyecto no se registró la presencia de especies en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si se registró la presencia de tres especies endémicas pertenecientes al grupo de las aves (*Thryophilus sinaloa* y *Melanotis caerulescens*) y un reptil (*Anolis nebulosus*). En el SAR se considera que la fauna potencial endémica es de 68 especies de las cuales 19 tienen alguna categoría de riesgo, además potencialmente en el SAR también hay 47 especies con alguna categoría de riesgo de las cuales 19 son endémicas, con base en lo expuesto la fauna potencial en el SAR es de 96 especies endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 De acuerdo con el número de especies endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) que podrán ser afectados en comparación con las especies potenciales del SAR se tiene que la magnitud del impacto es de 0.0313. $$I_{EyNOM} = \frac{3}{96} = 0.0313$$ Con base en los datos bibliográficos recabado la magnitud del impacto es de 0.0313, ubicándolo como un impacto moderado.  Es importante no perder de vista que en este impacto para determinar la magnitud se están considerando el total de las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR, sin embargo, eso no significa que todas las especies van a estar presente en el AeP o que todas esas especies puedan colisionar o electrocutarse con alguno de los elementos del proyecto. Debido a su capacidad de movilidad se decidió considerar a todas las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR. Aunado a esto, un atributo importante que podría contribuir a disminuir la magnitud del impacto es que la longitud de la línea de transmisión es de 40 m y no será necesaria la instalación de torres eléctricas.

Tabla V.26: Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto

REMOCIÓN DE INDIVIDUOS DE VEGETACIÓN NATURAL PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Endemismo y especies en riesgo	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x			
Síntesis descriptiva	Para la constricción del proyecto será necesario remover la vegetación actualmente presente en el sitio de estudio. De acuerdo con la prospección en campo se determinó que el AeP tiene cuatro usos de suelo: 1) pastizal inducido, 2) cuerpos de agua de carácter							

	artificial, 3) vegetación secundaria de bosque de encino y 4) vegetación secundaria de selva baja caducifolia. El trabajo de campo derivó en el registro de un total de 35 especies vegetales en el AeP distribuidas en una o más de las comunidades vegetales o usos de suelo que fueron muestreados (Vsa/BQ, Vsa/SBC y PI). En el AeP se identificaron 4 estratos vegetativos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo, este último representado únicamente por nopales del género *Opuntia*. Se enfatiza en que **ninguna de las especies registradas en campo dentro del área de establecimiento del proyecto o el SAR, se encuentra dentro de algún estatus de protección de la NOM-059-SAMARNAT-2010**, las especies incluidas en la Lista roja de la UICN están consideradas en el estatus de preocupación menor (LC) y dos cactáceas están registradas dentro del apéndice II del CITES. Si bien la afectación a la flora es un impacto potencial previsto por las actividades proyecto, es importante no perder de vista que: con base en los índices de diversidad obtenidos para la vegetación presente en el AeP se puede asegurar que es un ecosistema perturbado, que aun y cuando conservan remanentes de vegetación forestal (vegetación secundaria de bosque de encino y vegetación secundaria de selva baja caducifolia en el 53.14% de la superficie total del terreno), esta vegetación se encuentra alterada por las actividades antrópicas que se desarrollan en el sitio y en las áreas adyacentes, como las actividades agrícolas y ganaderas (pastizal inducido de uso forrajero en el 45.70% de la superficie total del predio). Aunado a esto es importante no perder de vista que el tipo de vegetación que se va a remover en el sitio del proyecto tiene una distribución que va más allá de los límites del polígono del proyecto, por lo que se reafirma que la afectación a la vegetación dentro del SAR será baja. De acuerdo a la valoración de cada uno de los atributos utilizados para determinar la incidencia, este impacto fue calificado como un impacto destacable.

Tabla V.27: Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto

REDUCCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL FORESTAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Flora	**Subfactor en el que incide**	Cobertura de vegetación natural	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x			
Síntesis descriptiva	El establecimiento del proyecto implicará la reducción de 159.4138 hectáreas de terrenos que actualmente están cubiertas por vegetación secundaria de bosque de encino y vegetación secundaria de selva baja caducifolia. La manifestación del impacto se concretará en la reducción de los índices de diversidad, abundancia y riqueza de la vegetación natural, como consecuencia de la remoción de individuos de las especies que conforman las comunidades de vegetación. El impacto tendrá un efecto inmediato y acumulativo dependiente del desarrollo de obras en el SAR. La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto, lo que evidencia el carácter residual del impacto y la imposibilidad absoluta de lograr una reversibilidad natural. La relevancia del impacto es que incidirá de manera negativa sobre los valores remanentes de la integridad de los ecosistemas presente en el área de estudio, sobre su calidad, reduciendo los índices estimados en el To y sobre la capacidad de carga del ecosistema al incrementar las tasas de modificación del uso de los suelos de las áreas donde se establezcan las obras. Se trata de un impacto residual, aunque también se podría registrar un flujo de acumulación con el efecto similar de otros proyectos que se encuentran insertos en el SAR desde hace ya, varios años.							
Magnitud	• Indicador: Superficie cubierta con vegetación en el AeP y la superficie cubierta con vegetación en el SAR. • Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la superficie con vegetación en el AeP y la superficie con vegetación en el SAR. • Expresión:							

REDUCCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL FORESTAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO	
	$$I_v = \frac{A_{vaep}}{A_{vsar}}$$ Donde Iv = Valor de la perdida de cobertura vegetal A_{vsar} = Superficie cubierta con vegetación en el SAR A_{vaep} = Superficie cubierta con vegetación en el AeP El SAR, comprende una superficie de 15,831.8653 ha donde, de acuerdo con la serie VI del INEGI, domina el uso de suelo no forestal (agrícola y pastizal inducido) ocupando el 91.80%, en tanto que el uso forestal (bosque de encino, bosque de pino-encino, VSA y VSa de bosque de pino-encino, VSa de matorral subtropical, VSa de bosque de encino y VSa de selva baja caducifolia) ocupa el 8.20% (1,297.5172) de la superficie del SAR. En el caso del AeP (300 ha) la vegetación forestal está representada por VS de bosque de encino y VS de selva baja caducifolia ocupando el 53.14% (159.4138 ha) de la superficie del AeP. Con base en la superficie cubierta por vegetación forestal en el SAR y la superficie con cubierta forestal que se removerá en el AeP por las actividades del proyecto, se tiene que la magnitud del impacto es de 0.1229 ubicándolo como impacto compatible $$I_v = \frac{159.4138}{1,297.5172} = 0.1229$$ 

Tabla V.28: Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FLORA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO								
Factor en el que incide	Flora	**Subfactor en el que incide**	Cobertura de vegetación natural	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x			
Síntesis descriptiva	Las actividades de desmonte ocasionaran que en el área de establecimiento del proyecto se elimine a los individuos de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en caso de encontrarse alguna especie de este tipo que no se hubiera registrado durante las actividades de muestreo de vegetación. Este impacto será permanente, ya que por las características del proyecto solo se permitirá la revegetación natural debajo de los paneles solares con especies principalmente herbáceas. El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de desmonte, toda vez que dicha actividad está encaminada a derribar toda la vegetación presente incluyendo a las especies de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en caso de existir alguna Se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.							
Magnitud	• Indicador: Número de especies endémicas y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles de afectación • Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-							

SEMARNAT-2010 que se localizan en el sitio del proyecto, comparado con el número de especies potenciales endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se reportaron en el SAR

- Expresión

$$I_{EyNOM} = \frac{Sp_{epaep}}{SP_{epsar}}$$

Donde

I_{EyNOM} = Valor de afectación potencial a individuos de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019)

SP_{epAeP} = Número de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) en presente en el AeP.

S_{Pesar} = Número de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) potenciales en el SAR.

En el AeP donde se desplantará el proyecto no se registró la presencia de especies en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si se registró la presencia de seis especies endémicas de las familias Asteraceae (*Verbesina fastigiata*), Cactaceae (*Opuntia atropes* y *Opuntia wilcoxii*), Fagaceae (*Quercus desertícola*), Rubiaceae *(Hintonia latiflora*) y Scrophulariaceae (*Buddleja parviflora*).

Con base en los datos bibliográficos recabado, se determinó que la flora potencial en el SAR está integrada por 158 especies de las cuales ninguna de ellas tiene régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 52 son endémica.

De acuerdo con el número de especies endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) que podrán ser afectados en comparación con las especies potenciales del SAR se tiene que la magnitud del impacto es de 0.1154.

$$I_{EyNOM} = \frac{6}{52} = 0.1154$$

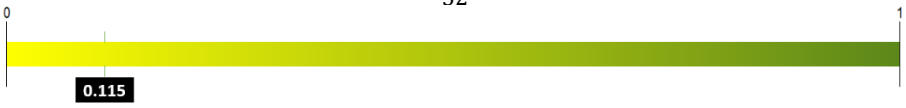


Tabla V.29: Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales

ALTERACIÓN DE LOS PATRONES NATURALES DE DESPLAZAMIENTO DE LA FAUNA POR LA PRESENCIA DE BARRERAS O POR LA INDUCCIÓN A LA BÚSQUEDA DE SATISFACTORES VITALES								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**	Movilidad de especies	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
							x	
Síntesis descriptiva	Para la construcción del proyecto, el sitio del proyecto sufrirá modificaciones significativas tales como la eliminación de vegetación natural y principalmente el cercado perimetral del área de paneles; se considera posible que la fauna que actualmente utiliza el área para: descanso, refugio, alimentación, zona de tránsito al no encontrar las condiciones pertinentes que satisfagan sus requerimientos y al toparse con el cercado perimetral, se verá en la necesidad de modificar su conducta de desplazamiento, alimentación, o cualquiera de las actividades que desarrollaba inicialmente en el área del proyecto y que con la implementación del proyecto ya no será posible.							

	Este será un impacto residual, ya que los sitios perdidos por la construcción del proyecto no se recuperarán. Asimismo, se trata de un impacto puntual en virtud de que la eliminación de la vegetación, el cercado perimetral sólo modificará el área de establecimiento del proyecto. El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que se modificaran las características que actualmente brindan las áreas de estudio para la fauna, este efecto se verá reforzado durante la etapa de operación debido al impedimento que representará la cerca perimetral para el libre tránsito de la fauna terrestre.

Tabla V.30: Modificación del paisaje

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE								
Factor en el que incide	Paisaje	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
						x	x	
Síntesis descriptiva	Para evaluar la calidad del paisaje se consideran aspectos como intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas. El análisis de dichas variables en el AeP mostró un sitio poco heterogéneo, al instalar en proyecto, dependiendo de la percepción visual la heterogeneidad podría incrementar, al alterar la gama básica de contrastes y las tonalidades que predominan en el área de establecimiento, lo que perceptualmente puede resultar en inconformidades sociales. Este impacto es importante debido a que es persistente durante toda la operación del proyecto. Este es un impacto residual, ya que mientras se encuentre en operación el proyecto no habrá medidas que puedan contrarrestar la alteración del paisaje. Impacto de carácter negativo, acumulativo y residual, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto.							

V.1.4. Impactos residuales

La residualidad es una característica sobresaliente de los impactos ambientales; se trata de efectos irrecuperables en el ambiente ocasionados por una o más acciones del proyecto. En este caso, la alteración del medio o la pérdida de algunos de sus atributos es imposible de reparar de manera natural o por la acción humana mediante la aplicación de medidas de mitigación.

Conceptualmente se asume que toda obra o actividad que ocupa un espacio físico para su establecimiento puede derivar en impactos residuales, pero no solo eso, cuando el efecto no tiene una forma técnicamente razonable, económica, ambientalmente viable y socialmente aceptada para anularlo, estamos ante impactos de residualidad.

La identificación, evaluación y descripción de los impactos residuales, permite separar y dar el peso adecuado a los impactos que no son posibles de mitigar totalmente, que son inevitables y que forman parte del propio proyecto por lo que es necesario dedicar una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de

prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o destacabilidad. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

Como se menciona con anterioridad, la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

En muchos casos de residualidad cabe la aplicación de medidas de compensación, esto representa una estrategia de sustitución de un elemento ambiental perdido por otro de igual valor o de la misma función o como la sustitución de la acción productora del efecto negativo; en estos casos para asegurar la eficacia y la eficiencia de la medida compensatoria, es necesario que esta sea aplicada en el mismo ecosistema modificado por el efecto del impacto residual.

La alteración que supone un impacto residual puede ser atenuada, pero no necesariamente evitada en la totalidad de su efecto, en todo caso, estamos ante un impacto residual (Conesa, F. V., 2010)[76]. En este sentido, esta descripción está alineada a la definición que hace el Reglamento de la LGEEPA en materia de IA, el cual define a estos impactos como aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación; al respecto, si bien la definición no es incorrecta, si pudiera ser incompleta ya que hay ciertos casos en los cuales ni siquiera cabe la aplicación de medidas de mitigación, tal es el caso del área que ocupa la carpeta asfáltica de una carretera en relación al impacto sobre la remoción de vegetación que ocupaba ese mismo espacio o el cambio de régimen dinámico de un cauce en el cual se construye una represa al pasar de un medio lentico a un medio lotico, etc.

En esta MIA-R la identificación de ese tipo de impactos se llevó a cabo en función del atributo de **recuperabilidad** (o irrecuperabilidad) que se identifica en los impactos ambientales destacables, previamente identificados y evaluados, por lo que aquellos factores del ambiente que no podrán volver a su estado original, de ser el caso, aún con la aplicación de medidas de mitigación, son considerados como afectados por impactos residuales, ellos representan el costo ambiental del proyecto.

De esta forma, la identificación de estos impactos deriva de un análisis lógico, basado en el conocimiento del proyecto, del ambiente y del estatus de las técnicas aplicables a la mitigación de los impactos correspondientes (Espinoza, G, 2001)[77] ; así, en el conjunto de los 17 impactos negativos identificados se reconocen 7 impactos como residuales (impactos no recuperables), mismo que incidirán sobre el factor suelo (topografía), fauna (riqueza-abundancia y hábitat), flora (riqueza-abundancia y cobertura de vegetación natural) procesos del medio biótico (movilidad de especies) y paisaje (calidad) (Tabla V.31)

Tabla V.31: Impactos con carácter de residual

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto	Recuperabilidad	
					Si recuperable	No recuperable
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	●	
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	●	
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	●	
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-	●	
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	●	
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-		●
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	●	
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	●	
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		●	
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución			●
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	●	
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cobertura vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo		●	
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales			●
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-		●
				Total	**10**	**7**

Con base en lo antes expuesto los impactos residuales identificados son:

- ~ Modificación del relieve original
- ~ Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
- ~ Modificación del hábitat natural
- ~ Remoción de individuos de vegetación natural
- ~ Reducción de la cobertura vegetal forestal
- ~ Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales
- ~ Modificación del paisaje

V.1.5. Impactos acumulativos

El impacto ambiental acumulativo es aquel efecto que puede ocurrir sobre una parte de algún factor del ambiente, sobre el propio factor o incluso sobre todo el ambiente (incluyendo al factor social como parte del mismo) y que ocurre en el tiempo y en el espacio de manera incremental como resultado de la(s) acción(es) que lo(s) provoca(n), aumentado por el efecto similar ocurrido en el pasado, o que está ocurriendo actualmente o que podría llegar a ocurrir.

