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

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

I.1. Nombre del proyecto

Parque Fotovoltaico “Rancho los Montoya”

I.2. Ubicación del proyecto

El área del proyecto se encuentra ubicada en el municipio El Llano, en el estado de Aguascalientes, México.

I.3. Duración del proyecto

25 años.

I.4. Datos generales del promovente

I.4.1. Nombre o razón social.

GREENBEE ENERGY

I.4.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

[redacted]

I.4.3. Nombre y cargo del representante legal.

Nicolás Xavier Louis Culoma

I.4.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

[redacted]

I.4.5. Nombre del responsable técnico del estudio.

Asesoría en Aprovechamiento de Recursos Naturales de Zonas Áridas, AARENAZA. S.C.
[redacted]
Representante legal: Juana Angélica Galindo Figueroa.
Cédula profesional: 11944665
Dirección para recibir u oír notificaciones:
[redacted]

Se anexa documentación legal del responsable técnico del estudio (Anexo 2)
Información amparada en la LGTAIP artículo 115.

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

II.1. Información general del proyecto, plan o programa.

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa.

El proyecto denominado “Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya” consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una central de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar, complementada con un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE). La central contará con una potencia instalada de 151.83 MWp en corriente directa (CD) y una potencia interconectada de 119.6 MW en corriente alterna (CA). El sistema de almacenamiento tendrá una capacidad de aproximadamente 72.71 MW / 220.34 MWh y será cargado exclusivamente mediante la energía generada por el sistema fotovoltaico.

La generación de energía eléctrica se llevará a cabo mediante módulos fotovoltaicos bifaciales de tecnología monocristalina, instalados sobre estructuras de seguimiento solar de un eje horizontal con orientación norte-sur (trackers). Los módulos estarán agrupados en cadenas (strings) y conectados a inversores, centros de conversión y transformadores, mediante los cuales se realizará la conversión y elevación de la tensión de la energía generada hasta los niveles requeridos para su conducción hacia la infraestructura de interconexión.

Como parte integral del proyecto se contempla la instalación del SAEE, constituido por unidades de baterías, sistemas de conversión de energía (Power Conversion System, PCS), centros de conversión, transformadores, sistemas de control, protección y gestión de energía, así como los elementos auxiliares necesarios para su operación.

La energía generada por la central fotovoltaica y la gestionada mediante el sistema de almacenamiento será conducida hacia la infraestructura de interconexión, contemplándose una conexión a la Red Nacional de Transmisión (RNT) a una tensión de 115 kV. Para ello se considera la construcción de una subestación de maniobras asociada a la línea identificada como L93Z60, así como la infraestructura de transformación y protección necesaria para la entrega de energía al sistema eléctrico.

De conformidad con el Artículo 28, fracción II, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la evaluación del impacto ambiental es aplicable a las obras y actividades correspondientes a la industria eléctrica, por lo que aquellas que por sus características se encuentren comprendidas dentro de los supuestos establecidos en la legislación y su reglamento requieren obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

Asimismo, el Artículo 30 de la LGEEPA establece que, para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28, los interesados deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental que contenga, entre otros elementos, la descripción de los posibles efectos que las obras o actividades pudieran generar sobre los ecosistemas, considerando el conjunto de sus elementos, así como las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

En concordancia con lo anterior, el Artículo 5, inciso K), del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto

Ambiental (REIA) establece los supuestos correspondientes a la industria eléctrica que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental. Entre éstos se encuentran, en su fracción II, la construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución, y en su fracción III, las obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.

En este sentido, la infraestructura eléctrica de interconexión contemplada para el proyecto, que incluye una subestación de maniobras, equipos de transformación y las obras necesarias para la conexión a la Red Nacional de Transmisión, se encuentra comprendida dentro de los supuestos establecidos en el inciso K) del Artículo 5 del REIA. En consecuencia, su evaluación ambiental deberá realizarse de manera integral con el resto de las obras y actividades que conforman el proyecto.

Adicionalmente, en caso de que para la ejecución del proyecto sea necesaria la remoción de vegetación forestal para destinar los terrenos a la instalación de infraestructura eléctrica, resultará aplicable el Artículo 5, inciso O), del REIA, relativo a los cambios de uso del suelo de áreas forestales, específicamente su fracción I, que contempla el cambio de uso del suelo para el establecimiento de instalaciones industriales en predios con vegetación forestal.

Por lo anterior, y considerando que el proyecto integra una central de generación fotovoltaica, un sistema de almacenamiento de energía y la infraestructura eléctrica necesaria para su interconexión, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el propósito de someter a evaluación ambiental el conjunto de obras y actividades que integran el proyecto, así como sus posibles efectos sobre los componentes y procesos ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

La presente Manifestación tiene asimismo como finalidad identificar, valorar y, en su caso, prevenir, mitigar, compensar o controlar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del proyecto, considerando las características del sistema ambiental en el que pretende establecerse y la interacción de las obras proyectadas con los elementos naturales y socioeconómicos de la región.

En consecuencia, el proyecto será desarrollado bajo criterios de prevención y protección ambiental, sujetándose a las disposiciones de la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás ordenamientos jurídicos, normas oficiales mexicanas, instrumentos de ordenamiento ecológico y disposiciones aplicables que resulten procedentes.

II.1.2. Justificación.

El desarrollo de fuentes de generación eléctrica basadas en recursos renovables constituye una alternativa para diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de fuentes convencionales de generación que utilizan combustibles fósiles. Entre las fuentes renovables, la energía solar fotovoltaica presenta características favorables para su aprovechamiento en regiones con una disponibilidad importante de radiación solar, debido a que permite transformar directamente la energía solar incidente en energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos.

En este contexto, el proyecto “Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya” se plantea como una alternativa para el aprovechamiento del recurso solar disponible en el municipio de El Llano, Aguascalientes, mediante el establecimiento de una central de generación fotovoltaica con una potencia instalada de 151.83 MWp en corriente directa (CD) y una potencia interconectada de 119.6 MW en corriente alterna (CA). De acuerdo con las condiciones de diseño, se estima una producción anual neta de aproximadamente 335,109 MWh/año, energía que será destinada a su incorporación al sistema eléctrico nacional conforme a las condiciones de interconexión establecidas para el proyecto.

La utilización de energía solar como fuente primaria para la generación eléctrica permite aprovechar un recurso natural renovable y disponible en el sitio sin requerir la extracción, transporte y combustión continua de combustibles fósiles durante la operación normal de los módulos fotovoltaicos. En consecuencia, la generación mediante esta tecnología puede contribuir a disminuir las emisiones atmosféricas asociadas directamente con la generación de electricidad a partir de combustibles convencionales, particularmente aquellas relacionadas con gases de efecto invernadero.

La pertinencia ambiental del proyecto se relaciona, por tanto, con la incorporación de una fuente renovable de generación eléctrica dentro de la infraestructura energética regional y nacional. No obstante, el aprovechamiento de un recurso renovable no implica la ausencia de impactos ambientales; por ello, la presente Manifestación de Impacto Ambiental considera de manera integral los efectos potenciales que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, así como las medidas necesarias para prevenir, mitigar, compensar y, en su caso, restaurar los efectos adversos que resulten procedentes.

Un componente adicional que justifica la configuración propuesta es la incorporación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) con una capacidad aproximada de 72.71 MW / 220.34 MWh. El sistema permitirá almacenar exclusivamente energía generada por la central fotovoltaica y gestionar su entrega posterior, contribuyendo a una mayor flexibilidad operativa de la generación solar y al aprovechamiento de la energía producida por la central de acuerdo con las condiciones de operación e interconexión establecidas para el proyecto.

Asimismo, la selección de la tecnología fotovoltaica responde a las características del recurso solar disponible en la región. La utilización de módulos bifaciales instalados sobre estructuras de seguimiento de un eje horizontal permitirá aprovechar la radiación solar incidente y, bajo las condiciones de diseño consideradas, alcanzar una producción específica estimada de 2,207 kWh/kWp/año. El diseño contempla además una relación general CD/CA de aproximadamente 1.27, con el objeto de optimizar el aprovechamiento de la capacidad de conversión instalada.

Desde el punto de vista territorial, la ubicación del proyecto en el municipio de El Llano resulta compatible con el aprovechamiento de terrenos destinados principalmente a actividades agropecuarias y con un paisaje en el que se identifica una presencia importante de superficies de uso agrícola. La selección del sitio considera, además, las condiciones ambientales y territoriales identificadas durante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, incluyendo las características del relieve, vegetación y uso del suelo, hidrología, paisaje, conectividad y presencia de infraestructura existente.

La implantación del proyecto también considera la presencia de infraestructura eléctrica existente y la posibilidad de establecer la interconexión con la Red Nacional de Transmisión, mediante la infraestructura proyectada a 115 kV y la subestación de maniobras asociada a la línea identificada como L93Z60. Esta condición permite vincular la generación prevista con la infraestructura eléctrica existente y evita plantear el proyecto como una instalación aislada de la red.

En el ámbito estatal, el proyecto es congruente con el interés de promover un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y fortalecer la infraestructura energética de Aguascalientes, siempre que su establecimiento se realice bajo criterios de prevención y protección ambiental. En este sentido, la justificación del proyecto no se limita a la generación de electricidad, sino que comprende la necesidad de realizar dicha actividad de manera ambientalmente responsable, considerando las características y procesos ecológicos presentes en el territorio.

Por lo anterior, el proyecto “Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya” se justifica como una alternativa de generación eléctrica mediante una fuente renovable, con una capacidad instalada de 151.83 MWp, complementada con un sistema de almacenamiento de energía, cuyo desarrollo permitirá aprovechar el recurso solar disponible en la región e incorporarlo al sistema eléctrico nacional. Su ejecución se plantea bajo un esquema de manejo ambiental que contempla la identificación y evaluación de los impactos potenciales, así como la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración destinadas a mantener, en la medida de lo técnicamente posible, la integridad funcional de los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional.

En este sentido, la viabilidad ambiental del proyecto estará determinada no únicamente por los beneficios asociados al uso de una fuente renovable, sino por la capacidad de integrar las obras y actividades proyectadas al entorno existente, evitando o reduciendo al mínimo las afectaciones sobre los ecosistemas y recursos naturales, y asegurando el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El proyecto denominado “Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya” se localizará en el municipio de El Llano, estado de Aguascalientes, México, dentro de una superficie denominada Área del Proyecto (AP) de aproximadamente 231.959 ha.

El AP corresponde al polígono dentro del cual se contempla el establecimiento de las obras e infraestructura necesarias para la ejecución, operación y mantenimiento del parque fotovoltaico y del Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE), incluyendo los arreglos fotovoltaicos, estructuras de seguimiento, centros de conversión, infraestructura eléctrica, caminos internos, áreas de maniobra, instalaciones auxiliares y demás obras asociadas al proyecto.

La localización general del proyecto se presenta en la Figura 1, en la cual se muestra su ubicación respecto del municipio de El Llano y de las principales localidades, vías de comunicación e infraestructura existente en el área de estudio.