El impacto ambiental acumulativo visto desde la perspectiva ecosistémica se materializa en:

a. Efecto incremental en el tiempo: esto es cuando el resultado del desarrollo de un proyecto alcanza paulatina o aceleradamente valores incrementales por la integración de efectos propios del proyecto y que inciden en un mismo factor del ambiente.
b. Impactos de otros proyectos sobre el mismo espacio o sobre el mismo factor ambiental, y
c. Impactos que incrementan su valor como consecuencia de la combinación de efectos y de la naturaleza propia de la acción que lo(s) provoca. En si se trata de un fenómeno de sinergia que es, al fin y al cabo, una concreción de la acumulación.

Visto así, los impactos ambientales acumulativos son el resultado bruto o neto de la adición de efectos de una serie de proyectos o actividades, incluso no relacionadas entre sí, que dan lugar a valores incrementales en el espacio o en el tiempo (CEARC, 1988[78]). Los impactos acumulativos resultan de las interacciones entre acciones, entre acciones y factores del ambiente y entre los propios factores ambientales; la vía resultante de esas causas y efectos es frecuentemente el objetivo de la evaluación de los impactos

acumulativos (Ramachandra, T.V., et al, 2006[79]). Las vías cómo pueden expresarse los impactos acumulativos son:

- Transporte fisicoquímico. Acontece cuando el constituyente físico o químico es transportado lejos del sitio donde se desarrolla la acción objeto de análisis y, en esa nueva localización, interactúa con otras acciones de otros proyectos.
- Pérdida gradual. Consiste en la pérdida gradual de tierra y hábitat.
- Inducción a la acumulación potencial. Cada nueva acción puede inducir futuros efectos de dimensiones mayores y persistentes, a manera de efecto de retroalimentación y esos efectos pueden ser razonablemente predecibles.
- Combinación en el espacio y en el tiempo. En estos casos, el impacto acumulativo en una región es el resultado de un proyecto en curso (o de un proyecto terminado), en combinación con otros proyectos o actividades que están funcionando bien o van a trabajar en un futuro próximo con efectos destacables. Los impactos acumulativos son los impactos ambientales incrementales de un agente causal, persistente en el tiempo; estos impactos pueden ocurrir cuando el sistema está siendo afectado o perturbado en varias ocasiones por el mismo agente local, con la frecuencia suficiente de forma tal que no hay tiempo para recuperarse entre cada uno de esos eventos (acumulación en el tiempo) o el sistema afectado está siendo perturbado por varios agentes o actividades similares, o por diferentes actividades que producen un efecto similar en un espacio geográfico, relativamente pequeño, para asimilar los efectos de los impactos combinados (acumulación en el espacio).

Lo que es una realidad es que, como en muchos campos de la EIA, la acumulación va a depender de la vulnerabilidad y/o fragilidad de los factores ambientales y de la naturaleza del proyecto que origina las acciones potencialmente perturbadoras; así, para el caso del proyecto, se había anticipado al inicio de este capítulo que los factores ambientales más vulnerables son: la fauna, flora y, particularmente el cambio de uso de suelo; y el paisaje. En torno a estos tres elementos constitutivos del ambiente se prevé que se identifiquen efectos de alcance acumulativo, en cualquiera de sus fases de desarrollo.

Es importante destacar que el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, en la fracción VII de su artículo 3 define al impacto ambiental acumulativo como *el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*.

Bajo estas consideraciones la determinación de los impactos ambientales acumulativos inició con la identificación de los impactos ambientales del proyecto que nos ocupa; y además se consideran las obras y actividades de otros proyectos que se encuentran en el SAR y que se prevé pudieran estar generando efectos sobre factores del ambiente[XVIII] que pudiesen adicionarse a los procesos de acumulación de los impactos que puede generar el proyecto.

Con la finalidad de identificar los impactos ambientales residuales en el SAR se consultó la el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), para conocer los proyectos previamente autorizados a nivel federal dentro del sistema ambiental regional

Con la intención de identificar los impactos ambientales residuales en el SAR provocados por proyectos previamente autorizados a nivel federal dentro del sistema ambiental regional, se consultó la el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), arrojando como resultado que al interior del SAR de estudio no hay proyectos previamente autorizados[XIX], en tanto que para los proyectos que aparentemente no fueron evaluados en materia de EIA pero que ya están en operación desde hace varios años atrás, los efectos (o mejor dicho los daños al ambiente), fueron detectados durante las visitas realizadas para los trabajos prospectivos y de diagnóstico ambiental, arrojando un total de 25 impactos ambientales en el SAR (Tabla V.32).

Tabla V.32: Impactos ambientales presentes en el SAR

[XVIII] Durante las visitas de campo se observó que el SAR delimitado para el proyecto de estudio, ha sido alterado principalmente por actividades de agricultura y ganadería donde es posible observar campos con diversos cultivos sembrados, áreas de pastizal (pastizal inducido sembrado para el forraje para el ganado), asimismo también se observó la presencia de carreteras y caminos. Aunado a estos usos se observan el asentamiento de poblaciones humanas. Esta situación es corroborada considerando que de acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación serie VI editada por el INEGI en el SAR el 86.65% de su superficie total es ocupada por terrenos dedicados a la agricultura y el 0.79% de la superficie total tiene pastizal inducido. En el SAR la vegetación forestal se distribuye tan solo en el 8.20% de su superficie, es decir la vegetación forestal está presente en tan solo 1,297.5172 ha. Del total de la vegetación forestal 68.81 ha son ocupadas por vegetación en estado primario y 1228.71 ha están ocupadas por vegetación en estado secundario.

[XIX] De acuerdo con los datos reportados por el SIGEIA, en el sistema ambiental determinado para el proyecto, no se tiene la incidencia de proyectos evaluados.

Factor	Proyecto de estudio	Actividades o proyectos identificados en el sar				Impacto ambiental resultante
	Parque fotovoltaico	Carreteras	Ganadería	Agricultura	Asentamientos humnanos	
Aire			Emisión de gases de efecto invernadero	Emisión de gases de efecto invernadero		Emisión de gases de efecto invernadero
	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento en la concentración de contaminantes y partículas en el aire		Emisión de partículas suspendidas (polvo)		Incremento en la concentración de contaminantes y partículas en el aire
	Incremento temporal en los niveles de ruido	Incremento en el nivel de ruido				Incremento temporal en los niveles de ruido
Agua	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Alteración calidad del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos		Contaminación de las aguas superficiales		Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos
	Disminución puntual de la infiltración	Disminución de la infiltración			Disminución de la infiltración	Disminución de la infiltración
		Incremento de la compactación del suelo			Incremento de la compactación del suelo	Incremento de la compactación del suelo
				Modificación de la calidad del agua subterránea	Modificación de la calidad del agua subterránea	Modificación de la calidad del agua subterránea
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Contaminación del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos		Contaminación del subsuelo	Alteración calidad del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos
				Modificación de las características físicas del suelo		Modificación de las características físicas del suelo
	Modificación puntual del relieve original	Modificación puntual del relieve original		Modificación del relieve original		Modificación del relieve original
Procesos del medio abiótico	Incremento de la susceptibilidad de erosión		Intensifica el proceso de erosión	Intensifica el proceso de erosión		Incremento de la susceptibilidad de erosión
	Afectación puntual del curso de escorrentías	Modificación de las escorrentías que conducen aguas pluviales		Modificación del drenaje superficial		Modificación del drenaje superficial
				Fragmentación del ecosistema		Fragmentación del ecosistema
Fauna	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Desplazamiento temporal de individuos de fauna	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre
	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la	Atropellamiento de fauna				Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la

Factor	Proyecto de estudio	Actividades o proyectos identificados en el sar				Impacto ambiental resultante
	Parque fotovoltaico	Carreteras	Ganadería	Agricultura	Asentamientos humnanos	
	colisión y la electrocución					colisión y la electrocución
	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de hábitat	Modificación de hábitat	Reducción de hábitat	Modificación de hábitat	Reducción y modificación del hábitat natural
		Fragmentación del hábitat			Fragmentación del hábitat	Fragmentación del hábitat
				Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat
	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo
Flora	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural
	Reducción de la cobertura vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal
	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo
Procesos del medio biótico	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat		Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre
		Efecto barrera				Efecto barrera
Paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje
Total	**17**	**19**	**10**	**18**	**14**	**25**

De acuerdo con la experiencia del panel de expertos que participo en la elaboración de este y los diferentes capítulos de este estudio, del conjunto de los 25 impactos del SAR (dentro de los cuales se incluyen a los impactos del proyecto), se identificaron 7 impactos potencialmente acumulativos, mismos que actúan sobre los Procesos del medio abiótico y biótico, fauna, flora, y paisaje (Tabla V.33).

Tabla V.33: Impactos acumulativos

Factor	Impacto ambiental
Procesos del medio abiótico	Incremento de la susceptibilidad de erosión
Fauna	Desplazamiento de la fauna silvestre
Fauna	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
Fauna	Reducción y modificación del hábitat natural
Flora	Reducción de la cobertura vegetal forestal
Procesos del medio biótico	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre
Paisaje	Modificación del paisaje

Incremento de la susceptibilidad de erosión. La erosión es una de las formas de degradación del suelo; es un proceso que elimina las capas superficiales del suelo junto con los nutrientes ricos que favorecen la fertilidad, si bien la erosión es un proceso que de forma natura es acusado entre otros factores por la gravedad, el viento y el agua; la susceptibilidad de erosión se incrementa como resultado de las actividades humanas, por lo tanto con una tasa de población cada vez mayor se contribuyen significativamente a la aparición de la erosión debido a la labranza, exceso de deforestación y operaciones industriales como la construcción de carreteras.

Considerando que la presencia de una cobertura vegetal no sólo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo (Morgan, 2005[80]), este tipo de degradación será más evidente cuantos más proyectos se establezcan el SAR.

Desplazamiento de la fauna silvestre. Las actividades que demandan cada uno de los proyectos establecidos en el SAR ya sea para su realización o para su operación provocan que la fauna sea ahuyentada en busca de sitios seguros, dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada proyecto y el tipo de construcciones, para muchos de los individuos de fauna el ahuyentamiento es temporal, pero para otros el ahuyentamiento es permanente. Con cualquier nuevo proyecto que se establezca el SAR, la fauna será ahuyentada en búsqueda de sitios que proporcionen alimentación, refugio y todo lo necesario para su subsistencia.

Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivada del atropellamiento, la colisión y la electrocución. En el SAR delimitado para el proyecto, se observó la presencia proyectos que pueden ocasionar en mayor o menor nivel la mortandad de individuos de fauna, tal es el caso de las carreteras y caminos y la presencia de maquinaría durante las actividades de construcción podría derivar en el atropellamiento de individuos de fauna principalmente individuos menores, en el caso de la presencia de líneas eléctricas

energizadas (media y alta tensión) podrían provocar efectos de colisión y de electrocución con el registro de mortalidades de individuos en diferentes proporciones, los grupos más afectados por las líneas de transmisión son las aves acuáticas, especialmente las de gran tamaño y las de vuelo poco maniobrable (y a la altura del cableado, se han registrado colisiones de flamencos, zopilotes, palomas, grullas y gansos), así como las de hábitos crepusculares o nocturnos; las aves rapaces medianas y grandes, al utilizar las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar, especialmente donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar, las especies migratorias, especialmente las solitarias o de grupos pequeños y las aves cuya altura de vuelo oscila entre los 45 y 60 m.

Reducción y modificación del hábitat natural. Considerando que el hábitat se define como el área que proporciona apoyo directo a una especie determinada (una población o a una comunidad), considerando factores bióticos y abióticos (por ejemplo, espacio físico, calidad del aire, del agua, asociaciones vegetales, alimento, cobertura de protección, suelo, orografía del terreno, entre otras) (Delfin, *et al.,* 2013[81]); el retito de la vegetación para el establecimiento de este proyecto y cualquier otro proyecto que se haya llevado a cabo, o, se pretenda ejecutar a futuro, ha afectado y afectará el hábitat de las especies faunísticas que originalmente se distribuían en el SAR haciendo que las dichas especies emigren hacia otros lugares que reúnan las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para su .supervivencia y reproducción. Es importante no perder de vista que si bien las nuevas características del área (es decir después de la modificación del hábitat) provocara que las especies migren, en algunos casos las nuevas condiciones que se generen con la implementación del proyecto, podrán ser atractivas para individuos de algunas especies de fauna, por lo que en algunos casos la fauna original podrá reincidir y ocupar nuevamente el sitio modificado o podría suscitarse el uso del área por nuevas especies faunísticas. De acuerdo con las condiciones actuales observadas en el SAR se puede afirmar en gran parte de este se ha modificado el hábitat natural.

Reducción de la cobertura vegetal forestal. Tal vez este se al impacto acumulativo más sobresaliente y más importante del SAR considerando la vegetación natural, es fundamental en sostenimiento de la biodiversidad, captura de carbono, formación y protección del suelo, mitigación de daños por desastres naturales, regulación del ciclo del agua y del clima, mitigación del cambio climático, entre otros. De acuerdo con los datos reportados por el INEGI en el SAR la vegetación forestal está presente solo en el 8.20% de la superficie total. La reducción de la cobertura puede ser provocada por casi cualquier

actividad (por ejemplo, el crecimiento urbano o de la frontera agrícola, o bien por la intensidad de actividades humanas como el pastoreo, etc.)

Para determinar la magnitud de este impacto, se adoptó el indicador: “porcentaje de variación del valor de conservación de las unidades de vegetación”.

- Indicador: Superficie cubierta con vegetación natural
- Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la superficie cubierta con vegetación natural localizan en el sitio del proyecto y que es susceptible de CUSTF, comparado con la superficie cubierta con vegetación natural se reportaron en el SAR
- Expresión

$$I_{CUS} = \frac{VN_{ae}}{VN_{sar}}$$

Donde

ICUS = Valor de cambio uso de suelo

VNae = Superficie cubierta con vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto

VNsar = Superficie cubierta con vegetación natural presente en el sistema ambiental regional.

El SAR, comprende una superficie de 34,157.24 ha donde de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI editada por el INEGI, domina el uso de suelo agrícola 91.82%, en tanto que la vegetación forestal representada por bosque de encino, bosque de pino-encino, VSA y VSa de bosque de pino-encino, VSa de matorral subtropical, VSa de bosque de encino y VSa de selva baja caducifolia ocupa el 8.20% (1,297.5172) de la superficie del SAR. En el caso del AeP (300.00 ha) la vegetación forestal está representada por VS de bosque de encino y VS de selva baja caducifolia ocupando el 53.14% (159.4138 ha) de la superficie del AeP. El pastizal inducido se distribuye en el 45.70% de la superficie total del AeP y 1.16% es ocupado por cuerpos de agua.