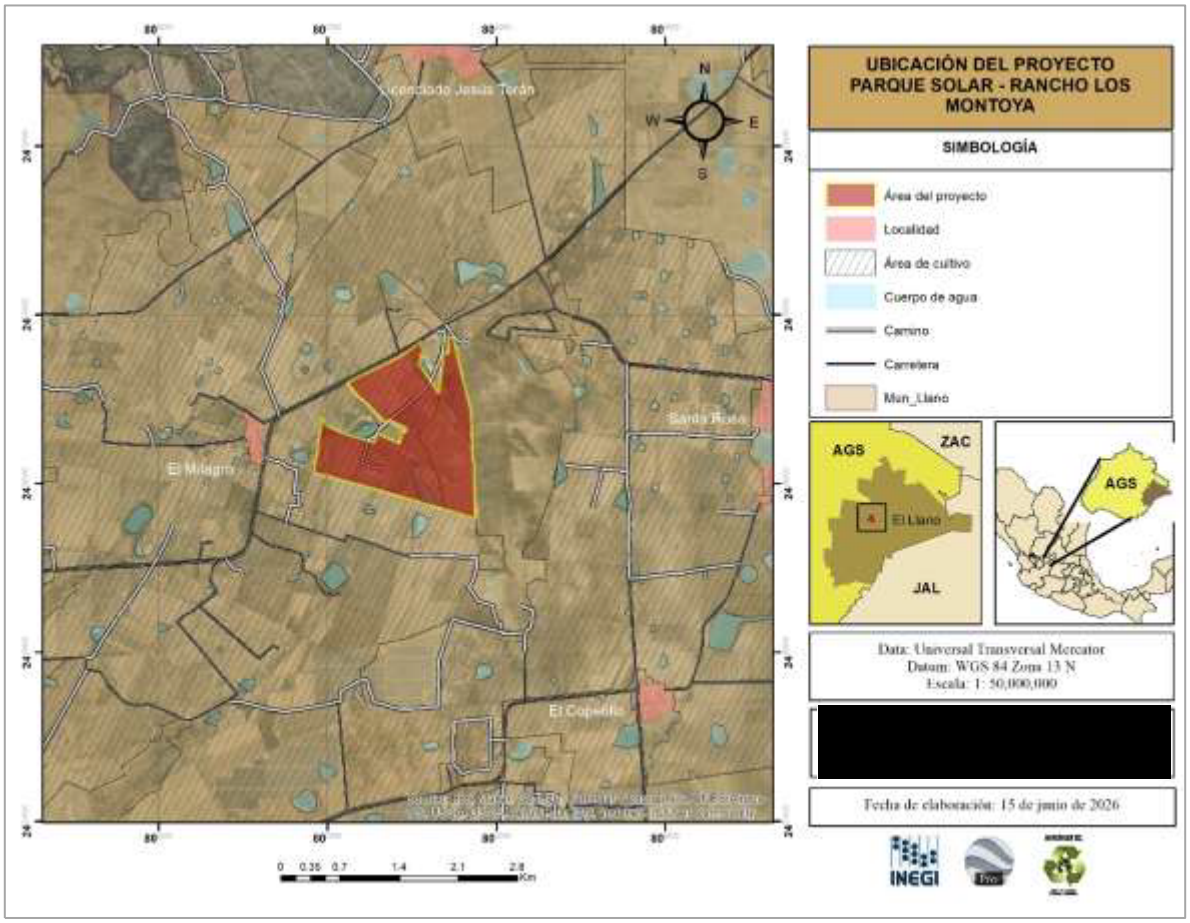


Figura 1. Mapa de ubicación regional del Proyecto Solar “Rancho los Montoya”.

Para la delimitación espacial del proyecto se empleó el sistema de coordenadas **UTM**, utilizando el sistema de referencia y zona correspondientes a la ubicación del proyecto. El polígono del AP se encuentra definido mediante los vértices que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de los vértices que delimitan el área del proyecto.

COORDENADAS WGS 84 UTM ZONA 13 N					
id	**X**	**Y**	**id**	**X**	**Y**
1	801844.207	2428135.007	**20**	802905.644	2429540.436
2	801939.546	2428784.363	**21**	803100.856	2429678.188
3	801993.781	2428684.697	**22**	803128.579	2429576.797
4	802163.038	2428609.891	**23**	803079.244	2429426.959
5	802553.336	2428491.575	**24**	803315.537	2429075.099
6	802595.992	2428591.164	**25**	803373.711	2429552.096
7	802852.343	2428479.24	**26**	803434.069	2429549.501
8	802881.845	2428605.33	**27**	803442.984	2429591.435
9	802901.505	2428598.597	**28**	803437.468	2429629.501
10	802934.304	2428654.043	**29**	803423.551	2429725.56
11	802823.934	2428710.836	**30**	803488.582	2429730.725
12	802733.541	2428754.584	**31**	803626.139	2429152.453

13	802695.689	2428718.952	**32**	803701.212	2428871.839
14	802441.485	2428972.697	**33**	803723.75	2428276.758
15	802350.672	2429043.808	**34**	803735.666	2428276.992
16	802241.847	2429187.989	**35**	803754.165	2427588.333
17	802268.617	2429219.776	**36**	802861.08	2427849.513
18	802440.452	2429300.374	**37**	801844.207	2428135.007
19	802789.884	2429470.144	**AREA_ 231.957 HA**		

Distribución general de las obras

Dentro del AP se contempla la instalación de los diferentes componentes que integran la central de generación fotovoltaica y el Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica. La distribución espacial de estos componentes responde a criterios técnicos de diseño, operación y seguridad, así como a las características topográficas y ambientales del sitio.

La infraestructura principal estará conformada por los arreglos de módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras de seguimiento de un eje horizontal norte-sur, inversores, centros de conversión, transformadores, infraestructura de media tensión, sistema de almacenamiento de energía, subestación e infraestructura de interconexión, además de caminos internos, áreas de maniobra e instalaciones auxiliares.

Los módulos fotovoltaicos estarán distribuidos en arreglos o bloques dentro del AP, manteniendo la separación requerida entre filas de estructuras para permitir su adecuado funcionamiento, operación y mantenimiento. De acuerdo con la configuración de diseño, la separación aproximada entre filas (pitch) será de 6 m.

La distribución de los arreglos fotovoltaicos y de los principales componentes eléctricos se muestra en el plano de conjunto del proyecto. Se anexa plano de distribución de obras (Anexo 3).

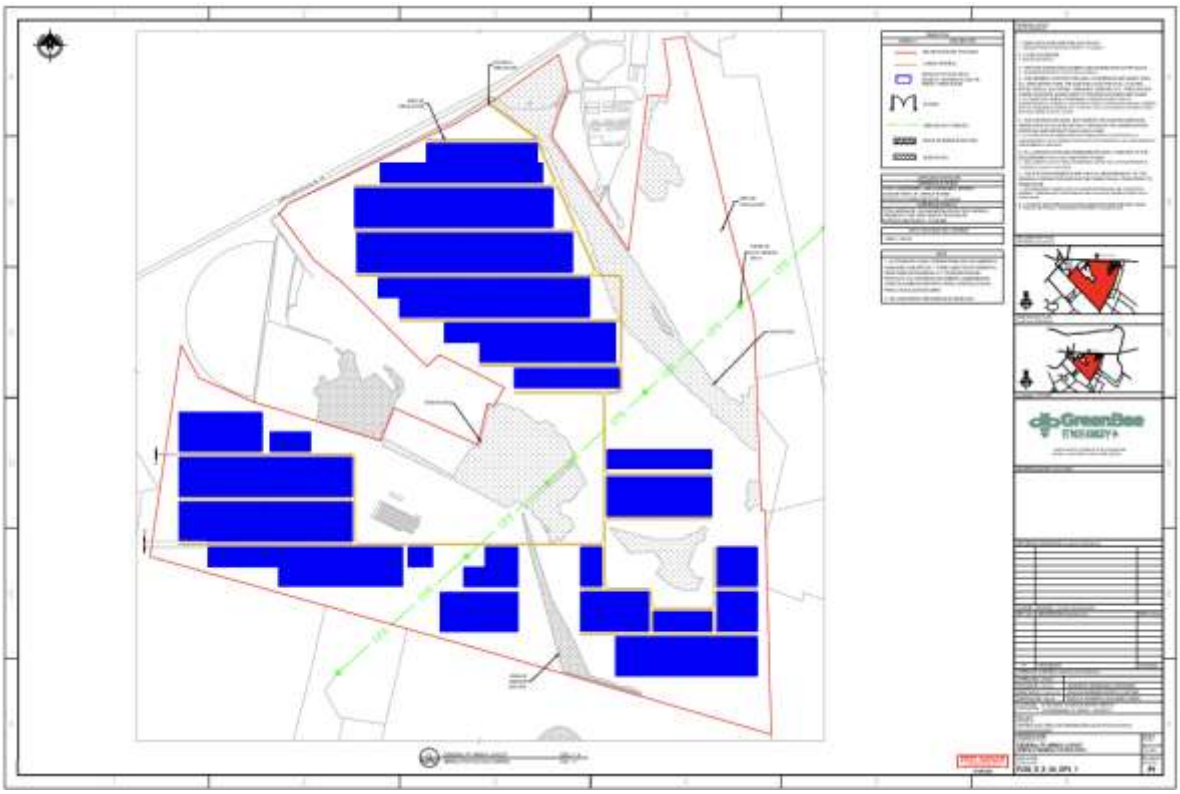


Figura 2. Plano de módulos, estructuras y equipos dentro del área del proyecto.

El arreglo definitivo de los módulos, estructuras, equipos eléctricos y demás componentes podrá ser precisado durante la ingeniería de detalle, atendiendo los requerimientos técnicos de los equipos, las condiciones de operación y mantenimiento y las disposiciones aplicables en materia de seguridad e interconexión eléctrica.

Acceso al sitio

El acceso al proyecto se realizará mediante la infraestructura vial existente en la zona y los caminos de acceso que serán acondicionados o construidos, según corresponda, para permitir el ingreso de personal, maquinaria, materiales y equipos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como para facilitar las actividades de operación y mantenimiento durante la vida útil de la central.

Los accesos y caminos internos se definirán de acuerdo con la distribución de los arreglos fotovoltaicos y demás instalaciones que integran el proyecto, procurando aprovechar, en la medida de lo posible, la infraestructura vial existente y reducir la apertura de superficies adicionales.

II.1.4. Inversión requerida.

Los costos estimados para las obras de construcción del Proyecto ascienden a $108,000,000.00 MDD (ciento ocho millones de dólares), después de impuestos.

Además, desde la etapa de planeación del Proyecto, la Promovente destina una inversión para la ejecución y elaboración de estudios ambientales, así como para el cumplimiento

con la legislación vigente en materia de agua, uso de suelo, demanda de servicios, gestión para la evaluación del impacto ambiental.

De igual manera, se destinará un presupuesto para la obtención de permisos y licencias de construcción y para la aplicación de medidas de prevención y mitigación y el mantenimiento.

II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa.

El proyecto “Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya” consiste en el establecimiento de una central de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar, complementada con un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) y la infraestructura necesaria para su transformación, conducción, control e interconexión con la Red Nacional de Transmisión.

El proyecto se desarrollará dentro de un Área del Proyecto (AP) de 231.959 ha, localizada en el municipio de El Llano, estado de Aguascalientes. Dentro de esta superficie se distribuirán los componentes que conforman la central de generación, el sistema de almacenamiento, la infraestructura eléctrica de interconexión, así como las obras auxiliares requeridas para su funcionamiento.

La central fotovoltaica tendrá una potencia instalada de 151.83 MWp en corriente directa (CD) y una potencia interconectada de 119.6 MW en corriente alterna (CA). De acuerdo con las condiciones de diseño, se estima una producción anual neta de aproximadamente 335,109 MWh/año, una producción específica de 2,207 kWh/kWp/año y un Performance Ratio de 75.01 %.

El sistema de generación estará constituido principalmente por módulos fotovoltaicos bifaciales de tecnología monocristalina, estructuras de seguimiento solar de un eje horizontal, inversores, centros de conversión y transformación, circuitos eléctricos, sistemas de protección, control y monitoreo, así como la infraestructura necesaria para conducir la energía eléctrica hacia el punto de interconexión.

Los módulos fotovoltaicos considerados corresponden al modelo TSM-NEG21C.20Q 745W, de la marca Trina Solar, y serán instalados sobre estructuras tipo tracker con seguimiento de un eje horizontal y orientación norte-sur. La configuración considera 28 módulos por string y una separación aproximada de 6 m entre filas de estructuras (pitch).

La conversión de la energía eléctrica generada en corriente directa a corriente alterna se realizará mediante inversores modelo SUN2000-506KTL-H1, de la marca Huawei, con una potencia nominal aproximada de 460 kW y potencia aparente de hasta 506 kVA. La energía será posteriormente transformada a niveles de media tensión mediante los centros de conversión correspondientes.

Como componente complementario de la central se contempla un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) con una capacidad aproximada de 72.71 MW / 220.34 MWh. El sistema estará destinado al almacenamiento temporal de energía generada exclusivamente por la central fotovoltaica y estará integrado por unidades de baterías, sistemas de conversión de energía (PCS), centros de conversión, transformadores y sistemas de control y gestión.

La infraestructura eléctrica del proyecto incluirá los elementos necesarios para concentrar y transformar la energía generada por los sistemas fotovoltaico y de almacenamiento, así como para su conducción hacia el punto de interconexión. Se contempla una interconexión a la Red Nacional de Transmisión a una tensión de 115 kV, mediante una subestación de maniobras asociada a la línea de transmisión identificada como L93Z60.

La infraestructura de interconexión considerará equipos de media tensión a 35 kV y un transformador de potencia de 75/100/125 MVA, con relación de transformación de 115/35 kV, además de los sistemas de protección, control, medición y comunicación requeridos para la operación de la central.

De manera general, el proyecto estará integrado por los siguientes componentes:

- Arreglos de módulos fotovoltaicos.
- Estructuras de seguimiento solar de un eje horizontal.
- Inversores fotovoltaicos.
- Centros de conversión y transformación.
- Circuitos eléctricos de baja y media tensión.
- Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica.
- Unidades de baterías y sistemas PCS.
- Centros de conversión del sistema de almacenamiento.
- Transformadores y equipos eléctricos asociados.
- Sistemas de protección, control, medición y comunicación.
- Subestación de maniobras e infraestructura de interconexión.
- Caminos internos, áreas de circulación y maniobra.
- Instalaciones auxiliares y de servicios.
- Obras complementarias requeridas para la operación y mantenimiento de las instalaciones.

La distribución espacial de los componentes se realizará de acuerdo con la configuración de diseño, las características técnicas de los equipos, los requerimientos de operación y mantenimiento, las condiciones del terreno y los requerimientos establecidos para la interconexión eléctrica. El arreglo general de las instalaciones se presenta en el plano de conjunto del proyecto.

Las actividades específicas necesarias para el establecimiento de los componentes señalados, incluyendo preparación del sitio, construcción, instalación y montaje de infraestructura, serán descritas en el apartado correspondiente de Preparación del sitio y construcción.

De igual manera, las actividades relacionadas con el funcionamiento de la central, mantenimiento preventivo y correctivo, supervisión y gestión de los sistemas fotovoltaico y de almacenamiento serán desarrolladas en el apartado de Operación y mantenimiento.

Las actividades asociadas al retiro de infraestructura, desmantelamiento y destino final de los componentes al término de la vida útil del proyecto serán descritas en el apartado correspondiente a Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

La generación, manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición de los residuos, así como las emisiones a la atmósfera y demás elementos asociados a la generación de

contaminantes durante las diferentes etapas del proyecto, serán desarrollados en el apartado de Residuos y generación de emisiones. Asimismo, las fuentes y estimaciones relacionadas con la generación de gases y compuestos de efecto invernadero serán abordadas específicamente en el apartado correspondiente.

La configuración definitiva de determinados componentes podrá precisarse mediante la ingeniería de detalle, atendiendo los requerimientos técnicos de los equipos, las condiciones de operación y seguridad y las disposiciones establecidas por las autoridades y organismos competentes en materia de interconexión, sin modificar la naturaleza general del proyecto ni la superficie del Área del Proyecto.

II.2.1. Programa de trabajo.

El Proyecto estará constituido por obras principales, permanentes y temporales que se asocian desde la preparación del sitio y a lo largo de la construcción, operación y mantenimiento del parque solar fotovoltaico. En la tabla siguiente se presenta de manera general el cronograma, la vida útil del Proyecto que corresponde a 25 años, de acuerdo al tiempo requerido para la realización de cada una de las actividades mencionadas por etapa. En dicho cuadro se observa que las actividades de las etapas Preparación del sitio y Construcción se llevarán a cabo en un período de 24 meses (2 años), la Operación del Proyecto se llevará a cabo a lo largo de los siguientes 21 años y por último se realizará el Abandono del sitio en un periodo de dos años (2).

Tabla 2. Programa específico de trabajo.

ETAPA	ACTIVIDAD	2027												2028												2029 - 2050	2050 - 2052
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Preparación del Sitio	Delimitación del sitio																										
	Rescate de flora y fauna																										
	Desmonte y despalme																										
	Obras temporales																										
Construcción	Caminos de acceso e internos																										
	Excavación, compactación y nivelación																										
	Instalación de cerco perimetral																										
	Establecimiento y montaje de módulos																										
	Construcción de subestaciones																										
	Construcción de líneas eléctricas																										
	Desmantelamiento de obras provisionales																										
	Pruebas y energización																										
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento																										
Abandono del Sitio	Limpieza del sitio y Restauración del sitio																										

II.2.2. Preparación del sitio y construcción.

II.2.2.1. *Preparación del sitio*

Las actividades de preparación del sitio estarán orientadas al acondicionamiento de las áreas requeridas para el establecimiento de las obras que integran el "Parque Fotovoltaico, Rancho Los Montoya", incluyendo los arreglos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica,

caminos internos, áreas de maniobra, instalaciones auxiliares y demás componentes contemplados en la ingeniería del proyecto.

La preparación del sitio se realizará de manera gradual, conforme al avance de las obras y de acuerdo con la delimitación espacial establecida en los planos de ingeniería. Previamente al inicio de los trabajos se realizará el trazo, delimitación y señalización topográfica de las áreas de intervención, utilizando elementos físicos fácilmente identificables, tales como estacas, mojoneras, banderolas, pintura, cal u otros medios apropiados.

La ubicación georreferenciada de las principales áreas de intervención, accesos, caminos y componentes del proyecto se presenta en los planos correspondientes y en el Anexo 4 las Coordenadas y archivos cartográficos del proyecto.

a). Trazo y delimitación topográfica

Previo al inicio de las actividades constructivas se efectuará el levantamiento y control topográfico de las áreas destinadas a cada una de las obras del proyecto. Estas actividades tendrán como finalidad establecer en campo los límites de las superficies autorizadas y la ubicación precisa de los componentes de la central.

Se realizará el trazo, nivelación y señalización de las áreas destinadas a los arreglos fotovoltaicos, caminos internos, áreas de maniobra, infraestructura eléctrica, subestación, sistema de almacenamiento, instalaciones auxiliares y demás obras contempladas en la ingeniería.

La delimitación permitirá evitar intervenciones fuera de las superficies previstas para el proyecto y facilitará el control de las actividades durante las etapas de preparación y construcción.

b). Protección y conservación de fauna silvestre

Previo y durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio se implementarán las acciones necesarias para prevenir y minimizar afectaciones sobre la fauna silvestre presente en el área de intervención.

Estas actividades estarán sustentadas en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre y demás medidas de protección ambiental que resulten aplicables, así como en las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad ambiental en la resolución correspondiente.

Entre las acciones previstas se podrá considerar el ahuyentamiento dirigido de fauna, particularmente previo al inicio de las actividades de desmonte, despalme y movimiento de maquinaria. El ahuyentamiento se realizará mediante métodos que no impliquen daño o captura innecesaria de los organismos.

Cuando durante los recorridos previos o durante la ejecución de las actividades se detecten ejemplares que, por sus características, movilidad, condición o estatus de protección requieran manejo, se procederá conforme a los protocolos establecidos en el programa correspondiente.

Las actividades de rescate, captura y reubicación, cuando sean necesarias, serán realizadas por personal capacitado, utilizando técnicas apropiadas para cada grupo taxonómico y considerando sitios previamente seleccionados que presenten condiciones ambientales adecuadas.

Estas acciones serán realizadas de manera previa y/o simultánea al avance de las actividades de preparación del sitio, con el propósito de favorecer el desplazamiento de los organismos hacia áreas con menor perturbación y reducir el riesgo de afectación directa.

c). Desmonte, limpieza y despalme

Las actividades de desmonte y limpieza se realizarán únicamente en las superficies requeridas para el establecimiento de las obras autorizadas. La intervención de la cobertura vegetal se llevará a cabo de manera gradual y conforme al avance de los trabajos.

El método de remoción dependerá de las características de la cobertura existente y de las condiciones particulares de cada área, pudiendo utilizarse maquinaria pesada, equipo menor y herramientas manuales.

En las áreas donde sea necesario efectuar despalme se realizará la remoción de la capa superficial del suelo hasta la profundidad que determine la ingeniería del proyecto y las condiciones particulares del terreno. El material producto del despalme será manejado de manera diferenciada respecto del material de excavación, procurando conservar sus características para su posterior aprovechamiento en actividades de restauración, acondicionamiento o recuperación de áreas.

El suelo fértil o capa superficial que sea susceptible de aprovechamiento será almacenado temporalmente en sitios previamente definidos, evitando su mezcla con residuos de construcción u otros materiales y procurando protegerlo de procesos de erosión eólica e hídrica.

Los residuos vegetales producto de las actividades de limpieza serán manejados de acuerdo con las medidas ambientales aplicables. Cuando sus características lo permitan, podrán ser triturados, troceados y reincorporados al suelo en áreas autorizadas, favoreciendo su descomposición natural. En caso de generarse materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento en el sitio, éstos serán trasladados a los sitios de manejo o disposición que correspondan.

No se contempla el uso de herbicidas u otros productos químicos para la eliminación de la vegetación durante esta actividad.

Las actividades de desmonte y despalme se ejecutarán de forma gradual y unidireccional, procurando favorecer el desplazamiento de la fauna hacia áreas aledañas con menor perturbación.

d). Instalaciones provisionales de obra

Durante la etapa de construcción se habilitarán las instalaciones provisionales necesarias para el desarrollo de los trabajos, las cuales podrán incluir oficinas y casetas de obra, áreas de almacenamiento temporal de materiales y equipos, estacionamiento de vehículos, áreas de servicios para el personal y demás instalaciones auxiliares requeridas.

La ubicación de las instalaciones provisionales se seleccionará procurando aprovechar áreas previamente intervenidas o superficies contempladas dentro de la configuración del proyecto, evitando afectar áreas adicionales a las estrictamente necesarias.

En caso de requerirse instalaciones específicas para la elaboración o suministro de concreto, éstas se establecerán de acuerdo con las necesidades de la obra y las disposiciones aplicables. Siempre que resulte técnica y ambientalmente conveniente, se priorizará el suministro de concreto premezclado proveniente de proveedores autorizados. La infraestructura provisional será retirada una vez concluidas las actividades que justifiquen su permanencia, y las superficies ocupadas serán acondicionadas conforme a las medidas de restauración y manejo ambiental aplicables.

e). Instalación del cerco perimetral

Como parte de las actividades iniciales se instalará un sistema de delimitación perimetral del área de intervención, cuya función será restringir el acceso no autorizado, brindar seguridad al personal y proteger la maquinaria, materiales y equipos empleados durante la construcción.

La ubicación del cerco se ajustará al polígono autorizado y a la configuración definitiva de las obras, evitando ocupar superficies adicionales a las contempladas por el proyecto.

II.2.2.2. *Construcción*

La etapa de construcción comprenderá la ejecución de las obras civiles, electromecánicas y eléctricas necesarias para el establecimiento y puesta en funcionamiento del Parque Fotovoltaico "Rancho Los Montoya" y de su Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE).

La infraestructura principal estará constituida por los módulos fotovoltaicos, estructuras de seguimiento, inversores, centros de conversión, infraestructura eléctrica de media y alta tensión, sistema de almacenamiento, subestación, sistemas de control y demás obras auxiliares.

Las principales características de los equipos considerados en la ingeniería vigente se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales características de la central fotovoltaica y del sistema de almacenamiento

Característica	Especificación
Potencia instalada fotovoltaica	151.83 MWp (CD)
Potencia interconectada	119.6 MW (CA)
Relación CD/CA	1.27
Producción anual neta estimada	335,109 MWh/año
Producción específica	2,207 kWh/kWp/año
Performance Ratio	75.01 %
Albedo	0.20
Capacidad del SAEE	72.71 MW / 220.34 MWh
Punto de interconexión	100 MW
Tensión de interconexión	115 kV
Tensión de media tensión	35 kV
Separación entre estructuras (*pitch*)	6 m
Módulos por *string*	28

Número de *strings*	7,279

Las características y especificaciones del BESS y FV se anexan para su consulta (Anexo 5)

a). Excavaciones, nivelación y conformación del terreno

Se realizarán las excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones y compactaciones requeridas para la construcción de cimentaciones, caminos, áreas de maniobra, subestación, infraestructura eléctrica, sistema de almacenamiento y demás obras civiles.