Con base en la superficie cubierta por vegetación forestal en el SAR y la superficie con cubierta forestal que se removerá en el AeP por las actividades del proyecto, se tiene que la magnitud del impacto es de 0.1229.

$$I_v = \frac{159.4138}{1{,}297.5172} = 0.1229$$

Como fue descrito en el capítulo IV del presente estudio, El SAR, comprende una superficie de 15,831.8653 ha, donde de acuerdo con la serie VI del INEGI, domina el uso de suelo agrícola temporal y de riego, que cubre el 91.01% de dicha superficie, el 0.79% presenta

vegetación inducida y el 8.20% conserva vegetación forestal de bosque de encino, pino-encino y selva baja caducifolia, principalmente en estado secundario (Tabla V.34).

Tabla V.34 Superficie por uso de suelo y vegetación del SAR (Serie VI, INEGI)

Uso de suelo		Superficie (ha)	%
Agricultura de riego anual	RA	691.0007	4.36%
Agricultura de temporal anual	TA	13,717.8362	86.65%
Bosque de encino	BQ	68.8050	0.43%
Pastizal inducido	PI	125.5112	0.79%
Vegeta. Sec. Arbórea de bosque de pino-encino	VSA/BPQ	0.0180	0.00%
Vegeta. Sec. Arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	1,153.7483	7.29%
Vegeta. Sec. Arbustiva de bosque de pino-encino	VSa/BPQ	66.7340	0.42%
Vegeta. Sec. Arbustiva de selva baja caducifolia	VSa/SBC	8.2119	0.05%
	Total	**15,831.8653**	**100.00%**

Se desarrolló un análisis para la vegetación registrada en el SAR utilizando las seis series de cobertura de uso de suelo y vegetación del INEGI. La Serie I data de 1985, Serie II de 1993, la Serie III data de 2001, la Serie IV de 2009, la Serie V data de 2011 y la Serie VI data de 2014.

Con base en la información recabada, se registra que en el SAR la vegetación forestal disminuyo el 58% de 1985 a 2014. Del año 1985 a 2014 se perdieron 938.6513 ha de vegetación forestal en el SAR.

Modificación del paisaje

El paisaje donde se prevé instalar el proyecto ya se encuentra perturbado por actividades antrópicas y seguirá cambiando con la implementación de este y nuevos proyectos en el futuro. Considerando los párrafos precedentes, la heterogeneidad del paisaje en el SAR es consecuencia del desarrollo de diversas actividades antrópicas; parte de la vegetación natural fue reemplazada por cultivos agrícolas desde poco más de tres décadas, por lo que no se conservan remanentes de vegetación forestal.

Considerando que el paisaje se define como la percepción que se posee de un ecosistema, es decir, el área en el que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio (Solari y Cazorla, 2009[82]), entonces el paisaje es el resultados de las interacciones de la naturaleza y las actividades humanas (Toledo, 2006[83]), bajo estas consideraciones se determina que cualquier actividad que se desarrolle en el SAR tendrá repercusión directa sobre el paisaje

En resumen, el paisaje donde se prevé instalar el proyecto ya se encuentra perturbado por actividades antrópicas y seguirá cambiando con la implementación de este y nuevos proyectos en el futuro.

V.2. Conclusiones

La metodología empleada para la predicción de impactos ambientales ocasionados por la construcción del proyecto, permitió identificar la posible ocurrencia de 20 impactos de los cuales 17 impacto son negativos y 3 son impactos positivos. Para predecir los posibles impactos que ocasionará el proyecto fue necesario conocer las características, actividades y obras que componen el proyecto, asimismo fue necesario conocer el ambiente donde se implementará el proyecto y determinar las interacciones entre proyecto y ambiente.
Después de reconocer los 17 impactos negativos que posiblemente generara el proyecto, se determinó cuáles de ellos podría ser reconocido como impacto ambiental significativo, llegando a la conclusión de que el proyecto en estudio **NO GENERÁ IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS** de acuerdo con la que establece la fracción IX del artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA/LGEEPA), el cual define que:

> *El impacto ambiental significativo o relevante es 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.*

En este sentido, asumiendo los alcances de la hermenéutica de esta definición como aquella que implica el que para que un impacto sea significativo éste debe satisfacer todos los supuestos que relaciona esa definición.
Toda vez que la Ley (LGEEPA) dispone en la fracción XXI de su artículo 3° que la manifestación de impacto ambiental es el 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, en una aplicación estricta de la norma jurídica, con el resultado alcanzado, debería de haberse concluido la integración de la MIA-R, informándole a la autoridad que no hay impacto ambiental significativo que reportar. Sin embargo, el promotor del proyecto tiene como

objetivo impulsar un proyecto sustentable y, ante tal enfoque se abocó a identificar la destacabilidad de los impactos que decide atender por su incidencia y magnitud que les hace destacar por encima del resto de tales efectos, para lo cual se llevó el desarrollo de la técnica de Gómez Orea (op. cit.), con la cual es factible alcanzar este objetivo.

De acuerdo con la técnica desarrollada se determinó que, de los 17 impactos negativos, que con base en la calificación de sus atributos (inmediatez, acumulación, sinergia, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, continuidad y periodicidad), 10 son impactos significativos.

Siguiendo lo que establece la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA, se identificaron los impactos ambientales residuales y acumulativos del SAR. Para el reconocimiento de los impactos ambientales acumulativo se basó en el reconocimiento de la recuperabilidad de los mismos, concluyendo que la construcción del proyecto podrá ocasionar siete impactos residuales.

Para el reconocimiento de los impactos acumulativos fue necesario conocer las características bióticas y abióticas del SAR, la ocurrencia de proyectos autorizado en materia de impacto ambiental en el SAR (para el reconocimiento de estos proyectos se utilizó la plataforma SIGEIA) y una parte fundamental fueron las visitas realizadas al predio de estudio y el SAR. Con base en el análisis de la información recabada se identificaron siete impactos acumulativos en el SAR.

Es importante no perder de vista que el proyecto se insertará en un SAR que ha sido perturbado por actividades antropogénicas (agricultura) que se desarrolla desde hace más de 30 años, De acuerdo con el trabajo realizado en campo en el AeP y en el SAR no se registró la presencia de especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo ninguno de los impactos ambientales identificados podrá ocasiona la extinción de laguna especie de flora o fauna.

CAPÍTULO VI

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

Febrero 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.

El conjunto de medidas de mitigación: protectoras, correctoras o compensatorias tendrán como objetivo principal: evitar, disminuir, modificar, curar o compensar el efecto del proyecto en el ambiente.

Además de que su planteamiento consiste en proponer alternativas que pueden actuar sobre el diseño del proyecto, variación en la ubicación de algún componente o tipos de materiales a utilizar, entre otros.

Las medidas tienen el propósito de aprovechar de forma óptima las oportunidades que brinda el ambiente, para que el proyecto sea sustentable y tenga éxito de acuerdo al principio de integración ambiental que tiene como base la elaboración de esta MIA-R.

En este sentido, la finalidad de este ejercicio es el proponer acciones que se integrarán en estrategias dirigidas a que los impactos ocasionados por el establecimiento del proyecto y su operación lleguen a niveles aceptables, así como compensar el daño mediante la generación de efectos positivos que sean equivalentes a los impactos de carácter negativo y residual.

Con la finalidad de alcanzar una concepción ambientalmente sustentable del proyecto, la identificación de las medidas específicas, se aborda mediante una valoración integral de distintas propuestas desde un enfoque de viabilidad ambiental, de factibilidad técnica y de factibilidad económico – financiera, el diseño de estas medidas se realizó abordando distintos elementos: ya sea atendiendo al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento con el ambiente y en caso contrario atendiendo al medio receptor para aumentar su homeostasia y su resiliencia o para atenuar los efectos resultantes.

Considerando las recomendaciones de la guía(DGIRA, 2010)[84] que pone a disposición la autoridad, en este apartado de la MIA-R, las propuestas de acciones o medidas de

atenuación, prevención, reversibilidad y compensación que conformarán las diversas estrategias se enfocarán en reducir la relevancia de los impactos adversos que el proyecto pudiera ocasionar en el ambiente, haciendo énfasis en los significativos, residuales y acumulativos; por lo que, para lograr lo anterior se debe elaborar un plan de manejo o vigilancia ambiental (ANX VIII.VI.1) en el cual se especifiquen las estrategias y se programen todas las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto o del conjunto de proyectos en cada fase y etapa de su desarrollo, incluyendo la de abandono.

Siguiendo el mismo orden de ideas, un factor sustantivo es la consideración de acciones de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las medidas que se definan y se propongan, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación.

VI.1 Objetivo

Plantear un conjunto de medidas y acciones, mediante el diseño de estrategias dirigidas a prevenir, anular, atenuar o compensar los impactos destacables que podría generar el proyecto en el ambiente, de modo que se asegure que los estándares de calidad ambiental se conservarán cercanos o iguales a los que se determinaron en el ambiente sin el proyecto (en el T0 o línea base).

VI.2 Impactos ambientales identificados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V de esta MIA-R, se obtuvo un listado de 20 impactos (Tabla VI.1). En el presente capítulo se retoma dicha lista para llevar a cabo el proceso de selección de medidas o acciones y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias	-

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
			relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	-
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	-
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-
Condición de ocupación	Empleo	18	Generación de empleos temporales y permanentes	+
Infraestructura	Eléctrica	19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+
Renta	Valor del suelo	20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

- Identificación de ideas/acciones: a partir de la relación de impactos que se identificaron en el capítulo V de esta MIA-R, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron la MIA, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos

ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.

- Depuración: Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- Selección: a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- Integración: las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del proyecto o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del proyecto.
    - Descripción: se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Ya establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un programa de vigilancia ambiental.

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del proyecto, de acuerdo al número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto. Tal como se detalla a continuación:

A. De acuerdo a su orientación

En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el proyecto, por lo que habrá medidas para:

1. Minimizar los insumos / influentes.
2. Minimizar los efluentes: con medidas como: evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de tratar los efluentes, al final para evitar problemas ambientales.

Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

~ Modificar los procesos operativos: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.

- ~ Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento: modificaciones en la organización y en las formas de operar; se trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte, optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.

3. Cambiar la localización del proyecto o de alguno de sus elementos. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del proyecto, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

B. Según su carácter

1. Protectoras, son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.
2. Correctoras, corrigen el proyecto para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del proyecto: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
3. Curativas, prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
4. Potenciativas, favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.
5. Compensatorias, se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o

completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el proyecto.

C. Según las fases de desarrollo del proyecto:

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y proyecto, así como durante las etapas de construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del proyecto con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se expone más adelante en este mismo capítulo.

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

D. En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

1. Monovalentes o específicas: están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del proyecto, del entorno y de la conjunción de ambos.
2. Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez: esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, las aguas, etc.
3. Sinérgicas: se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

E. Atendiendo al signo del impacto:

1. Dirigidas a prevenir o corregir los impactos negativos del proyecto, en los párrafos anteriores.
2. Dirigidas a mejorar los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
3. Dirigidas a aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del proyecto.

F. Según el tipo y gravedad del impacto:

1. Obligatorias, medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
2. Convenientes, corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.
3. “Enmiendas a la totalidad”, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

G. En cuanto a su ámbito:

1. Generales: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.
2. Particulares: se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

H. Atendiendo al objeto:

1. Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del proyecto, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el capítulo V de esta MIA-R. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el capítulo II, la cual se refiere a la naturaleza del proyecto y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o sub factor ambiental en particular. De igual modo se consideró la caracterización y el diagnostico de cada uno de los factores del ambiente identificados en el capítulo IV.

Las medidas o acciones que se identifican en el presente capítulo, se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo a su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA se definen del siguiente modo:

- Medidas preventivas: son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

- Medidas de mitigación: conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación

Para la adopción de medidas se consideraron los siguientes criterios:

A. Viabilidad técnica

   Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del proyecto, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

B. Eficacia y eficiencia ambiental

   Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

C. Viabilidad económica y financiera

   La viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.

D. Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control

   En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el SAR e identificados en el capítulo V, se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de alternativas de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la MIA-R, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como "medidas particulares".

Así, se integraron tres juegos de medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar. El resultado alcanzado se detalla en la Tabla VI.2 a Tabla VI.4 y en la Tabla VI.5 se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los cuatro criterios anteriormente señalados.

Tabla VI.2 Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 1

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Restauración agrológica de áreas abandonadas	SI	NO	NO	NO	NO
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrame y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Trasladar a talleres acreditados y especializados la maquinaria y vehículos para reparaciones y mantenimiento	SI	NO	NO	NO	NO
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	Cambiar la ubicación del proyecto	NO	SI	NO	NO	NO
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados "salvapájaros"	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Fomento de áreas de atracción de fauna alejadas del proyecto	SI	NO	SI	NO	NO
			Implementación de pasos de fauna	SI	NO	SI	NO	NO
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Elaboración de folleto explicativo del proyecto	SI	NO	SI	NO	NO

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.3Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 2

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Conformar una brigada que este monitoreando que no haya derrames, así como el manejo adecuado de residuos	SI	NO	NO	NO	NO
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.					
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			En caso de un posible derrame, restaurar el sitio mediante prácticas eficientes	SI	SI	NO	NO	NO
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	Cambiar la ubicación del proyecto	NO	SI	NO	NO	NO
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			Ejecución de obras de protección de suelos	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Implementación de pasos de fauna	SI	NO	SI	NO	NO
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Restauración de las áreas intervenidas	SI	NO	NO	NO	NO
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.4: Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 3

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	Monitoreo de partículas suspendidas ocasionadas por tránsito vehicular	NO	NO	NO	NO	NO
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Monitoreo de los niveles de ruido emitido por maquinaria y equipos	NO	NO	NO	NO	NO
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Otorgar incentivos que sean atractivos a los trabajadores por el correcto manejo de residuos	SI	SI	NO	NO	NO
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Pastización de áreas degradadas	SI	SI	NO	NO	NO
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Conformación de sitios que funjan como hábitat en áreas aledañas al AeP	SI	NO	NO	NO	NO
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.					
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.5: Tabla de medidas de mitigación resultante

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
		maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos					
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			Ejecución de obras de protección de suelos	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
			Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
Procesos del medio abiótico	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
			velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.					
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI

El proceso de depuración seguido, aunque exhaustivo, ayuda a concentrar una serie de medidas de mitigación que se integraran al PVA.

Las medidas fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas

de ellas, concluyendo en un conjunto de 25 medidas, definidas en esta MIA-R como medidas de aplicación obligatoria (Tabla VI.6).