Los procedimientos constructivos serán definidos con base en los resultados de los estudios geotécnicos y en la ingeniería de detalle, procurando adaptar las obras a las condiciones naturales del terreno y minimizar movimientos de tierra innecesarios.

El material producto de excavación que presente características adecuadas podrá reutilizarse dentro del proyecto para rellenos y nivelaciones. El material que no sea susceptible de aprovechamiento será manejado conforme a las disposiciones aplicables.

b). Construcción de caminos y áreas de maniobra.

Se construirán y/o acondicionarán los caminos internos necesarios para permitir el acceso a los diferentes componentes de la central durante la construcción y posteriormente durante las actividades de operación y mantenimiento.

Asimismo, se habilitarán áreas de maniobra para el tránsito y operación de maquinaria y equipos.

Las obras podrán incluir actividades de despalme, conformación, nivelación, compactación y colocación de materiales de revestimiento.

El diseño procurará conservar, en la medida de lo posible, las condiciones naturales del relieve y mantener la continuidad de los escurrimientos superficiales.

La distribución y ubicación de los caminos proyectados se presenta en los planos de conjunto y en el Anexo 4. Coordenadas y archivos cartográficos del proyecto.

c). Obras de drenaje y manejo de escurrimientos.

En los sitios donde sea necesario se construirán obras destinadas a permitir el adecuado tránsito de los escurrimientos superficiales y proteger la infraestructura.

Estas obras podrán incluir cunetas, canales, pasos de agua, alcantarillas, vados, estructuras disipadoras de energía y otras obras hidráulicas que determine la ingeniería.

Su diseño considerará las características del terreno y los patrones naturales de escurrimiento, procurando evitar la interrupción o modificación innecesaria del drenaje superficial.

d). Cimentaciones y estructuras de soporte

La instalación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos se realizará conforme a las características geotécnicas del sitio y a las especificaciones de ingeniería. Dependiendo de las condiciones del terreno, podrán emplearse sistemas de fijación mediante pilotes hincados, pre-perforación (pre-drilling), tornillos de cimentación u otros sistemas técnicamente justificados.

Las estructuras corresponderán a sistemas de seguimiento de un eje horizontal con orientación norte-sur

e). Instalación de módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos serán de tipo bifacial monocristalino, modelo TSM-NEG21C.20Q 745W, marca Trina Solar, con una potencia nominal de 745 W por módulo.

Los módulos serán instalados sobre estructuras metálicas tipo tracker de un eje horizontal N-S.

La configuración eléctrica contempla 28 módulos por string, de acuerdo con la ingeniería eléctrica del proyecto.

Tabla 4. Características principales del módulo fotovoltaico.

Parámetro	Característica
Marca	Trina Solar
Modelo	TSM-NEG21C.20Q 745W
Tipo	Bifacial monocristalino
Potencia máxima nominal	750 W*
Potencia de referencia del modelo	745 W
Voltaje de operación (Vmp)	42.30 V
Corriente de operación (Imp)	17.62 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	50.30 V
Corriente de corto circuito (Isc)	18.58 A
Eficiencia	24 %
Tensión máxima del sistema	1,500 V

f). Instalación de inversores y centros de conversión

La energía generada por los módulos fotovoltaicos será conducida a los inversores, encargados de convertir la corriente directa en corriente alterna.

Se instalarán inversores SUN2000-506KTL-H1, marca Huawei, con una potencia activa nominal de 460 kW y potencia aparente máxima de 506 kVA.

Tabla 5. Características del inversor fotovoltaico.

Parámetro	Característica
Marca	Huawei
Modelo	SUN2000-506KTL-H1
Potencia activa nominal	460 kW
Potencia aparente máxima	506 kVA

Tensión máxima de entrada	1,500 V
Rango de voltaje MPPT	500–1,500 V
Voltaje nominal MPPT	1,200 V
Número de MPPT	6
Corriente máxima nominal por MPPT	105 A
Corriente máxima de cortocircuito por MPPT	180 A
Voltaje nominal de salida	1,000 V
Corriente máxima de salida	292.20 A

g). Instalación del sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica.

Como parte del proyecto se instalará un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) con una capacidad de 72.71 MW / 220.34 MWh.

El sistema será cargado exclusivamente mediante la energía producida por la central fotovoltaica y estará integrado por unidades de baterías, sistemas de conversión de energía, centros de conversión, transformadores y sistemas de control.

Tabla 6. Principales componentes del SAEE.

Componente	Marca	Modelo	Características
Unidad de baterías	Huawei	LUNA2000-5015-2S	2,507.5 kW; 7,598.1 kWh; 1,331.2 Vcd nominal
PCS	Huawei	LUNA2000-213KTL-H0	213 kW / 236.4 kVA; 1,500 Vcd máx.; 800 Vca
Centro de conversión ESS	Huawei	JUPITER-9000K-H1	9,000 kVA; 800 Vca – 35 kVca
Centro de conversión ESS	Huawei	JUPITER-6000K-H1	6,600 kVA; 800 Vca – 35 kVca
Transformador de servicios ESS	Huawei	DTS-200K-D0	210 kVA; 800 Vca
Controlador de planta	Huawei	SPPC2000-A02	Control y supervisión de planta
Controlador de despacho	Huawei	SmartPMS2000	Gestión y despacho de energía

h). Red eléctrica de media tensión

Se instalarán los circuitos eléctricos necesarios para conducir la energía generada por los arreglos fotovoltaicos y la energía gestionada mediante el SAEE hacia los centros de transformación y la infraestructura de interconexión.

Los circuitos de media tensión serán conducidos mediante la infraestructura eléctrica definida en la ingeniería, incluyendo canalizaciones, cableado, protecciones y demás elementos necesarios.

Las excavaciones para las canalizaciones se realizarán mediante medios mecánicos y, cuando las condiciones particulares lo requieran, mediante herramientas manuales.

Una vez instalados los conductores, las zanjas serán rellenadas y compactadas. Siempre que sea técnicamente viable, se utilizará el material producto de excavación para el relleno

i). Construcción de subestación e infraestructura de interconexión.

El proyecto contempla la interconexión a la Red Nacional de Transmisión (RNT) a 115 kV, mediante una subestación de maniobras asociada a la línea L93Z60.

La infraestructura contará con los equipos necesarios para la transformación, protección, medición, control y conexión de la energía generada.

El transformador de potencia considerado tendrá una capacidad de 75 MVA ONAN, con pasos superiores de 100 y 125 MVA ONAF, y una relación de transformación de 115/35 kV.

Tabla 7. Principales características de la infraestructura de interconexión.

Elemento	Característica
Red de interconexión	Red Nacional de Transmisión
Tensión de interconexión	115 kV
Línea asociada	L93Z60
Nivel de media tensión	35 kV
Transformador de potencia	75/100/125 MVA
Régimen del transformador	75 MVA ONAN / 100 y 125 MVA ONAF
Relación de transformación	115/35 kV
Punto de interconexión	100 MW

j). Pruebas, puesta en servicio y energización.

Una vez terminada la instalación de los equipos y sistemas se realizarán las pruebas eléctricas, mecánicas y funcionales correspondientes.

Se verificarán, entre otros elementos, los módulos fotovoltaicos, inversores, sistemas de almacenamiento, centros de conversión, transformadores, sistemas de protección, control y comunicación.

Una vez concluidas satisfactoriamente las pruebas se procederá a la energización y puesta en servicio de las instalaciones conforme a los procedimientos técnicos y requisitos establecidos por las autoridades y organismos competentes.

II.2.2.3. *Agua requerida durante la construcción*

Durante la preparación del sitio y construcción se requerirá agua para consumo humano, servicios sanitarios y actividades constructivas.

El agua para consumo humano será suministrada mediante fuentes autorizadas y estará disponible para el personal durante toda la etapa constructiva.

El agua requerida para actividades como control de polvo, compactación u otras necesidades de construcción será suministrada mediante camiones cisterna y, cuando resulte necesario, almacenada temporalmente en tanques dentro del proyecto.

Los volúmenes definitivos serán determinados conforme al número de trabajadores, duración de las actividades y programa constructivo.

II.2.2.4. *Energía eléctrica*

Durante la construcción se utilizarán fuentes provisionales de energía eléctrica para iluminación, herramientas, equipos y servicios auxiliares.

En caso de emplearse plantas generadoras a diésel, éstas serán operadas bajo condiciones de seguridad adecuadas y se implementarán medidas para prevenir derrames y contaminación del suelo.

II.2.2.5. *Personal requerido*

El proyecto requerirá personal especializado, calificado y no calificado para la ejecución de las actividades de preparación y construcción.

El número de trabajadores variará de acuerdo con el avance de la obra y el programa constructivo.

Tipo	Actividades principales
Personal especializado	Gerencia, ingeniería, supervisión, geotecnia, seguridad y medio ambiente
Personal calificado	Topografía, instalaciones eléctricas, obras civiles, montaje electromecánico y operación de maquinaria
Personal no calificado	Movimiento de materiales, apoyo en construcción, limpieza y servicios generales

II.2.2.6. *Maquinaria y equipo*

Para la ejecución de las actividades constructivas se utilizará maquinaria pesada, equipo especializado y vehículos de transporte.

La cantidad y tipo de maquinaria podrán variar conforme al avance de las obras y al programa constructivo.

No.	Maquinaria y vehículos	Cantidad
1	Telehandler – Manitou	3
2	Minicargadora – Bobcat	2
3	Camión pluma	2
4	Camión 3/4	2
5	Máquina de tendido	4
6	Excavadora	3
7	Excavadora mixta	2
8	Camión bañera – Dumper	2
9	Camión de volteo	5
10	Bulldozer	2
11	Rulo compactador	2
12	Placa vibradora	2
13	Motoniveladora	2
14	Camión pipa	2
15	Grúa de 80 toneladas	1
Total		**36**

II.2.3. Operación y mantenimiento.

Una vez concluidas las actividades de preparación del sitio, construcción, instalación, pruebas y energización de la infraestructura, dará inicio la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Parque Fotovoltaico Rancho Los Montoya”, cuya finalidad será la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar, así como su almacenamiento mediante un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) y su posterior entrega a la Red Nacional de Transmisión (RNT) a través del Punto de Interconexión (POI).

La operación de la Central Fotovoltaica estará basada en la conversión de la radiación solar en energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras metálicas con sistema de seguimiento solar. La energía generada en corriente directa será conducida hacia los inversores, donde será convertida a corriente alterna. Posteriormente, mediante los centros de conversión y transformadores correspondientes, la energía será elevada al nivel de tensión requerido para su conducción hacia la subestación y, finalmente, hacia el Punto de Interconexión con la RNT.

El sistema fotovoltaico contará con una potencia instalada de 151.83 MWp en corriente directa (CD) y una potencia interconectada de 119.6 MW en corriente alterna (CA). La producción anual neta estimada de la central será de aproximadamente 335,109 MWh/año, con una producción específica estimada de 2,207 kWh/kWp/año y un Performance Ratio (PR) de 75.01 %.

De manera complementaria, el proyecto contará con un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) con una potencia de 72.71 MW y una capacidad de almacenamiento de 220.34 MWh. El sistema de almacenamiento será cargado exclusivamente mediante la energía generada por el sistema fotovoltaico, de acuerdo con las condiciones de operación y despacho establecidas para el proyecto.

La operación de la central será apoyada mediante sistemas de supervisión, control y monitoreo que permitirán registrar las principales variables eléctricas y operativas de los equipos, identificar desviaciones en su funcionamiento y realizar las acciones necesarias para mantener condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad y eficiencia.

Tabla 8. Características del sistema fotovoltaico y del sistema de almacenamiento.

Concepto	Característica
Tipo de instalación	Central de generación eléctrica solar fotovoltaica con Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica
Potencia instalada fotovoltaica	151.83 MWp CD
Potencia interconectada	119.6 MW CA
Relación CD/CA	1.27
Producción anual neta estimada	335,109 MWh/año
Producción específica	2,207 kWh/kWp/año
Performance Ratio (PR)	75.01 %
Albedo considerado	0.20
Módulo fotovoltaico	Trina Solar TSM-NEG21C.20Q 745W
Potencia nominal del módulo	745 W

Tipo de módulo	Bifacial monocristalino
Inversor fotovoltaico	Huawei SUN2000-506KTL-H1
Potencia nominal del inversor	460 kW / 506 kVA
Sistema de montaje	Tracker de seguimiento de eje horizontal N-S
Separación entre estructuras (*pitch*)	6 m
Número de strings	7,279
Sistema de almacenamiento	SAEE
Potencia del SAEE	72.71 MW
Capacidad del SAEE	220.34 MWh
Unidad de batería	Huawei LUNA2000-5015-2S
Sistema de conversión de energía	Huawei LUNA2000-213KTL-H0
Punto de interconexión	Red Nacional de Transmisión
Tensión de interconexión	115 kV

II.2.3.1. *Actividades de operación*

Durante la etapa de operación se realizará la captación de la radiación solar mediante los módulos fotovoltaicos. Cuando la radiación solar incide sobre las celdas fotovoltaicas, se produce energía eléctrica en corriente directa. Esta energía será conducida hacia los inversores fotovoltaicos Huawei SUN2000-506KTL-H1, donde será convertida en corriente alterna.

Posteriormente, la energía será conducida hacia los centros de conversión y transformadores, donde se elevará la tensión para su conducción a través de la red interna de media tensión hacia la subestación eléctrica del proyecto. Desde esta infraestructura, la energía será transformada al nivel de tensión requerido para su interconexión a 115 kV con la Red Nacional de Transmisión, mediante la infraestructura de interconexión asociada al proyecto.

De manera complementaria, el SAEE permitirá almacenar parte de la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico. El sistema estará integrado por unidades de baterías Huawei LUNA2000-5015-2S y sistemas de conversión de energía Huawei LUNA2000-213KTL-H0, cuya operación estará coordinada con el sistema de generación fotovoltaica y los sistemas de control de la planta.

La operación del sistema será supervisada mediante sistemas de control y monitoreo que permitirán verificar en tiempo real las condiciones de funcionamiento de los principales equipos, incluyendo módulos fotovoltaicos, inversores, centros de conversión, transformadores, subestación, sistema de almacenamiento y demás infraestructura eléctrica.

El proyecto contará con un sistema de control de planta y de despacho de energía que permitirá gestionar la generación y el almacenamiento de acuerdo con las condiciones de operación establecidas para la central y los requerimientos del sistema eléctrico.

II.2.3.2. *Aprovechamiento del recurso solar y estudios de generación*

La configuración del sistema fotovoltaico fue definida considerando las condiciones de radiación solar del sitio, las características de los módulos fotovoltaicos y la disposición de las estructuras de seguimiento solar. Los módulos serán instalados sobre estructuras tipo tracker de seguimiento de eje horizontal N-S, con una separación aproximada de 6 m entre estructuras (pitch).

Como parte de la ingeniería del proyecto se realizó un estudio de generación y análisis de sombras, mediante el cual se evaluó el comportamiento esperado del central considerando, entre otros factores, la disponibilidad del recurso solar, la configuración de los módulos y la posible incidencia de sombras entre las filas de estructuras fotovoltaicas.

Los resultados del estudio permiten sustentar la configuración propuesta para la central y la estimación de la producción anual de energía, estimada en 335,109 MWh/año, así como el Performance Ratio de 75.01 %.

El estudio de generación y sombras se integra como Anexo 6. Estudio de generación y análisis de sombras del proyecto, así como los diagramas simplificados de la generación fotovoltaica “Parque Fotovoltaico Rancho Los Montoya”, para su consulta y revisión.

II.2.3.3. *Personal y recursos para la operación*

Durante la etapa de operación y mantenimiento se contará con personal responsable de la supervisión de la central, vigilancia, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, así como de la atención de actividades específicas que requieran personal especializado.

La cantidad de trabajadores estará determinada por los requerimientos operativos de la instalación y por los programas de mantenimiento establecidos para los equipos. Las actividades podrán ser realizadas mediante personal permanente y personal especializado contratado temporalmente para inspecciones, reparaciones, sustitución de componentes u otras actividades específicas.

La operación de la central será apoyada mediante sistemas de monitoreo y control remoto, lo que permitirá reducir la necesidad de presencia permanente de personal en las áreas de generación y almacenamiento.

II.2.3.4. *Programa de operación y mantenimiento*

Se implementará un Programa de Operación y Mantenimiento orientado a conservar la infraestructura del proyecto en condiciones adecuadas de funcionamiento, seguridad y eficiencia durante su vida útil.

El programa comprenderá actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, así como inspecciones periódicas de los principales componentes de la central.

Entre las actividades generales se contemplan:

- Inspección y mantenimiento de módulos fotovoltaicos.
- Limpieza de módulos fotovoltaicos.

- Inspección de estructuras y seguidores solares.
- Revisión de cableado, conexiones y sistemas eléctricos.
- Mantenimiento de inversores y centros de conversión.
- Inspección y mantenimiento de transformadores.
- Inspección y mantenimiento de la subestación eléctrica.
- Inspección y mantenimiento del SAEE.
- Revisión de sistemas de protección, control y comunicación.
- Inspección de la infraestructura de interconexión.
- Mantenimiento de caminos internos y accesos.
- Inspección y mantenimiento del cerco perimetral.
- Mantenimiento de sistemas de seguridad y vigilancia.
- Inspección de sistemas de protección y prevención de incendios.
- Control de la vegetación cuando interfiera con el funcionamiento o seguridad de las instalaciones.

Las frecuencias de mantenimiento serán establecidas de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, las condiciones de operación, los resultados de las inspecciones y los programas específicos establecidos para cada componente.

Tabla 9. Programa general de mantenimiento preventivo.

Equipo o infraestructura	Frecuencia	Actividades principales
Módulos fotovoltaicos	De acuerdo con programa de mantenimiento	Inspección visual, identificación de daños, revisión de conexiones y limpieza
Seguidores solares	Periódica	Revisión de estructuras, mecanismos, actuadores y conexiones
Inversores	Periódica	Inspección de componentes, conexiones, ventilación, temperatura y dispositivos de seguridad
Centros de conversión	Periódica	Revisión de equipos eléctricos, conexiones y parámetros de operación
Transformadores	Periódica	Inspección de conexiones, temperatura, elementos de protección y condiciones generales
Subestación eléctrica	Periódica	Inspección de equipos, protecciones, cableado, control y medición
SAEE	De acuerdo con fabricante	Inspección de baterías, sistemas de conversión, temperatura, protecciones y sistemas de seguridad
Infraestructura de interconexión	Periódica	Inspección de conductores, estructuras, conexiones y elementos asociados
Caminos internos	Periódica y posterior a lluvias intensas	Revisión de condiciones de circulación, erosión y drenaje
Cerco perimetral	Periódica	Inspección de daños, accesos y condiciones de seguridad
Sistema contra incendios	De acuerdo con programa de mantenimiento	Inspección y pruebas de funcionamiento
Sistemas de comunicación y control	Periódica	Verificación de funcionamiento y comunicación

II.2.3.5. *Limpieza de los módulos fotovoltaicos*

La limpieza de los módulos fotovoltaicos constituirá una de las principales actividades de mantenimiento preventivo de la central, debido a que la acumulación de polvo y partículas sobre su superficie puede disminuir su eficiencia de generación.

Los módulos instalados serán del modelo TSM-NEG21C.20Q 745W, de tecnología bifacial monocristalina, por lo que las actividades de mantenimiento deberán realizarse procurando conservar sus condiciones de funcionamiento y evitar daños en las superficies de captación. La frecuencia y método de limpieza se determinarán de acuerdo con las condiciones ambientales del sitio, el nivel de acumulación de partículas y las recomendaciones del fabricante. Podrán emplearse métodos de limpieza en seco y/o húmedos, priorizando aquellos que permitan mantener el desempeño de los módulos con el menor consumo de agua posible.

II.2.3.6. *Manejo de la vegetación durante la operación.*

Durante la operación se procurará conservar la cobertura vegetal que se establezca o permanezca en las áreas que no interfieran con la infraestructura ni representen un riesgo para la operación y seguridad de la central.

El control de la vegetación se limitará a las áreas donde resulte necesario mantener condiciones adecuadas para el funcionamiento, mantenimiento y seguridad de los módulos fotovoltaicos, caminos, instalaciones eléctricas y demás infraestructura.

Las actividades de control de vegetación se realizarán mediante métodos mecánicos o manuales, evitando el uso de herbicidas u otros productos químicos, salvo que posteriormente la ingeniería o los programas de mantenimiento autorizados establezcan alguna condición distinta.

II.2.3.7. *Seguridad y prevención de incendios*

La central contará con sistemas de seguridad destinados al control de acceso a las instalaciones, vigilancia de la infraestructura y detección de condiciones que pudieran representar un riesgo para las instalaciones o el personal.

Asimismo, se contará con los equipos y sistemas de prevención y atención de incendios que correspondan a las características de las instalaciones eléctricas y del SAEE, de conformidad con la normativa aplicable, las especificaciones de diseño y las recomendaciones de los fabricantes.

Los equipos destinados a la prevención y atención de incendios serán inspeccionados y mantenidos periódicamente, de acuerdo con los programas de mantenimiento establecidos para la central.

II.2.3.8. *Vehículos y equipos auxiliares*

Durante la operación normal de la central no se prevé el empleo permanente de maquinaria pesada. Las actividades ordinarias de supervisión y mantenimiento se realizarán principalmente mediante vehículos ligeros destinados al transporte de personal, herramientas y materiales.

En caso de requerirse reparaciones mayores, sustitución de componentes, mantenimiento especializado o atención de alguna eventualidad, podrán ingresar temporalmente al sitio vehículos y equipos adicionales, de acuerdo con las necesidades específicas de la actividad

II.2.3.9. *Mantenimiento de caminos y áreas de circulación.*

Los caminos internos, accesos y áreas de circulación serán inspeccionados periódicamente para identificar posibles afectaciones ocasionadas por tránsito vehicular, erosión, escurrimientos superficiales o eventos meteorológicos.

En caso de presentarse deterioro, se realizarán actividades de mantenimiento tales como:

- Limpieza y mantenimiento de cunetas y obras de drenaje.
- Rehabilitación de zonas erosionadas.
- Bacheo y nivelación.
- Reposición de material cuando resulte necesario.
- Limpieza de alcantarillas y pasos de agua.
- Corrección de afectaciones ocasionadas por escurrimientos.

Estas actividades buscarán conservar las condiciones de circulación y evitar modificaciones significativas de los patrones naturales de escurrimiento.

II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

La vida útil del Proyecto será de 25 años en total. Este tipo de proyectos son muy longevos dado que las características de operación no representan un desgsate grande a la infraestructura del parque. Lo más común en este tipo de parque es la rehabilitación y cambio de piezas viejas por nuevas para seguir operando con la infraestructura instalada Por lo que Posterior a este tiempo es posible que el Promovente decida extender su tiempo de operación, para lo cual deberá realizar los trámites y la gestión correspondiente ante las autoridades competentes.

Una vez que el Proyecto llegue a su fin, se realizará el desmantelamiento de los paneles solares y otros elementos mecánicos, los cuales serán trasladados para su reutilización, reciclaje o disposición final, según sea el caso, de acuerdo con la normatividad vigente.

Asimismo, se diseñará un plan de abandono para asegurarse que el sitio se deje en buenas condiciones y libre de contaminantes o residuos peligrosos.

El programa de restauración se realizará una vez que haya concluido, en su caso, la vida útil del parque solar, realizando las siguientes actividades:

- Limpieza del sitio con el desmantelamiento de la infraestructura;
- Reacomodo del suelo fértil en las áreas donde se requieran;
- Reforestación con especies nativas de árboles y arbustos. Esto con el objeto de generar una nueva cobertura vegetal.
- Se brindará vigilancia y mantenimiento a los árboles y, en caso de mortandad, se sustituirán los organismos.