Tabla VI.6: Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto

Parque Fotovoltaico	Impacto ambiental	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento temporal en los niveles de ruido	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Disminución puntual de la infiltración	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Modificación puntual del relieve original	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Afectación puntual del curso de escorrentías	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Modificación del paisaje	Total
Medida propuesta	**ID**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**Total**
Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	1							x											1
Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados "salvapájaros"	2										x								1
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	3			x		x													2
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	4			x		x													2
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	5			x		x													2
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	6			x		x													2
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	7	x	x	x		x													3
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	8			x		x													2
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	9	x		x		x													1
Ejecución de obras de protección de suelos	10							x											1
Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	11								x										1

Parque Fotovoltaico	Impacto ambiental	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento temporal en los niveles de ruido	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Disminución puntual de la infiltración	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Modificación puntual del relieve original	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Afectación puntual del curso de escorrentías	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Modificación del paisaje	Total
Medida propuesta	**ID**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	
Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	12									x	x		x		x	x			5
De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	13	x						x											2
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	14			x		x												x	1
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	15			x		x													2
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	16				x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	11
Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	17													x	x	x			3
La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	18							x		x	x		x						4
Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	19									x	x		x						3
Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	20									x			x						2
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	21				x			x	x										3
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	22		x	x		x				x	x		x		x	x			8
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	23			x		x													2
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	24			x		x												x	1
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	25				x			x						x					3
Tota		**3**	**2**	**12**	**3**	**12**	**1**	**7**	**3**	**6**	**5**	**1**	**5**	**3**	**4**	**4**	**1**	**3**	

V.3. Diseño e integración de las estrategias

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias[xx] que agrupan las medidas de mitigación, las cuales son:

- Conservación de la calidad atmosférica;
- Preservación de la calidad del agua;
- Conservación de las condiciones edáficas;
- Conservación de los indicadores de biodiversidad;
- Conservación de las condiciones paisajísticas.

V.3.1. Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del proyecto en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos objetivo que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

[xx] Serie de acciones previamente analizadas, encaminadas hacia un fin determinado. RAE: Es un concepto regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

V.3.1.1. Estrategia 1 "conservación de la calidad atmosférica"

Esta estrategia agrupa medidas particulares que se orientan a propiciar el mantenimiento de las condiciones que caracterizan al factor atmósfera en el SAR. Las actividades que se realizaran durante la preparación del sitio, construcción y abandono podrían alterar de forma puntual y temporal la calidad atmosférica, debido a que el tránsito vehículos y maquinaria, así como el movimiento de tierras, la realización de las zanjas para acometida de cables, el despalme, ocasionaran que se levanten partículas edáficas y que se incremente el nivel sonoro; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante el riego con agua tratada de los viales y áreas de los frentes de trabajo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado será temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Tabla VI.7: Conservación de la calidad atmosférica

<table>
<tr><th colspan="9">CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA</th></tr>
<tr><td>Impactos que atiende:</td><td colspan="8">- Incremento temporal de partículas suspendidas.
- Incremento temporal en los niveles de ruido.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Factor ambiental:</td><td rowspan="2">- Aire</td><td rowspan="2">Subfactor ambiental:</td><td rowspan="2">- Calidad
- Confort sonoro</td><td rowspan="2">Fase de ejecución:</td><td>PS</td><td>C</td><td>OyM</td><td>A</td></tr>
<tr><td>x</td><td>x</td><td></td><td>x</td></tr>
<tr><td>Descripción de la estrategia:</td><td colspan="8">Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad atmosférica", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, así como del personal de obra. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Medida</td><td colspan="3">Periodo de aplicación</td></tr>
<tr><td colspan="6">De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.</td><td colspan="3">Durante la preparación del sitio, construcción y abandono</td></tr>
<tr><td colspan="6">El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente</td><td colspan="3">Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP</td></tr>
<tr><td colspan="6">El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico</td><td colspan="3">Durante todas las fases del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP</td></tr>
<tr><td colspan="6">Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.</td><td colspan="3">Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.</td></tr>
<tr><td>Viabilidad:</td><td colspan="8">No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que</td></tr>
</table>

CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA	
	podrían ocasionar afectaciones.
Eficacia:	La ejecución de esta medida asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso aire mantenga su calidad en el ecosistema.
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado, quien podrá reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los resultados del plan de manejo de residuos, de las bitácoras, los manifiestos de entrega/recepción, las autorizaciones de las empresas subcontratadas para el mantenimiento de los sanitarios portátiles, principalmente.

V.3.1.2. Estrategia 2 “preservación de la calidad del agua”

Esta estrategia tiene como objetivo principal mantener la calidad del agua, mediante buenas prácticas durante la construcción y el manejo adecuado de residuos. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo adecuado de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo y el diseño del proyecto.

Durante la preparación del sitio y construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua, no solo en el AeP sino en los cuerpos de agua que pueda haber en las inmediaciones. Asimismo, cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o escorrentías.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua. Lo mismo acaece con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del proyecto y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico.

Se presentan los lineamientos del programa de manejo integral de residuos, el cual contiene las acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, impidiendo la contaminación del recurso hídrico, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas durante la etapa de construcción estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas.

Mientras que, durante la etapa de operación, se prevé la instalación de una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento periódico que evitará afectaciones al recurso hídrico por descargas de aguas provenientes de los sanitarios.

Tabla VI.8: Preservación de la calidad del agua

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA								
Impactos que atiende:	- Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos - Disminución puntual de la infiltración - Afectación puntual del curso de escorrentías.							
Factor ambiental:	- Agua - Procesos del medio abiótico	**Subfactor ambiental**:	- Calidad - Cantidad - Drenaje superficial	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad atmosférica", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, así como del personal de obra. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.							

Medida	Periodo de aplicación
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	Durante la etapa de operación y mantenimiento
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	Durante todas las etapas del proyecto
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Durante la etapa operativa
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	Durante la construcción
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	Durante la construcción
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	Durante todas las etapas del proyecto

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA		
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto		Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.	
Eficacia:	La ejecución de esta medida asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.	
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso hídrico mantenga su calidad en el ecosistema.	
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado, quien podrá reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los resultados del plan de manejo de residuos, de las bitácoras, los manifiestos de entrega/recepción, las autorizaciones de las empresas subcontratadas para el mantenimiento de los sanitarios portátiles, principalmente.	

V.3.1.3. Estrategia 3 “conservación de las condiciones edáficas”

Durante la identificación de los impactos ambientales que podrán ser generados por el desarrollo del proyecto, se determinaron tres relacionados con el factor edáfico, debido a la remoción de vegetación, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, modificación de las características físicas e incremento en la susceptibilidad de erosión; por lo que, se identificaron dieciséis medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones.

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, el uso del suelo orgánico que sea extraído durante el despalme en el mejoramiento de áreas erosionadas; además, con la implementación del programa de manejo integral de residuos, se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, manejo inadecuado de residuos, traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos.

El suelo orgánico que sea extraído durante el despalme, se prevé sea acopiado en áreas delimitadas que fungirán como almacenes temporales. Estas áreas serán determinadas dependiendo del volumen de suelo recuperado en cada frente de trabajo y se encontraran dentro del AeP, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al proyecto y a los remantes de vegetación que existen. Asimismo, el suelo orgánico recuperado podrá ser utilizado durante las actividades de reubicación de la planta rescatada o bien para mejorar los suelos de las parcelas agrícolas que se encuentren en las inmediaciones del AeP.

En todo momento y durante todas las etapas del proyecto, para el traslado y disposición final de residuos peligrosos se hará a través de una empresa que cuente con la debida acreditación y autorización para el manejo y disposición de este tipo de materiales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén

en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contaran con un kit antiderrame.

Para evitar las descargas de aguas residuales e impedir que estas causen afectaciones al suelo, se colocaran sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, su mantenimiento estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de los residuos.

Así, esta estrategia agrupará once medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente tres impactos.

Tabla VI.9: Conservación de las condiciones edáficas

CONSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES EDÁFICAS								
Impactos que atiende:	- Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos - Modificación puntual del relieve original - Incremento de la susceptibilidad de erosión							
Factor ambiental:	- Suelo - Procesos del medio abiótico	**Subfactor ambiental**:	- Calidad - Topografía - Erosión	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con la calidad, la susceptibilidad de erosión y la modificación al relieve natural pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción, operación y abandono, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en el T0.							

Medida	**Periodo de aplicación**
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	Durante la etapa de operación y mantenimiento
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.

CONSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES EDÁFICAS	
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	Durante todas las etapas del proyecto
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	El acopio se realiza durante la preparación y su uso se realiza durante la construcción.
Ejecución de obras de protección de suelos	Durante la construcción
La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	Durante la preparación del sitio
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Durante la etapa operativa
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	Durante la construcción
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	Durante todas las etapas del proyecto
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	Durante la etapa de preparación y construcción
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.
Eficacia:	Estas medidas, al ser aplicadas correctamente son altamente eficaces y eficientes e involucra a todo el personal.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso edáfico mantenga su estabilidad en el ecosistema.
Supervisión:	La promovente designará al personal responsable de dar seguimiento a las medidas planteadas en la presente estrategia, siendo incluidos los resultados en los informes periódicos que se entregaran a la autoridad durante las fases de preparación de sitio y construcción.

V.3.1.4. Estrategia 4 “conservación de los indicadores de biodiversidad”

El diseño de esta estrategia considera los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del proyecto, alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del AeP, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades.

Se conformarán un par de brigadas encargadas de realizar las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, siguiendo los lineamientos establecidos en cada uno de los programas propuestos. Asimismo, se prevé la instalación de salvapájaros en los cables de la línea de transmisión, elementos que incrementaran la visibilidad del cableado y reducirá las colisiones potenciales de aves con estos elementos.

Para ello se diseñaron e integraron 8 medidas de mitigación, siete de ellas inciden directamente sobre el factor vegetación y la fauna.

Tabla VI.10: Conservación de los indicadores de biodiversidad"

CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD								
Impactos que atiende:	- Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto - Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución - Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto - Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo - Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto - Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto - Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo - Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales							
Factor ambiental:	- Fauna - Flora - Procesos del medio abiótico	**Subfactor ambiental**:	- Riqueza y abundancia - Hábitat - Endemismo y especies en riesgo - Cobertura de vegetación natural - Movilidad de especies	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales identificados para estos factores.							

Medida	Periodo de aplicación
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	Durante la preparación del sitio
Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	Durante la preparación del sitio y la construcción
Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados "salvapájaros"	Durante la construcción y operación del proyecto
Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.
Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	Durante la preparación del sitio
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto

Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.
Eficacia:	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación antes y durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.
Eficiencia ambiental:	La ejecución de la estrategia permitirá minimizar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula, recuperando poco a poco las características ambientales descritas para el T0.
Supervisión:	El supervisor ambiental será el encargado de inspeccionar que se apliquen de forma correcta las medidas planteadas y contenidas en la presente estrategia, quien, además, deberá reportar si existen afectaciones que no fueron previstas inicialmente y proponer nuevas medidas que minimicen o compensen las afectaciones.

V.3.1.5. Estrategia 5 “conservación de las condiciones paisajísticas”

Se ha encontrado que uno de los impactos ambientales identificados pudiera afectar al paisaje, ya sea por afectación directa sobre algunos elementos clave del paisaje, trastornando consigo las características en el tiempo cero; por lo que esta estrategia está encaminada a la “Conservación de las condiciones paisajísticas”. La estrategia está formada por tres medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla VI.11: Conservación de las condiciones paisajísticas

CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD								
Impactos que atiende:	- Modificación del paisaje							
Factor ambiental:	- Paisaje	**Subfactor ambiental**:	- Calidad	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia está diseñada para el mantenimiento de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental identificado. En este sentido, la estrategia aquí abordada se compone de tres diferentes medidas compensatorias y de control.							
Medida				**Periodo de aplicación**				
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto				Durante la construcción				
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada				Durante todas las etapas del proyecto				
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto				Durante la preparación del sitio y la construcción				
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.							
Eficacia:	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.							
Eficiencia ambiental:	La ejecución de la estrategia permitirá compensar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula.							
Supervisión:	Esta estrategia involucra la participación de todo el personal, desde el promovente, el equipo de ingenieros civiles, los trabajadores y encargados ambientales; quienes estarán a cargo de supervisar que las medidas aquí propuestas, sean aplicadas.							

Con base en la información precedente y derivado de las medidas propuestas se plantearon los lineamientos de seis programas específicos (enunciados en su estrategia correspondiente), los cuales son:

1. Programa de información y capacitación ambiental
2. Programa de conservación de suelos
3. Programa de conservación de escurrimientos
4. Programa de manejo integral de residuos
5. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre
6. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

Los programas formaran parte del Programa de vigilancia ambiental (PVA); los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estos programas (Tabla VI.12) están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden o no ser cuantificables.

Tabla VI.12: Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Programa	Indicador	Resultados esperados
Programa de información y capacitación ambiental	˚ Número de empleados capacitados ˚ Número de reportes de no conformidad por negligencia de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del proyecto, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Programa de conservación de suelos	˚ Número de obras propuestas y las realizadas ˚ Manejo de suelos: superficie afectada y autorizada ˚ Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de este programa se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el AeP y, por el otro, implementar obras que detengan los procesos erosivos que pudieran llegar a suceder por la construcción del proyecto
Programa de conservación de escurrimientos	˚ Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de este programa se espera mantener las condiciones de los escurrimientos e implementar obras que detengan los procesos erosivos previstos en el área.
Programa de manejo integral de residuos	˚ Bitácoras de residuos ˚ Manifiestos de traslado y disposición final ˚ Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AeP ˚ Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ˚ Correcta aplicación de las medidas ante contingencias por derrames accidentales	Con la aplicación del presente programa se pretende tener un control del 95% de los residuos generados por las obras que contempla el proyecto. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	Sobrevivencia de los ejemplares reubicados al cabo de 6 meses	Se espera reubicar a individuos clave de las especies vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características bióticas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante.
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	Sobrevivencia al 100% de los ejemplares capturados y reubicados	Se espera no causar afectaciones a individuos de fauna presentes en el AeP, a través del rescate y reubicación a zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.

V.4. Ejecución de las medidas

La atención de las diferentes medidas de mitigación particulares por fase o componente del proyecto no está definida en el tiempo puntualmente, sino que cada una de ellas iniciará una vez que se inicie la fase o componente que causa el impacto, salvo aquellas medidas que sean de prevención, las cuales iniciarán antes (Tabla VI.13).

Tabla VI.13: Calendario de aplicación de medidas con base en las etapas del proyecto

ID	Medida propuesta	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
1	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	x			
2	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”			x	
3	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	x	x		x
4	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	x	x		x
5	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	x	x		x
6	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	x	x		x
7	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	x	x	x	x
8	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	x	x		x
9	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	x	x	x	x
10	Ejecución de obras de protección de suelos		x	x	
11	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos		x	x	
12	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	x	x	x	x
13	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	x	x		x
14	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto		x		
15	Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.			x	
16	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	x	x	x	x
17	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	x			
18	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	x			
19	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	x	x		x
20	Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	x	x	x	x
21	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.			x	
22	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	x	x	x	x
23	Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	x	x	x	x
24	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	x	x		x
25	En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural				x

V.5. Programa de vigilancia ambiental (PVA)

La integración de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como las obligaciones en materia ambiental que la autoridad atribuya a la empresa promovente, a través de los Términos y Condicionantes del oficio resolutivo que en su caso sea emitido, será a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual es el instrumento idóneo para concentrar el seguimiento que habrá de darse a cada una de las medidas adoptadas en los tiempos de aplicación precisos para cada una. En este sentido, el PVA tiene como objetivo el plantear una serie de acciones e indicadores con la finalidad de garantizar el cumplimiento tanto de las medidas planteadas en este capítulo como de las obligaciones impuestas por la autoridad en materia.