II.2.5. Residuos.

II.2.5.1. *Residuos sólidos*

El manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos dentro del proyecto se realizará a las necesidades que se tendrán en cada una de las etapas y ajustándose a lo que marca la ley.

La generación de residuos durante las etapas del proyecto será variada en cuanto a peligrosidad y volumen. A continuación, se describen por separado la generación para cada una de las etapas.

a). Etapa de preparación de sitio y construcción

i. Residuos sólidos urbanos (RSU)

El Proyecto generará residuos sólidos, productos de despalme y desmonte y otros como envases de agua, refrescos, envolturas de comida, etc. Los residuos sólidos urbanos se separarán en la medida de lo posible en contenedores según su característica de tipo orgánico o inorgánico. Los residuos serán almacenados y posteriormente transportados al relleno sanitario municipal.

En función del número de trabajadores, se estima que los residuos sólidos urbanos generados durante la construcción tendrán un pico de aproximadamente 2,170 kg mensuales durante la construcción tomando en cuenta la máxima contratación (100 trabajadores) y tomando como base una tasa de generación de 0.7 Kg diarios por trabajador.

Tomando la misma base. Se calcula que durante la operación la cantidad de basura generada estará en el orden de 325.5 kg/mes en promedio, considerando un máximo de hasta 15 trabajadores durante esta etapa.

ii. Residuos de manejo especial
iii.

Asimismo, durante el Proyecto se generarán residuos sólidos de manejo especial, que tienen la posibilidad de reutilizarse o reciclarse y están constituidos por metal, vidrio, cartón, papel o madera. Los principales residuos generados durante la construcción serán empaques de cartón y plástico, papel de oficina entre otros.

Habrá aproximadamente 10,300 pallets de madera que gestionar debidamente como residuos no peligrosos. El peso de cada pallet es de 25 kg, por lo que el peso total será de 257,500 kg al cual hay que sumarle el peso de los empaques de cartón, plástico, papel de oficina. El estimador mensual de este residuo oscila entre 300,000 kg durante las fases de Preparación de sitio y Construcción. Durante la Operación, los residuos de m anejo especial serán papel de oficina y piezas metálicas y plásticas deterioradas, provenientes de los paneles. La cantidad de estos residuos dependerá de la vida útil de éstos y se espera que se reduzca al máximo la cantidad gracias al mantenimiento preventivo de los paneles solares.

iv. Residuos peligrosos
v.

Durante la Construcción se generarán residuos peligrosos derivados del mantenimiento preventivo a la maquinaria. El mantenimiento se haría fuera del predio para evitar contaminación. En caso necesario se construirá un almacén de residuos peligrosos que será una obra temporal que se instalará durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Características:

- Tipo: Contenedor metálico móvil
- Superficie: 1,474.527m²

- Ubicación: Dentro del área de oficinas temporales
- Temporalidad: Se retirará al finalizar la construcción

Durante la operación, los residuos peligrosos generados (principalmente aceites y materiales impregnados) serán almacenados temporalmente en un área designada dentro del edificio de la SEE, en donde se mantendrán previo a su disposición final. El almacén de estos residuos se llevará a cabo con apego a la normatividad aplicable en la materia, tal y como se describe en el capítulo 3 de este estudio.

Todo residuo se colocará en el área destinada, la cual también tendrá superficie impermeable, estará techada y se encontrará separada de otras áreas de residuos.

Durante la operación se generará un volumen pequeño de residuos peligrosos, provenientes del mantenimiento de los paneles solares (estopas con grasas, solvente o lubricantes); se espera generar un volumen aproximado de 500 kg por año para este tipo de residuos, cuyo manejo y disposición final será realizado por una empresa autorizada para este fin.

b). Etapa de operación y mantenimiento

Se espera que se generen menos de 400 kg al año de residuos sólidos urbanos, pues habrá de 10 a 15 trabajadores fijos durante la operación. Todos los residuos serán colocados de forma temporal en contenedores de basura y separados según sea basura orgánica e inorgánica. Los contenedores estarán en un área designada y serán llevados por el servicio de limpia del municipio o bien por medio de una empresa privada autorizada, según sea el caso. Los paneles que vayan a ser sustituidos se almacenarán temporalmente y se registrarán, para posteriormente ser donados a distintas entidades.

c). Etapa de abandono de sitio

Una vez que haya concluido la vida útil del Proyecto, se realizará el desarme y desmantelamiento de las estructuras del parque solar. Estas actividades se realizarán de forma que se restituyan los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción y empleando medidas para minimizar la afectación al medio ambiente. 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. Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

- Desmantelamiento de todos los elementos sobre la superficie y los elementos subterráneos: módulos fotovoltaicos, inversores, cuadros de agrupación, estaciones de media tensión, líneas de transmisión, etc.
- Restauración de la vegetación de las zonas ocupadas.
- Supervisión de abandono para asegurar que no haya habido ningún tipo de contaminación al suelo.

Los residuos que se generen durante esta etapa serán acopiados en áreas temporales, según el tipo de residuo y sus características. Finalmente serán retirados por una empresa autorizada para su reciclaje o disposición final en algún sitio autorizado.

II.3. Generación de gases efecto invernadero

II.3.1. Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

El desarrollo del proyecto "Parque Fotovoltaico Rancho Los Montoya" contempla actividades durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como, en su caso, desmantelamiento de las instalaciones al término de su vida útil. Durante estas etapas podrán presentarse emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente asociadas al consumo de combustibles fósiles por maquinaria, vehículos y equipos utilizados en las actividades constructivas y de mantenimiento.

De manera particular, durante la etapa de operación, la generación de energía eléctrica se realizará mediante el aprovechamiento de la radiación solar, sin requerir procesos de combustión para la generación eléctrica. Por lo anterior, no se prevén emisiones directas significativas de GEI asociadas al proceso de generación de electricidad.

Las emisiones que pudieran presentarse serán principalmente de carácter indirecto o eventual, asociadas al consumo de combustibles por vehículos de supervisión y mantenimiento, así como a actividades específicas que requieran maquinaria o equipos auxiliares.

II.3.1.1. *Identificación de las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero*

Las principales fuentes potenciales de generación de GEI para cada etapa del proyecto se presentan a continuación.

a). Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio, las principales fuentes potenciales de emisión estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria y vehículos empleados para las actividades de delimitación, desmonte, despalme, movimiento de tierras y acondicionamiento de las áreas destinadas a las obras.

La combustión de diésel y gasolina en motores de maquinaria y vehículos podrá generar principalmente dióxido de carbono (CO_2), así como cantidades menores de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), dependiendo del tipo de combustible, características del motor y condiciones de operación.

Asimismo, podrán presentarse emisiones de CO_2 asociadas al consumo de combustibles durante el transporte de materiales, equipos y personal hacia y desde el sitio del proyecto.

b). Construcción

Durante la construcción, las fuentes potenciales de GEI estarán relacionadas principalmente con:

- Operación de maquinaria pesada.
- Operación de camiones y vehículos de transporte.
- Transporte de materiales de construcción.

- Traslado de módulos fotovoltaicos, estructuras, equipos eléctricos y demás componentes.
- Operación de camiones cisterna y otros vehículos auxiliares.
- Uso de plantas generadoras de energía eléctrica, en caso de requerirse.
- Actividades de excavación, nivelación y compactación que requieran maquinaria con motores de combustión interna.

Estas actividades generarán principalmente emisiones de **CO_2**, además de cantidades menores de **CH_4 y N_2O** derivadas de la combustión de combustibles.

Cabe señalar que las emisiones serán de carácter temporal y estarán asociadas principalmente al periodo de ejecución de las obras.

c). Operación y mantenimiento

Durante la operación de la central, la generación de electricidad se realizará mediante módulos fotovoltaicos, por lo que no se utilizarán combustibles fósiles como fuente primaria para la generación de energía eléctrica.

En consecuencia, no se prevén emisiones directas significativas de GEI derivadas del proceso de generación eléctrica.

Las emisiones potenciales durante esta etapa estarán asociadas principalmente al consumo de combustibles de los vehículos utilizados para:

- Supervisión de las instalaciones.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Transporte de personal, herramientas y materiales.
- Atención de fallas o emergencias.
- Actividades eventuales de mantenimiento especializado.

En su caso, podrán presentarse emisiones asociadas al uso de equipos auxiliares que funcionen mediante combustibles fósiles durante actividades de mantenimiento o reparación.

d). Desmantelamiento y abandono

En caso de que al término de la vida útil del proyecto se determine el desmantelamiento de las instalaciones, las principales fuentes potenciales de GEI estarán asociadas al uso de maquinaria, vehículos y equipos para el retiro de módulos fotovoltaicos, estructuras, cableado, equipos eléctricos, instalaciones auxiliares y demás infraestructura.

Asimismo, se generarán emisiones derivadas del transporte de los materiales retirados hacia los sitios de aprovechamiento, reciclaje, tratamiento o disposición final que correspondan.

Estas emisiones serán principalmente de **CO_2**, con cantidades menores de **CH_4 y N_2O** provenientes de los procesos de combustión.

II.3.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C0 2, CH 4 , N 2 0, CFC, O 3 , entre otros.

De acuerdo con las actividades previstas para el proyecto, los principales gases de efecto invernadero potencialmente asociados a su desarrollo serán dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

La generación de estos gases estará principalmente relacionada con la combustión de combustibles fósiles en motores de maquinaria, vehículos y equipos auxiliares.

Etapa	Fuente generadora	GEI potencial	Tipo de emisión
Preparación del sitio	Maquinaria pesada	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Preparación del sitio	Vehículos de transporte	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Construcción	Maquinaria y equipos	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Construcción	Transporte de materiales y personal	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Construcción	Plantas generadoras auxiliares, en caso de utilizarse	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Operación	Vehículos de supervisión y mantenimiento	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Operación	Maquinaria utilizada para mantenimiento especializado, en su caso	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Desmantelamiento	Maquinaria y vehículos	CO_2, CH_4, N_2O	Directa
Desmantelamiento	Transporte de materiales retirados	CO_2, CH_4, N_2O	Directa

Consideraciones sobre las emisiones durante la operación

Una característica relevante del proyecto es que la generación de energía eléctrica se realizará mediante tecnología solar fotovoltaica, utilizando como fuente primaria la radiación solar. El sistema tendrá una potencia instalada de 151.83 MWp en corriente directa y una potencia interconectada de 119.6 MW en corriente alterna, con una producción anual neta estimada de 335,109 MWh/año.

Por lo tanto, durante la operación normal no se generarán emisiones directas de GEI derivadas de la combustión para producir electricidad, a diferencia de las centrales que emplean combustibles fósiles como fuente primaria de generación.

El Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE), con una potencia de 72.71 MW y una capacidad de 220.34 MWh, tampoco requiere un proceso de combustión para el almacenamiento o entrega de la energía eléctrica. En consecuencia, su operación no constituye una fuente directa de CO_2, CH_4 o N_2O.

Las emisiones asociadas a la operación serán principalmente las derivadas del consumo de combustible de los vehículos y equipos utilizados en actividades de supervisión y mantenimiento.

Sobre otros gases

No se prevé la generación intencional de clorofluorocarbonos (CFC), ni de otros gases utilizados como refrigerantes que correspondan a las sustancias reguladas por la normativa ambiental aplicable, como parte del proceso de generación fotovoltaica.

En cuanto al ozono (O_3), éste no constituye una emisión directa característica del proceso de generación fotovoltaica. Su presencia en la atmósfera puede estar relacionada con procesos fotoquímicos a partir de contaminantes precursores emitidos por fuentes de combustión.

El vapor de agua tampoco constituye una fuente relevante de GEI asociada directamente con el proceso de generación fotovoltaica del proyecto.

Consideraciones para la estimación de emisiones

Para la cuantificación de las emisiones de GEI generadas por las actividades del proyecto, en caso de requerirse, se considerará el consumo de combustibles de maquinaria, vehículos y equipos empleados durante las diferentes etapas.

La estimación podrá realizarse a partir de los volúmenes de combustible efectivamente utilizados y los factores de emisión correspondientes al tipo de combustible y fuente de emisión, expresando los resultados en términos de toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e). En este sentido, para evitar sobreestimaciones, la cuantificación deberá realizarse una vez que se cuente con los datos definitivos de consumo de combustible, número y tipo de maquinaria, horas de operación, recorridos y demás parámetros establecidos en la ingeniería y en el programa constructivo.

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

III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

La base para 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 acuerdo con el Ordenamiento Ecológico Territorial, la zona del proyecto se encuentra en la Región Ecológica: 18.5, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) numero 43 llamada. “Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes”; que comprende una superficie de 10,888 Km^2 (1, 088,800.00 Ha.), Corresponde a una política ambiental 18 de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, los rectores de desarrollo son: Agricultura - Ganadería, Coadyuvantes de desarrollo; Industria - Preservación de Flora y Fauna, con una Prioridad de atención de Media. La ubicación del proyecto respecto al POEGT, 2012 se representa en la Figura 3:

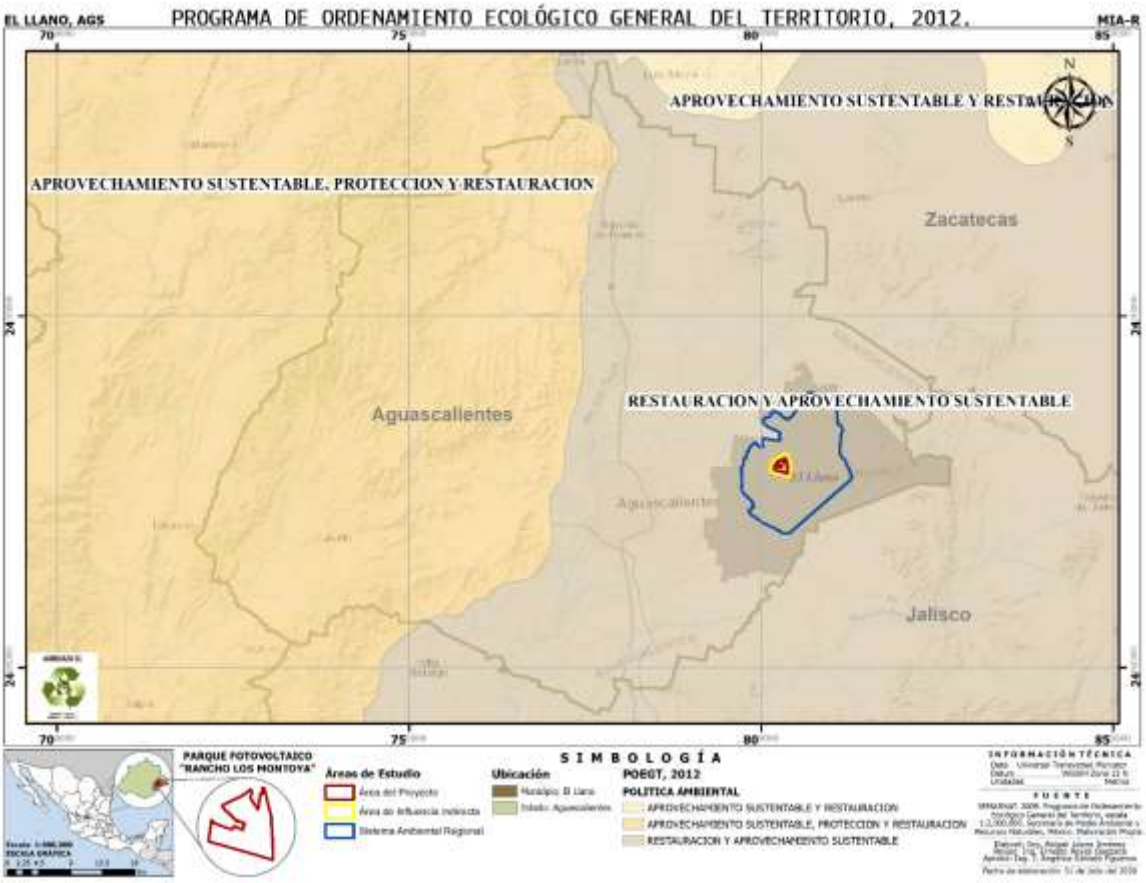


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT, 2012.

Estado actual del medioambiente 2008: ***Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.*** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población(hab/km2): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 78.7. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033 es: Inestable a Crítico
Política ambiental: Restauración y aprovechamiento sustentable

Tabla 1. Vinculación de las actividades del proyecto con las estrategias aplicables del POEGT, 2012.

Grupo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Sustentabilidad ambiental	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Compatible. El proyecto contempla medidas de prevención y mitigación dirigidas a reducir la

		afectación de la vegetación y fauna durante la preparación del sitio y construcción. Asimismo, se evitará la intervención innecesaria de superficies fuera de las áreas autorizadas.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Compatible. En caso de registrarse especies de flora o fauna con alguna categoría de protección, se aplicarán las medidas de manejo correspondientes, incluyendo rescate, reubicación, ahuyentamiento y monitoreo, según resulte procedente.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Compatible. El proyecto contempla la caracterización ambiental del sitio y medidas de seguimiento y monitoreo de los componentes ambientales que pudieran verse afectados.
	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Directa y positiva. El proyecto aprovecha la radiación solar como fuente renovable para la generación de energía eléctrica, procurando realizar el aprovechamiento del territorio bajo criterios de sustentabilidad.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Compatible. La ejecución del proyecto considera el manejo adecuado del suelo y medidas de control de erosión, procurando reducir la pérdida y degradación del suelo durante las actividades de preparación y construcción.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Compatible. El proyecto reconoce la importancia ambiental del sitio mediante la identificación de los servicios ecosistémicos presentes y la implementación de medidas destinadas a reducir su afectación.
	12. Protección de los ecosistemas.	Directa. Se establecerán medidas para prevenir y mitigar impactos sobre vegetación, fauna, suelo, agua y demás componentes ambientales, limitando las actividades a las superficies requeridas para el proyecto.
	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Compatible. Las áreas que resulten afectadas temporalmente por actividades constructivas serán objeto de acciones de restauración y rehabilitación, conforme a las características de cada superficie y a las medidas propuestas.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas.	No aplica de manera directa. El proyecto corresponde a infraestructura para generación de energía eléctrica y no implica la reconversión de industrias básicas.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado.	No aplica de manera directa. La naturaleza del proyecto no corresponde a actividades manufactureras.
Sistema social e infraestructura urbana	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Compatible. Durante la construcción se implementarán medidas para evitar la contaminación de suelo y agua por residuos, combustibles, aceites y otros materiales; asimismo, se evitará la alteración innecesaria de escurrimientos superficiales.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Compatible. El proyecto contempla un uso limitado del recurso hídrico durante su operación en comparación con actividades productivas de mayor demanda, y durante la construcción se establecerán medidas para su uso eficiente y protección.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas	Indirecta. La infraestructura energética constituye un componente de soporte para el desarrollo

	metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	regional y se plantea bajo criterios de sustentabilidad ambiental.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades y dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano.	Compatible. El proyecto corresponde a infraestructura energética ubicada fuera de zonas destinadas al crecimiento urbano y no constituye un desarrollo habitacional o expansión urbana.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas.	Indirecta y positiva. El proyecto representa una actividad económica complementaria que contribuye a diversificar las actividades productivas de la región mediante infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo.	Indirecta. Durante las etapas de construcción y operación se podrán generar oportunidades de empleo y contratación de servicios, procurando condiciones laborales incluyentes y sin discriminación.
Gestión y coordinación institucional	42. Asegurar la definición y el respeto de los derechos de propiedad rural.	Compatible. El desarrollo del proyecto deberá sustentarse en la acreditación de la legal posesión, propiedad o derechos de uso de los terrenos donde se pretende establecer la infraestructura.
	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	Indirecta. La planeación y delimitación del proyecto se realiza con información cartográfica y territorial que permite identificar las superficies requeridas y su relación con el territorio.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Directa. El proyecto se somete a los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal, incluyendo el presente análisis de congruencia con el POEGT.

La UAB 43 identifica como rectores del desarrollo a la agricultura y la ganadería, mientras que la industria y la preservación de flora y fauna se consideran sectores coadyuvantes.

La naturaleza del Parque Fotovoltaico se relaciona principalmente con el sector industrial/energético, por lo que su establecimiento deberá realizarse procurando mantener la compatibilidad territorial con las actividades productivas existentes y evitando afectar innecesariamente los recursos naturales que sustentan las actividades agrícolas y pecuarias de la región.

En este sentido, el proyecto no pretende sustituir de manera general las actividades productivas regionales, sino incorporar infraestructura para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente renovable. La compatibilidad territorial deberá garantizarse mediante la delimitación precisa de las áreas de intervención, el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables y la implementación de medidas destinadas a reducir los impactos sobre suelo, vegetación, fauna y agua.

Conclusión de la vinculación

Con base en la ubicación del proyecto dentro de la Región Ecológica 18.5 y la UAB 43 "Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes", se determina que el Parque Fotovoltaico presenta una compatibilidad favorable con la política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable establecida por el POEGT.

La naturaleza del proyecto resulta compatible con el principio de aprovechamiento sustentable debido a que se basa en el aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable. Asimismo, la infraestructura propuesta puede contribuir a la diversificación de las actividades productivas y al fortalecimiento de la infraestructura energética regional.

No obstante, debido a que la UAB 43 presenta una prioridad de atención media y problemáticas relacionadas con la degradación de suelos, vegetación y desertificación, el desarrollo del proyecto deberá incorporar medidas específicas para evitar la intensificación de estos procesos. En particular, deberán atenderse los impactos potenciales asociados con la remoción de vegetación, modificación del suelo, erosión, generación de residuos, alteración de escurrimientos y afectación de fauna.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto no se contrapone con la política ambiental ni con las estrategias ecológicas aplicables a la UAB 43, siempre que su ejecución se lleve a cabo conforme a las disposiciones ambientales, territoriales y sectoriales aplicables, y se implementen las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Es importante señalar que el POEGT constituye un instrumento de planeación ambiental de escala nacional y que las estrategias establecidas para las UAB se encuentran dirigidas principalmente a orientar las acciones de los sectores de la Administración Pública Federal; por ello, la presente vinculación se plantea como un análisis de congruencia del proyecto con la política y estrategias territoriales del instrumento, y no como una autorización o permiso de uso de suelo.

III.1.2. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes, 2013-2035

El Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013-2035 (POEyT) constituye el instrumento de planeación estatal orientado a establecer las bases para el aprovechamiento sustentable del territorio, considerando las características ambientales, sociales, económicas y territoriales del estado. El instrumento se encuentra registrado por el Gobierno del Estado de Aguascalientes dentro del Registro Estatal de Ordenamiento Territorial y Planeación Urbana (REOTPU).

El POEyT establece un modelo de ordenamiento basado en Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT), mediante las cuales se asignan objetivos, estrategias, líneas de acción y proyectos orientados a conducir el desarrollo de las actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos naturales de acuerdo con las características y aptitudes de cada unidad.

De acuerdo con la información cartográfica del POEyT, el municipio de El Llano comprende las UGAT 01 “Juan Grande”, UGAT 07 “El Llano” y UGAT 11 “El Soyatal”. Esta regionalización también es reconocida por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de El Llano 2045, el cual señala que las estrategias del POEyT correspondientes al territorio municipal se encuentran asociadas a dichas tres unidades.