No obstante que, es importante destacar que el programa de vigilancia ambiental en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el proyecto motivo de esta MIA-R, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas junto con las medidas propuestas en este capítulo. Lo anterior, sobre los lineamientos presentados en el anexos.

El PVA, en su versión final, conformará un documento de seguimiento y control que habrá de contener al conjunto de criterios técnicos que con base en la predicción elaborada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá al promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en esta MIA-R, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas, principalmente por la complejidad del comportamiento del factor evaluado (impactos supervinientes) para ir realizando evaluaciones correctivas sobre la marcha del proyecto.

Adicionalmente, se entregará a la autoridad en materia, el informe de cumplimiento que corresponderá a un documento periódico, con la periodicidad que ésta impute en la resolución, el cual integrará las evidencias de cumplimiento de todas las actividades ejecutadas y objetivos alcanzados. En síntesis, el PVA asegura:

- Indicarle a la administración responsable de la ejecución del proyecto, dentro de la empresa (promovente), cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia,
- El cabal cumplimiento de los términos, condicionantes y medidas de mitigación propuestas;
- Que, con la atención a los indicadores estratégicos ligados al proyecto, se asegura que se conserva la calidad ambiental de los ecosistemas que lo acogieron.

V.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Considerando lo estipulado en el artículo 51 del REIA, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Por lo que en este apartado se presenta la información que podrá ser considerada para el otorgamiento del instrumento de garantía que dé cumplimiento al precepto indicado previamente.

El importe estimado para la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación es de $2,002,071.00 (dos millones dos mil setenta y un pesos 00/100 MN) (Tabla VI.14), enfatizando en que dicho valor corresponde a un estimado preliminar, toda vez que el monto final incluirá los costos de ejecución de los Términos y/o Condicionantes que dictamine la autoridad en el oficio resolutivo; por lo anterior, el Estudio Técnico Económico que fungirá como base para fijar el monto de la fianza a obtener por la promovente y garantizar el cumplimiento de sus obligaciones, será integrado y entregado a la autoridad competente una vez sea autorizado el proyecto en materia de impacto ambiental.

Tabla VI.14: Estimación de la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación

ID	Actividad	Monto
1	Programa de Vigilancia Ambiental[1/]	$ -
2	Programa de información y capacitación ambiental	$ 120,000.00
3	Programa de conservación de suelos	$ 570,650.00
4	Programa de conservación de escurrimientos	$ 466,450.00
5	Programa de manejo integral de residuos	$ 376,256.00
6	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	$ 143,135.00
7	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	$ 325,580.00
	Total	$ 2,002,071.00

[1] Presupuesto previsto en cada uno de los programas.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Febrero 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 sin proyecto

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 al 91% de su superficie, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal.

En este sentido, con el fin de contar con un escenario de la situación del SAR proyectado a futuro, sin la inserción del proyecto que nos ocupa y basado en datos georreferenciados, se desarrolló un pronóstico congruente con las tendencias de desarrollo y deterioro que prexisten en el área, para ello se recurrió a la obtención de la tasa anual de cambio de uso de suelo, conforme a los indicadores básicos de desempeño ambiental que ofrece el SNIA[XXI] y a partir de un análisis en retrospectiva de las modificaciones en el uso de suelo

[XXI] http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia

que ha experimentado el SAR a través del tiempo (Tabla VII.1), teniendo como fuente de información temáticas del INEGI[XXII]:

- 1985: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I, escala 1:250 000. México.
- 2014: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI, escala 1: 250 000. México.

Tabla VII.1: Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo

ID	Uso de Suelo	1985 (SERIE I INEGI)		2014 (SERIE VI INEGI)	
		Superficie	%	Superficie	%
1	Agricultura de riego anual	-	-	691.0007	4.36
2	Agricultura de temporal anual	13,284.6746	83.91	13,717.8362	86.65
3	Bosque de encino	231.6039	1.46	68.8050	0.43
4	Bosque de pino-encino	-	-	-	-
5	Pastizal inducido	311.0222	1.96	125.5112	0.79
6	Vegeta. Sec. Arbórea de bosque de pino-encino	-	-	0.0180	0.00
7	Vegeta. Sec. Arbustiva de matorral subtropical	2,004.5646	12.66	-	-
8	Vegeta. Sec. Arbustiva de bosque de encino	-	-	1,153.7483	7.29
9	Vegeta. Sec. Arbustiva de bosque de pino-encino	-	-	66.7340	0.42
10	Vegeta. Sec. Arbustiva de selva baja caducifolia	-	-	8.2119	0.05
	Total	**15,831.8653**	**100.00**	**15,831.8653**	**100.00**

Nota: La diferencia observable entre la clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales y otros usos de suelo se debe a los criterios sobre los cuales las cartas temáticas de referencia fueron elaboradas en su momento.

La tasa anual de cambio de uso de suelo se calculó con la fórmula:

$$r = \left(\left(\left(\frac{S2}{S1} \right)^{1/t} \right) * 100 \right) - 100$$

Dónde:

r = tasa anual.

S2 = superficie final.

S1 = superficie inicial.

T = tiempo transcurrido entre fechas.

Uno de los problemas que a menudo se afrontan respecto a las comunidades vegetales de México, es que no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común, originando confusiones (González-Medrano, 2003[85]). Dicha problemática se observa en este caso donde la superficie por uso de suelo presentada en la tabla anterior exhibe diferencias en la clasificación y nomenclatura de las

[XXII] http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/default.aspx

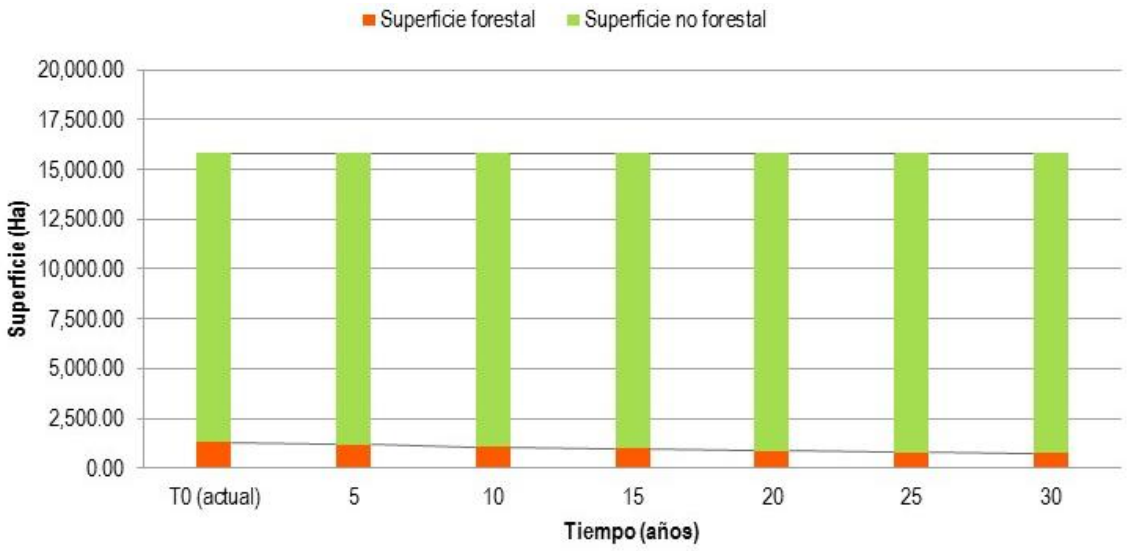
comunidades vegetales y de los otros usos de suelo debido a los criterios que en su momento el INEGI utilizó para la elaboración de las cartas temáticas que sirvieron de referencia, es por ello que, para este análisis se optó por utilizar sólo dos categorías agrupando los conceptos forestales y los no forestales, que para el objetivo que se persigue en este apartado, resultan suficientes para proyectar la perdida de superficie forestal en el SAR

De esta forma se obtuvo el valor de la tasa anual de cambio para la superficie forestal (r= -1.8594) y para la superficie ocupada por otros conceptos no forestales (r= -0.2305) (Tabla VII.2); de lo que destaca que considerando la tendencia de cambio de uso de suelo que el SAR ha exhibido en las últimas tres décadas (periodo 1985-2014), es posible pronosticar un escenario futuro de la misma área sin el alojamiento del proyecto, en el que puede advertirse que de continuar con las tendencias de cambio actuales, al cabo de 30 años la superficie forestal podría decrecer en un 43% con respecto a lo caracterizado en la línea base, reduciéndose hasta una superficie aproximada de 738.87 ha, tal como se muestra en la tendencia graficada (Figura VII.1).

Tabla VII.2 Tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR

Uso de suelo	SUPERFICIE (ha)			
	1985	2014	r	30 años (2044)
Superficie forestal	2236.17	1297.52	-1.8594	738.87
Superficie no forestal	13595.70	14534.35	0.2305	15,092.99
TOTAL	15,831.87	15,831.87		15,831.87

Figura VII.1 Pronóstico del escenario del SAR a 30 años



Adicionalmente a lo antes descrito, para la descripción del comportamiento del SAR en los diferentes escenarios, se optó por implementar la metodología de Arriaga *et al*. (2000[86]) que utiliza la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad al determinar las áreas que puedan alcanzar la categoría de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), descrita en los párrafos subsecuentes, que permite evaluar el estado de la calidad ambiental en regiones de grandes dimensiones.

Mediante la metodología antes señalada, es posible establecer el valor biológico de los atributos de una zona (a través de la valoración de 9 criterios), detectar las situaciones de amenaza o riesgo (6 criterios de evaluación) e identificar sus oportunidades de conservación (3 criterios evaluados). Para calificar dichos criterios se asigna un valor ponderado a cada uno, cuya sumatoria arroja un total que denota de manera general la calidad ambiental (Tabla VII.3).

Tabla VII.3: Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación

	Criterios	ID	Descripción	Valores
Valor biológico	Extensión de la región	ER	La importancia de este aspecto radica en la correspondencia que existe entre el tamaño de la región y su biodiversidad	0= < 1000 ha. 1= 1000 a 10000 ha. 2= 10000 a 100000 ha. 3= > 100,000 ha
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	Se considera baja, cuando la presencia de plantas nativas y herbívoros silvestres medianos es escasa, así como cuando los procesos naturales de sucesión ecológica han sido alterados significativamente.	0= no se conoce 1= muy bajo 2=bajo 3= medio 4=alto
	Función como corredor biológico.	FC	Este criterio identifica la cualidad de una región de encontrarse conectada o servir de conexión con otra, por cualquier medio físico, el cual permite, entre otras cosas, el movimiento de especies silvestres.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Diversidad de ecosistemas	DE	Con este criterio se evalúa cualitativamente la variedad de ecosistemas que se encuentran representados en el área seleccionada.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios”.	FN	Este criterio identifica y evalúa fenómenos que ocurren en la naturaleza y que tienen un carácter “extraordinario”.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
	Presencia de endemismos	PE	Este aspecto se refiere a la existencia de organismos exclusivos de un área	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto

	Riqueza especifica	RE	Este criterio considera el conjunto de las especies y subespecies representadas en un área por los organismos que allí habitan.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Centro de origen y diversificación natural	CO	Este criterio evalúa la función que determinadas áreas han desempeñado como centros de origen, es decir áreas a partir de las cuales se han dispersado los taxa hasta alcanzar su distribución actual.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	Asigna un valor a aquellas regiones que albergan germoplasma de plantas, ya sea en estado silvestre, semisilvestre o ligado a las actuales practicas productivas, en cantidad significativamente relevante.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	Área ocupada por ecosistemas conservados respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta.	0= nulo 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)
	Grado de fragmentación de la región	GF	Este criterio se refiere al grado de perdida de conectividad de los ecosistemas de un área.	0= muy bajo 1= bajo 2= medio 3= alto
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	Los cambios en la densidad poblacional de una región son indicadores indirectos de la estructura productiva y los niveles de bienestar social que en ella existen.	0= negativo 1=estable 2= bajo 3= alto
	Presión sobre especies clave[XXIII].	PSE	Evalúan las actividades de explotación y extracción no controladas que ponen en riesgo la capacidad de regeneración de poblaciones de organismos clave.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Concentración de especies en riesgo	CER	La concentración de especies en riesgo en un área indica su importancia como zona de refugio, su valor como ecosistema relicto o bien, refleja el grado e amenaza al que está sometida la región y sus componentes.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	Evalúa el efecto que tienen las actividades humanas, incompatibles con la conservación de una región en particular.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Oportunidades de	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	Evalúa el porcentaje de una región en el que se aplica un esquema de manejo compatible con la conservación ya sea, bajo un área protegida en funcionamiento o bajo formas racionales de producción.	0= no se conoce 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)

XXIII Se considera especie clave a aquella cuya distribución determina el límite de una región de importancia para la conservación y se caracteriza por desempeñar una función determinante dentro del ecosistema. (Arriaga *op cit.*)

	Importancia de los servicios ambientales	SA	Los ecosistemas desempeñan funciones ecológicas importantes para la sociedad, a estas funciones vistas como servicios ambientales, presentados por el ecosistema, se les puede asignar un valor económico, por concepto del servicio y amplitud de su influencia.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Presencia de grupos organizados.	PGO	Evalúa la importancia que tiene la presencia de grupos organizados en las diferentes regiones, sean de campesinos, indígenas y asociaciones civiles u otros, que se realicen, apoyen, coordinen o fomenten actividades compatibles con la conservación.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Una zona en óptimas condiciones, una vez calificada con estos criterios sumaria un valor total de 43 puntos.				

La aplicación de los criterios utilizados por la CONABIO a los atributos del SAR se realizó con base en la caracterización y descripción del mismo en el capítulo IV, concretándose en la evaluación presentada en la Tabla VII.4. La puntuación obtenida por la sumatoria de todos los criterios evaluados fue transformada a una escala de 0 a 1 (donde 1 es el valor máximo, con base en el valor idóneo posible), lo anterior para visualizar el estado de calidad ambiental (CA) que guarda el SAR en los diferentes escenarios, a través de la siguiente expresión:

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio}$$

En este sentido, **el escenario sin proyecto obtuvo una valoración de calidad ambiental de 0.56**, el resultado es congruente con la caracterización del capítulo antes referido en el que de manera cualitativa se describe un SAR donde la calidad ambiental tiende a la baja (

$$CA=\frac{\sum\ valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum\ valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{24}{43}=0.56$$

Figura VII.2).

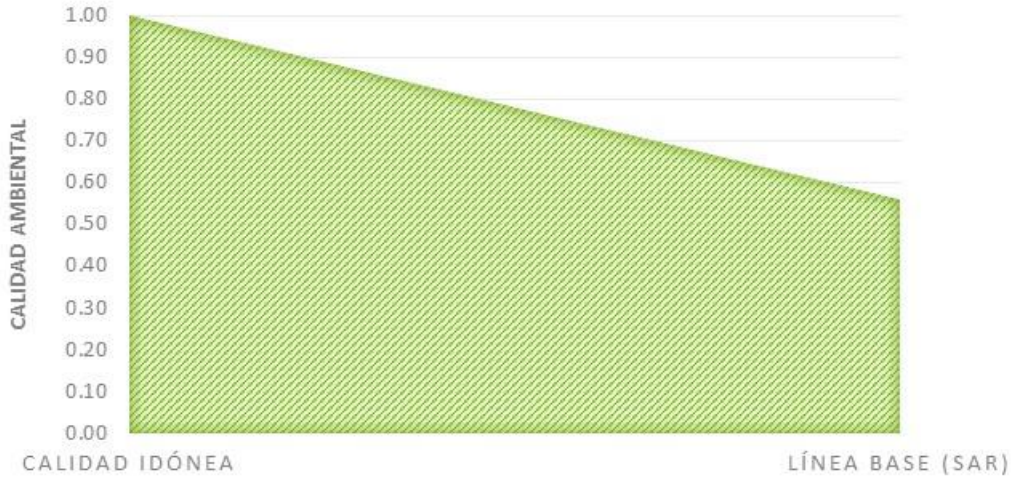
Tabla VII.4 Valoración de los criterios de calidad ambiental en el SAR al tiempo cero

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1
	Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios”.	FN	3	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2
	Riqueza especifica	RE	3	1
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0
		Subtotal	28	11
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3
		Subtotal	6	12
Oportunidades de conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0
		Subtotal	9	1
		TOTAL	**43**	**24**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{24}{43} = 0.56$$

Figura VII.2 Escenario de la calidad ambiental al tiempo cero



VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales negativos[XXIV] inherentes al desarrollo del proyecto, identificados en el capítulo V y retomados en la Tabla VII.5, sin considerar aún las medidas de mitigación.

[XXIV] De acuerdo con la valoración desarrollada en el capítulo V, la ejecución del proyecto podrá ocasionar 17 impactos negativos, de los cuales 10 son impactos destacables, 4 son impactos no significativos y 3 son impactos despreciables; de los cuales, 7 impactos tienen carácter residual.

Tabla VII.5: Impactos destacables identificados en el capítulo V

ID	Impactos ambiental	Impacto ambiental			Impactos residuales
		Despreciables	No significativo	Destacable	
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	●			
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	●			
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos		●		
4	Disminución puntual de la infiltración	●			
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos		●		
6	Modificación puntual del relieve original			●	●
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión		●		
8	Afectación puntual del curso de escorrentías			●	
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		●		
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución			●	●
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto			●	●
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo			●	
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto			●	●
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto			●	●
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo			●	
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales			●	●
17	Modificación del paisaje			●	●
	Total	**3**	**4**	**10**	**7**

Con base en lo anterior y partiendo de la valoración del escenario de línea base, se restó o sumó medio punto (se restó en el caso de los criterios de valor biológico y oportunidades de conservación y se sumó en los criterios de amenaza y riesgo) sobre aquellos criterios correspondientes a los factores ambientales sobre los que incidirá algún o algunos de los impactos destacables. Cabe señalar que no se consideraron unidades completas en la valoración, pues no se prevé que la magnitud de los impactos provoque que los criterios desciendan o asciendan de calificación según los parámetros o rangos especificados en la metodología utilizada.

El resultado, advierte que, **una vez incorporado el proyecto al sistema ambiental regional, la calidad ambiental** del mismo disminuirá en un 0.01 con respecto a la línea base, pasando de 0.56 a **0.55** (Tabla VII.6; Figura VII.3). El decremento de la calidad ambiental, aunque mínimo, derivaría principalmente de una reducción en los atributos que otorgan valor biológico al SAR debido a aquellos impactos que inciden negativamente sobre el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y la movilidad de esta última; y como efecto de la

residualidad de algunos de los impactos ambientales, las situaciones de amenaza o riesgo se incrementarían.

Tabla VII.6 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)	Valor efectivo para el SAR (con Py)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1	0.5
	Presencia de fenómenos naturales y "extraordinarios".	FN	3	0	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2	1.5
	Riqueza especifica	RE	3	1	0.5
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1	1
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0	0
		Subtotal	28	11	9.5
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3	3.5
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3	3.5
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3	3.5
		Subtotal	6	12	13.5
Oportunidades de	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0	0
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1	0.5
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0	0
		Subtotal	9	1	0.5
		TOTAL	**43**	**24**	**23.5**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**	**0.55**

SAR: Sistema Ambiental Regional; PY: Proyecto evaluado.

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{23.5}{43} = 0.55$$

Figura VII.3 Escenario de la calidad ambiental con proyecto



VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El pronóstico en este escenario superpone las medidas de mitigación de aplicación obligatoria descritas en el capítulo VI (

Tabla VII.8), 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 (

Tabla VII.8). Pese a esto último, el resultado pronostica la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR (

Tabla VII.8 y Figura VII.4) 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.

Tabla VII.7: Medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI

	Medida propuesta
1	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran
2	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”
3	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.
4	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos
5	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.
6	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
7	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico
8	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.
9	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente
10	Ejecución de obras de protección de suelos
11	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos
12	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.
13	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.
14	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto
15	Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.
16	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada
17	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora
18	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones
19	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto
20	Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.
21	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.
22	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
23	Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto
24	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto

25	En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural

Tabla VII.8 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto y medidas de mitigación

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)	Valor efectivo para el SAR (con Py)	Valor efectivo para el SAR (con Py + MM)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2	2	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3	3	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1	1	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1	0.5	0.5
	Presencia de fenómenos naturales y "extraordinarios".	FN	3	0	0	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2	1.5	2
	Riqueza especifica	RE	3	1	0.5	1
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1	1	1
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0	0	0
		Subtotal	26	11	9.5	10.5
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3	3.5	3.5
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3	3.5	3.5
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2	2	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0	0	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1	1	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3	3.5	3
		Subtotal	6	12	13.5	13
Oportunidades de	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0	0	1
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1	0.5	1
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0	0	0
		Subtotal	9	1	0.5	2
		TOTAL	**43**	**24**	**23.5**	**25.5**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**	**0.55**	**0.59**

SAR: Sistema Ambiental Regional; PY: Proyecto evaluado; MM: Medidas de mitigación.

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{25.5}{43} = 0.59$$

Figura VII.4 Escenario de la calidad ambiental con proyecto y medidas de mitigación



VII.4 Pronóstico ambiental

A partir del análisis de los tres apartados anteriores, los pronósticos de la situación a la que tendería la calidad ambiental del SAR, desarrollados en este capítulo, se concreta en los siguientes escenarios (Tabla VII.9).

Tabla VII.9: Pronósticos de los tres escenarios del SAR

Escenario	Descripción
Escenario de línea base y pronóstico a 30 años sin proyecto	Se incide sobre un ambiente de calidad ambiental baja, donde existen indicadores de perturbación de origen antrópico, principalmente por la agricultura y la ganadería que ocupan el 91% de la superficie del SAR, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal (tasa de cambio r=-1.5261), con lo que se estima una pérdida de alrededor de 558 ha de vegetación forestal al cabo de 30 años en el futuro, de continuar con las mismas tendencias de cambio y deterioro; reduciéndose de 1,279.52 ha actuales de cobertura forestal en el SAR (de acuerdo con la carta de usos de suelo Serie VI del INEGI) a 738.87 ha en 30 años. No obstante, aunque deteriorado por las actividades antrópicas, los ecosistemas del SAR aún conservan la capacidad de recuperarse por sí solos (resiliencia) en plazos cortos y medianos de tiempo, razón por la cual la mayor superficie forestal que se presenta en el SAR corresponde a vegetación en estado secundario de sucesión ecológica, por lo que puede inferirse que no se ha sobrepasado su capacidad de carga. La aplicación de los criterios utilizados por la CONABIO a los atributos del SAR derivó en un valor de **0.56** (en una escala de **calidad ambiental** del 0 al 1, donde 1 es el valor máximo de calidad ambiental), el resultado es congruente con la caracterización cualitativa del SAR en el capítulo IV, donde se describe una calidad ambiental a la baja.
Escenario con la inserción del proyecto	La inserción del proyecto provocará el cambio de uso de suelo en una medida poco significativa en el contexto del SAR (11% de la superficie forestal del SAR); no obstante, su ejecución sin medidas de mitigación podría incidir directa y negativamente sobre los recursos flora, fauna, suelo, agua y paisaje, reduciendo la calidad ambiental del SAR del valor de 0.56 caracterizado en la línea base, a **0.55** con la inserción del proyecto (sin medidas de mitigación). El decremento de la calidad ambiental deriva de una reducción en los atributos que otorgan valor biológico al SAR sobre el área afectada por el proyecto, de la misma manera que sucede con las oportunidades de conservación, principalmente por aquellos impactos que inciden negativamente sobre la flora, la fauna y la movilidad de esta última y como efecto de la residualidad de algunos de los impactos ambientales, con los que las situaciones de amenaza o riesgo se incrementarán.

Escenario	Descripción
Escenario con proyecto e implementación de medidas de mitigación	Se estima positiva la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR, reflejándose en el valor de calidad ambiental pronosticado de **0.59** (con el proyecto y medidas de mitigación) con respecto al 0.56 caracterizado en la línea base. Lo anterior se obtuvo suponiendo ya ejecutadas las medidas de mitigación en la metodología utilizada, 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 y 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 de residual no permitirá el restablecimiento del valor asignado en la línea base. Pese a esto último, el resultado es positivo para 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 sobre aquellos terrenos frágiles dentro del área del proyecto o sus cercanías. Asimismo, la ejecución de acciones de rescate y reubicación de fauna y flora, permitirán salvaguardar estos recursos y 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; y con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán, contribuyendo sustancialmente a hacer ambientalmente compatible al proyecto.

VII.5 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 AeP 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.6 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

Febrero 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 geográficas

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 nutrientes

Elemento natural

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;

IUCN

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 orgánica

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 ecológica

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.

---

1 **INEGI, 2018**. Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 2018. INEGI, 1139.

2 **INEGI, 2018**. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Descarga directa de la liga http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero

3 Diario Oficial de la Federación, 2018. Ley General de Cambio Climático. 13 del julio de 2018 (última reforma). 58 p

4 **IDEAM, 2017.** La radiación solar y su paso por la atmósfera. Descarga directa de la liga http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/la-radiacion-solar-y-su-paso-por-la-atmosfera

5 **Trina Solar 2019.** Diagrama de módulo fotovoltaico. Imagen tomada de: trinasolar.com/en-glb/product/VERTEX-DE20

6 **Trina Solar 2019.** Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico. Imagen tomada de: trinasolar.com/en-glb/product/VERTEX-DE20

[7] **PVHARDWARE 2020**. Imagen recabada de la liga: https://pvhardware.com/monoline-solar-plants-single-axis-tracker/

[8] INGETEAM 2019. Imagen tomada de https://www.enf.com.cn/Product/pdf/Inverter/5791d3d931a30.pdf

[9] **INGETEAM 2019.** Especificaciones técnicas extraídas de: https://www.enf.com.cn/Product/pdf/Inverter/5791d3d931a30.pdf

[10] INGETEAM 2020. Imagen tomada de https://www.ingeteam.com/en-us/sectors/photovoltaic-energy/p15_24_311_36/b-series-1500-vdc.aspx

[11] **HGINGENIERIA.** Imagen extraída de la liga: https://www.hgingenieria.com.co/el-sistema-de-puesta-a-tierra-se-aplica-igual-a-todos-los-niveles-de-voltaje/

[12] **GREENTEACH.** Imagen tomada de: https://www.greenteach.es/la-energia-solar-todo-sobre-ella/

[13] **E. Cuce, 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.

[14] **A. McEvoy, T. Markvart, L. Castañer, 2013**, "Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation", Editorial Elsevier.

[15] **Jordan, P.G. 2014**. Solar Energy Markets: An Analysis of the Global Solar Industry. Ed. Elsevier

[16] **Almaktara, M, H.A. Rahmana, M.Y. Hassana, y S. Rahmanb. 2013.** Climate based empirical model for PV Module Temeprature estimatión in tropical Environmetn. Applied Solar Energy, 2013. Vol. 49. Nº 4, pp. 192-201- En: Calderon, M:W. 2017. Diseño y modelamiento de disipadores de calor pasivos en paneles fotovoltaicos para reducción y redistribución de temperatura. Tesis para optar grado de M. en C.I. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Dpto. Ing. Méc. Universidad de Chile

[17] **Teo, H.G., P.S. Lee, M.N.A. Hawlader, 2011**. "An active cooling system for photovoltaic modules", Applied Energy 90 (2012) 309–315.

[18] **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.

[19] **Royne, A., C. J. Dey, D. R. Mills, 2005**. "Cooling of photovoltaic cells under concentrated illumination: a critical review", Solar Energy Materials & Solar Cells 86 (2005) 451–483.j666

[20] **Cengel Y. A., A. J. Ghajar, 2015.** "Heat and Mass Transfer: fundamentals & applications," fifth edition, p. 17,18

[21] **Cepeda, J, Carmona A., 2017.** Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Universidad Santo Tomás Bogotá. Descarga directa de la liga: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[22] Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-r) secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2015: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental

[23] Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012:https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg#:~:text=El%20Programa%20de%20Ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico,en%20materia%20de%20Ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico.

[24] Gómez, O. 1999. Evaluación de impacto ambiental. 2ª edición. Madrid, España.

[25] Portal de geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB). Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2020: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

[26] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015: https://www.inegi.org.mx/datos/.

[27] Conesa F.V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi Prensa. México. 864 pp

[28] Comisión para la cooperación ambiental (CCA). Sistema de Monitoreo del Cambio en la Cobertura del Suelo de América del Norte, 2015. http://www.cec.org/es/sistema-de-monitoreo-del-cambio-en-la-cobertura-del-suelo-de-america-del-norte/

[29] Jorgensen, E.S., (Eds), 2005. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health, CRC Press, Taylor & Francias Group. New York, EUA: 439pp.

[30] Boero, F. 2010. The Study of Species in the Era of Biodiversity: A Tale of Stupidity. Diversity, 2:115-122.

[31] Lamoreux, J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight y H. H. Shugart. 2006. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*, 440:212–214.

[32] Leroux, S.J. y F.K. Schmiegelow. 2007. Biodiversity Concordance and the Importance of Endemism. *Conservation Biology*, 21:266-268.

[33] Velasco de León, P.M., J. Arellano, A. Silva P. y S.Y. Guarneros. 2007. Aspectos geológicos y paleontológicos. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana (I. Luna, J. J. Morrone and D.Espinosa., eds.), CONABIO, México. 25–38.

[34] Arita, H. 1997. The non-volant fauna of Mexico: species richness in a megadiverse country. *Biodiversity and Conservation*, 6:787-795.

[35] Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend Peterson, H. Berlanga-García y L.A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*,Supl. 85: 476-495.

[36] Escalante, T., Szumik, C. y J.J. Morrone. 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion. *BiologicalJournal of theLinneanSociety*, 98, 468–478.

[37] Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 496-504.

[38] Ceballos G., I. Salazar, R. List Sánchez, J. Rodríguez y G. Santos. 2006. Vertebrados terrestres. In: H. Cotler, M. Mazari y J. de Anda. Atlas de la Cuenca Lerma-Chapala: construyendo una visión conjunta. Instituto Nacional de Ecología. México.

[39] Ramírez-Pulido y Castro-Campillo. 1994. Biografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

[40] Parra-Olea, G.; O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85:S460-S466.

[41] Flores-Villela, O. y U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467-S475.

[42] CONABIO y SEMARNAT. 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

[43] Edwards, P.J. y Abivardi Cyrus.1998. The value of biodiversity: where ecology and economy blend. *Biological Conservation,* 83. No. 3: 239-246.

[44] Sánchez, Oscar; Zamorano, Pablo; Peters, Eduardo y Moya, Hector. 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. SEMARNAT-INE.

[45] IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>.

[46] Howell, N.G. y S. Webb. 2005: A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. California. 851pp.

[47] Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970–9000–30–6).

[48] Global Biodiversity Information Facility. 2012. <http://data.gbif.org/>

[49] Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. 2 Vol. John Wiley y Sons. Nueva York.

[50] Frost, Darrel R. 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/ American Museum of Natural History, New York, USA.

[51] Uetz, P. (ed.), The Reptile Database, <www.reptile-database>, accessed Dec 31, 2012.

[52] The American Ornithologists´Union. 2008. http://www.aou.org/checklist/north/index.php

[53] Wilson, D.E and D.M. Reeder. 2005. Mammals Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Johns Hopkins University Press, 2 Vol. 142 pp. Available http://www.bucknell.edu/msw3/browse.asp?s=y&id=13802148

[54] CONABIO (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

[55] CONABIO (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

[56] Villa-R, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, UNAM, México, 140 pp

[57] González-García, F. y H. Gómez de Silva Garza. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita. Editores. Conservación de aves. Experiencias en México. National Fish and Wildlife Fundation. Cipamex. Conabio.

[58] Muñoz Criado, A. Guía metodológica. Estudios de paisaje. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. La Imprenta CG.

[59] Burel, F. y J. Baudry. 2002. Ecología del paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México.

[60] Toledo, A. 2006. Agua, hombre y paisaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D.F. 261 p.

[61] Urquijo, T. y Barrera, B.N. 2009. Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista. Andamios. Revista de Investigación Social, 227-252.

[62] **SEMARNAT. DGIRA. 2019.** Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Modalidad regional. México. 71 p.

[63] **Sanz C., J.L. 1991**. Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. 302 p

[64] **Canter L. W. 1998**. Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill. 841 p.

[65] **Conesa F., V. 1993**. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi-prensa. 276 p.

[66] **Diario Oficial de la Federación. 28 de enero de 1988. Ultima reforma 18 de enero de 2021**. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

[67] **Diario Oficial de la Federación. 30 de mayo de 2000. Ultima reforma 31 de octubre de 2014**. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

[68] **Leopold, L.B. 1971**. A procedure for evaluating environmental impact, Circular 645, US Geological Survey, Washington, D.C.

[69] **Gómez Orea, D. y Gómez Villarino M. T. 2013**. Tercera edición. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 p.

[70] **Diario Oficial de la Federación. 30 de mayo de 2000. Ultima reforma 31 de octubre de 2014**. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

[71] **Almorox, J., López Bermúdez, F. y Rafaelli, S. 2010**. La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación. EDITUM. Universidad de Murcica. España. 384 pp.

[72] **Avian** Power **Line Interaction Committee. 2006.** Reducing avian collisions with power lines. Edison Electric Institute. EUA.

[73] **INE-Semarnat, 2002**. Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución. Memorias del Primer Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas de México: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, pp 88

[74] **De La Zerda, Susana y Roselli, Loreta. 2003.** Mitigación de Colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje de cable de guarda. Ornitología Colombiana (2003):43-62

[75] **Real** academia **española**: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.3 en línea]. <https://dle.rae.es> [junio 2020].

[76] **Conesa F.V. 2010**. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ª edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

[77] **Espinoza, G. 2001**. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago de Chile.

[78] **CEARC. 1988.** The assessment of cumulative effects. A research prospecus. Canadian Environment Reserach Council. Hull, Quebec, Canada

[79] **Ramachandra, T.V., MD. Subash Ch., K.V. Gururaja and Sreekantha. 2006**. Cumulative environmental impact assessment. Nova Science Publishers, Inc. New York, 371 pp.

[80] **Ramos, A. G. S. 2018**. Evaluación del impacto ambiental de los procesos erosivos acumulativos sobre la micro cuenca Cabaña en el tramo Los Pinos de Centeno-Puente PSA. Tesis Doctoral. Departamento de Geología.

[81] **Delfín-Alfonso, C. A., Gallina-Tessaro, S., & López-González, C. A. 2013**. El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación, 285-288.

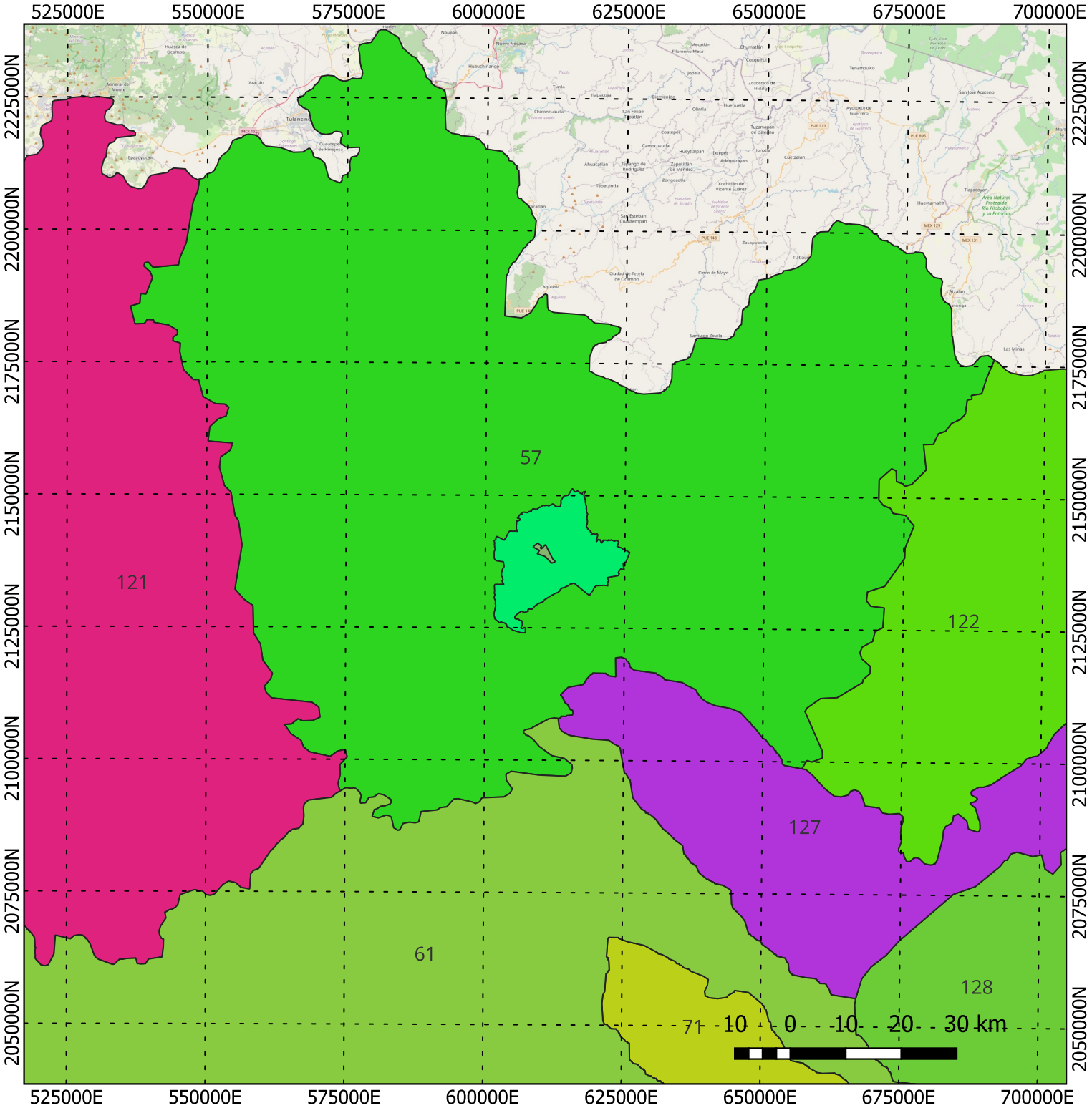
[82] **Solari, F. y L. Cazorla. 2009**. Valoración de la calidad y fragilidad del paisaje. En C. d. Comunicación, Cuaderno 30. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (Ensayos). Págs. 213-226. Buenos Aires, Argentina. Imprenta Kurz

[83] **Toledo, A. 2006.** Agua, hombre y paisaje. México. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

[84] DGIRA. 2010. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 39-41 pp

[85] González Medrano, Francisco. 2003. Las comunidades vegetales en México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología. 81 p. 2a. Edición.

[86] 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.



Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional del proyecto "PFV Tres Hermanos"

Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

POEGT

Proyecto

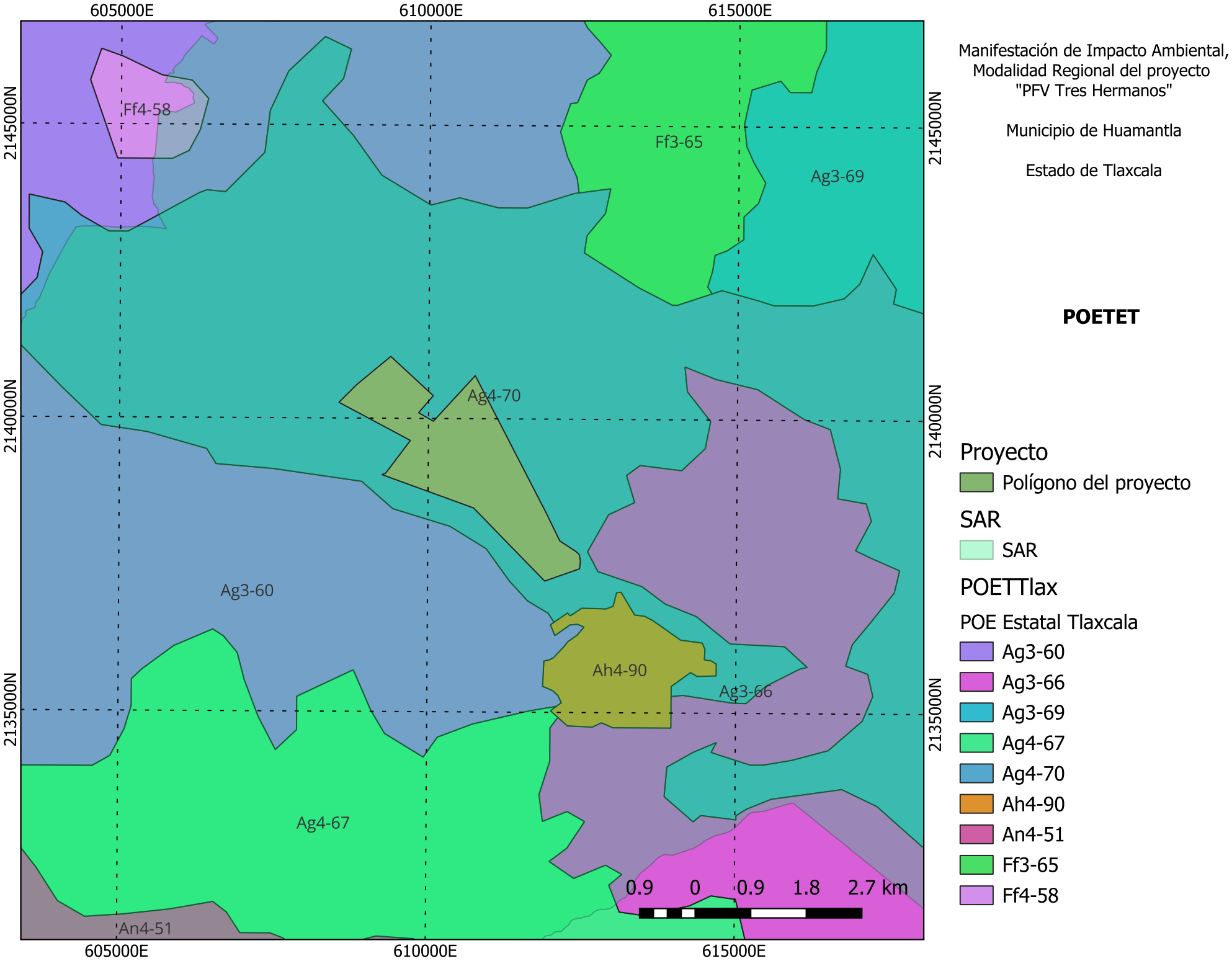
- Polígono del proyecto

SAR

- SAR

POEGT

- 57.000000
- 61.000000
- 71.000000
- 121.000000
- 122.000000
- 127.000000
- 128.000000



Manifestación de Impacto Ambiental,
Modalidad Regional del proyecto
"PFV Tres Hermanos"

Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

POETET

Proyecto

Polígono del proyecto

SAR

SAR

POETTlax

POE Estatal Tlaxcala

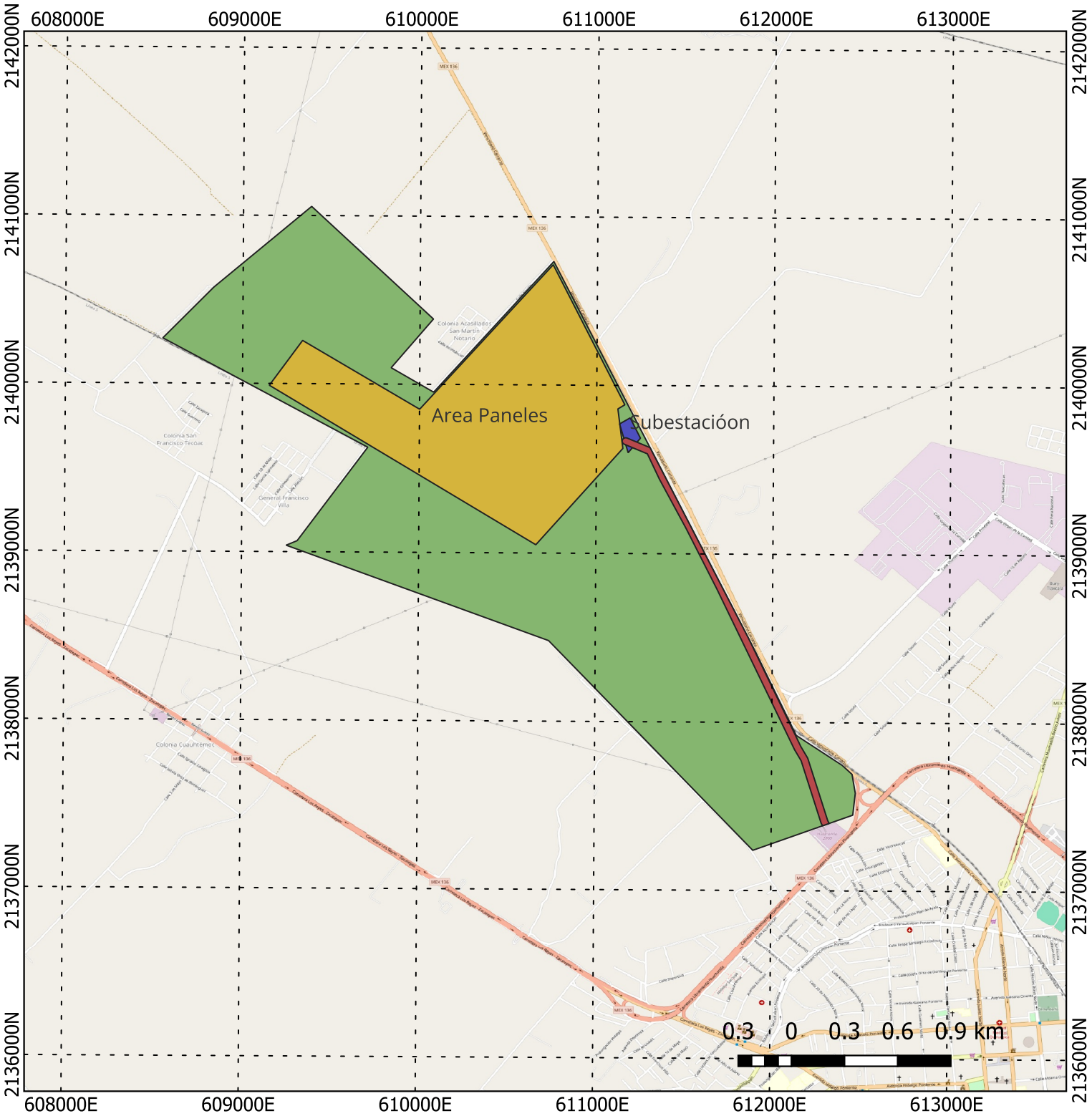
- Ag3-60
- Ag3-66
- Ag3-69
- Ag4-67
- Ag4-70
- Ah4-90
- An4-51
- Ff3-65
- Ff4-58

Manifestación de Impacto Ambiental,
Modalidad Regional del proyecto
"PFV Tres Hermanos"

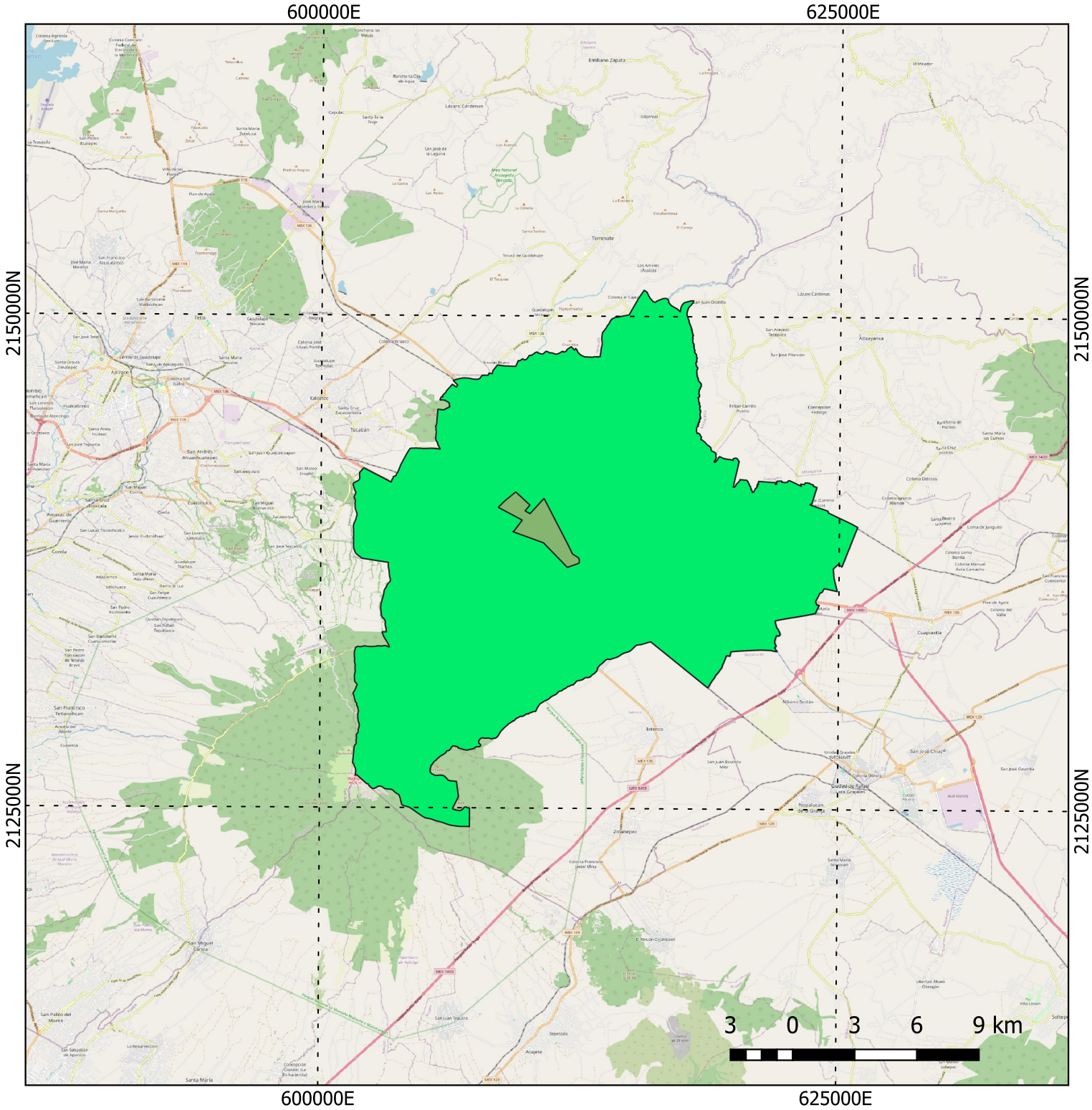
Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

Representación gráfica local



Proyecto
- LT
- Subestación
- Area Paneles.kmz
- Polígono del proyecto



Manifestación de Impacto Ambiental,
Modalidad Regional del proyecto
"PFV Tres Hermanos"

Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

Sistema ambiental Regional

Proyecto

Polígono del proyecto

SAR

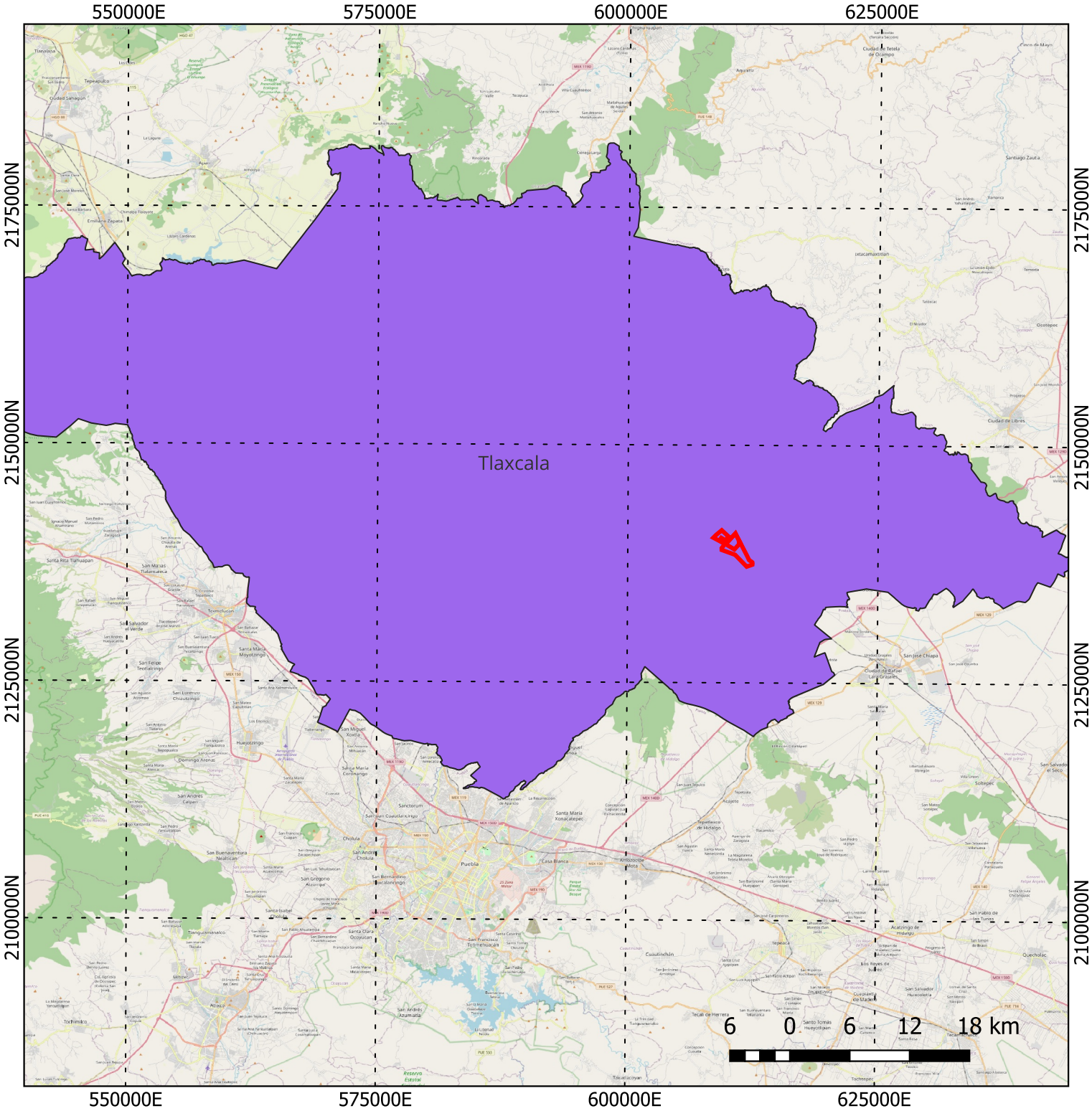
SAR

Manifestación de Impacto Ambiental,
Modalidad Regional del proyecto
"PFV Tres Hermanos"

Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

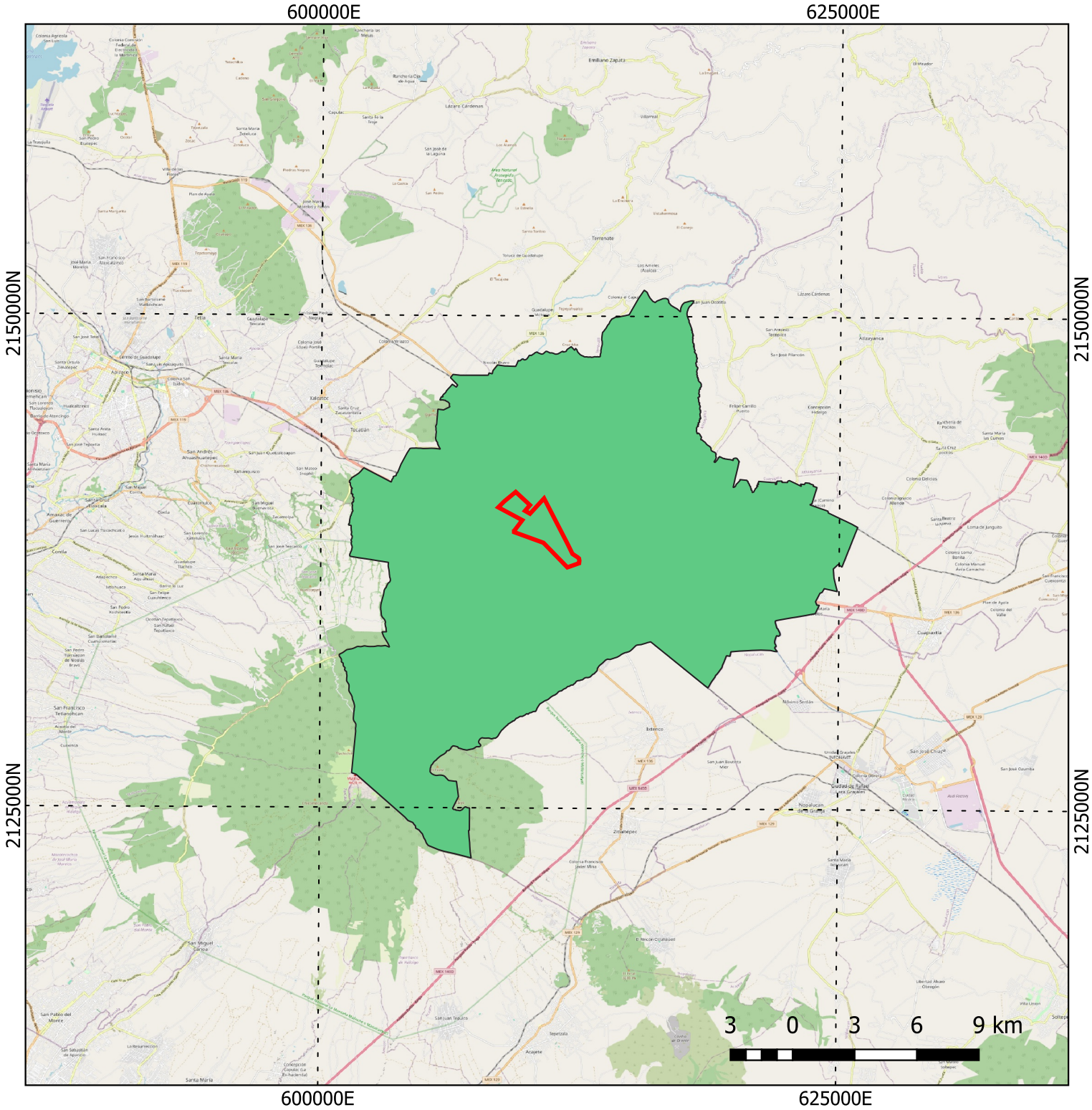
Ubicación Estatal



División Política

Estados

Tlaxcala



Manifestación de Impacto Ambiental,
Modalidad Regional del proyecto
"PFV Tres Hermanos"

Municipio de Huamantla

Estado de Tlaxcala

Ubicación Municipal

División Política

Municipios

Huamantla