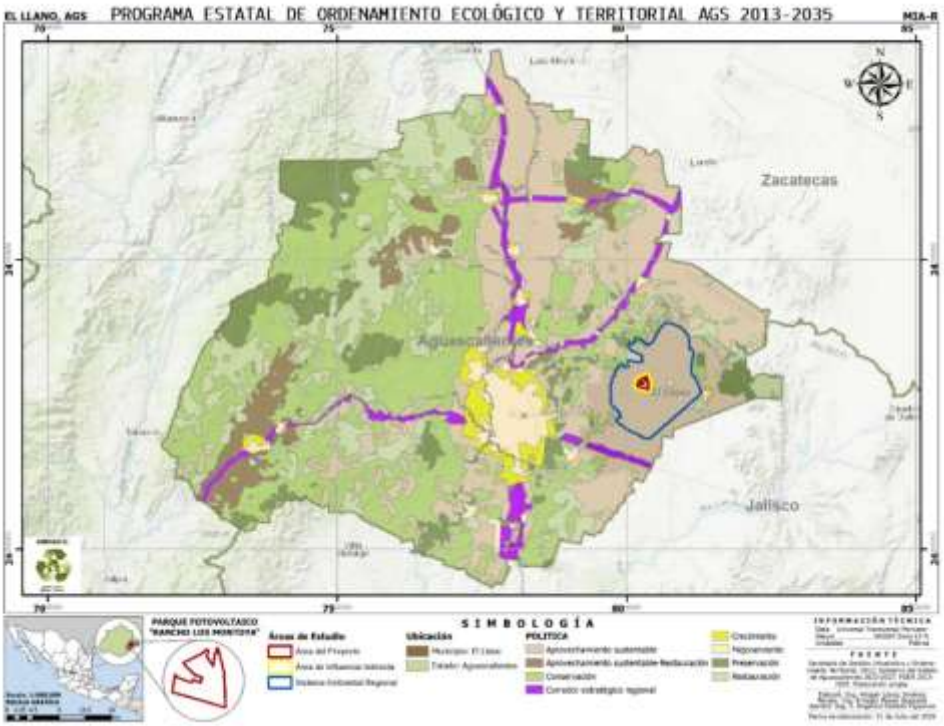


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento.

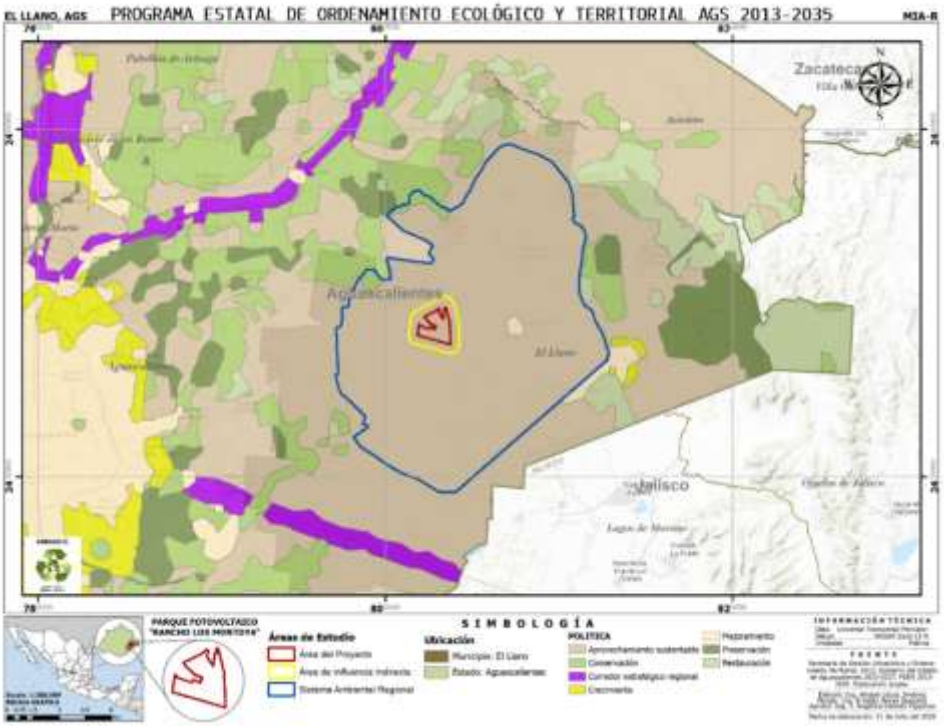


Figura 3. Ubicación del SAR respecto al Programa de Ordenamiento.

Como se observa en la Figura 6, el área destinada al desarrollo del proyecto se encuentra dentro del ámbito territorial regulado por el POEyT Aguascalientes 2013-2035, por lo que

resulta procedente analizar su correspondencia con las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial que inciden sobre el área del proyecto.

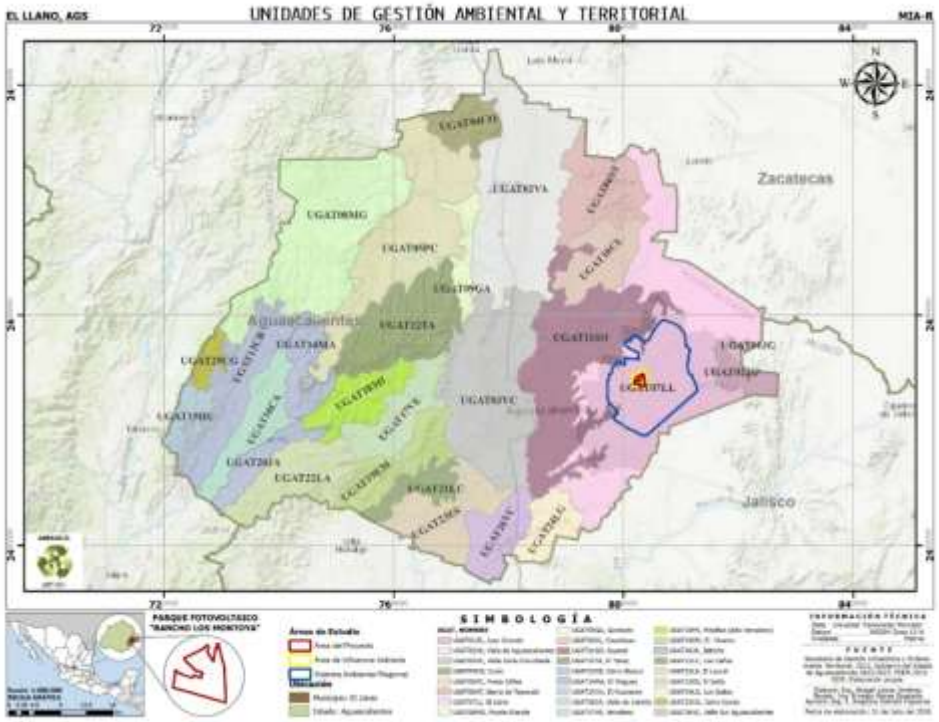


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las UGAT del POEyT Aguascalientes 2013-2035.

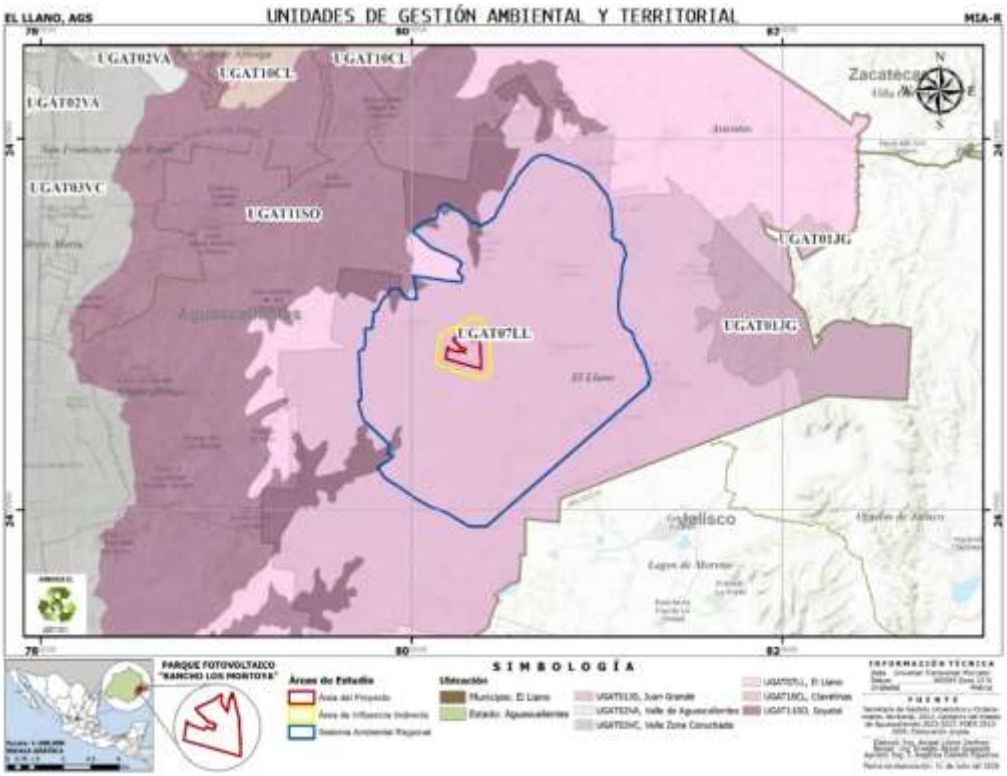


Figura 5. Ubicación del área del proyecto respecto a la UGAT correspondiente.

La sobreposición cartográfica realizada entre el polígono del proyecto y la cartografía de las UGAT permite identificar las unidades de gestión que inciden directamente sobre el área de estudio. Con base en dicha sobreposición, se determinó la correspondencia espacial del proyecto con la UGAT aplicable, misma que se analizan a continuación.

UGAT 07 "El Llano"

La UGAT 07 "El Llano" presenta como objetivo aprovechar sustentablemente la región mediante la reconversión de prácticas agropecuarias, impulsando sistemas silvopastoriles, producción apícola, plantaciones forestales comerciales y cultivos con mejores rendimientos; asimismo, contempla el aprovechamiento del potencial existente para la producción de energías renovables en áreas con bajos rendimientos agrícolas.

Esta última consideración presenta una relación particularmente relevante con el proyecto, debido a que la actividad propuesta corresponde al establecimiento y operación de un Parque Fotovoltaico para la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la radiación solar.

En consecuencia, existe una correspondencia directa entre la naturaleza del proyecto y el objetivo establecido para la UGAT 07, toda vez que el instrumento reconoce el potencial de determinadas áreas para el desarrollo de energías renovables como parte del aprovechamiento sustentable del territorio.

Asimismo, la UGAT 07 contempla entre sus estrategias la EER5 "Mitigar y prevenir los efectos del cambio climático", dentro de la cual se establece la línea de acción LAE47 "Fomentar el uso de tecnologías verdes en todos los sectores económicos y asentamientos humanos". Como proyecto asociado a dicha línea de acción se contempla "Impulsar la construcción de parques fotovoltaicos".

Por lo anterior, la relación entre el proyecto y la UGAT 07 se considera directa y favorable, ya que existe una correspondencia expresa entre la infraestructura propuesta y las acciones previstas por el instrumento estatal para promover tecnologías verdes y el aprovechamiento de energías renovables.

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyecto establecido en el POEyT	Vinculación con el proyecto
EER5	Mitigar y prevenir los efectos del cambio climático	LAE47. Fomentar el uso de tecnologías verdes en todos los sectores económicos y asentamientos humanos	Impulsar la construcción de parques fotovoltaicos,	Directa y positiva. ,El proyecto consiste precisamente en el establecimiento de un parque fotovoltaico destinado a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente renovable.
ETR1	Desarrollo rural	Líneas de acción orientadas al aprovechamiento eficiente de los	Acciones relacionadas con el uso eficiente de recursos	Compatible., El proyecto deberá desarrollarse mediante medidas

		recursos y al desarrollo sustentable de las actividades productivas,		de manejo ambiental que eviten afectaciones innecesarias sobre suelo, agua y demás recursos naturales.
EER3,	Reversión de los procesos de degradación ambiental,	Acciones dirigidas a prevenir y revertir procesos de deterioro ambiental	Acciones de restauración y recuperación ambiental	Compatible. ,El proyecto contempla medidas de prevención, mitigación y restauración para reducir los efectos derivados de la preparación del sitio y construcción.
ESE5,	Fomentar industrias competitivas, limpias y socialmente responsables,	Acciones para favorecer actividades productivas con criterios ambientales	Impulso de actividades productivas compatibles con el ambiente.	Directa y positiva. ,El proyecto corresponde a infraestructura para la generación de energía mediante una fuente renovable y contempla medidas de manejo ambiental.

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y ADVC.

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 y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Dada la importancia que presentan las ANP, cabe hacer mención de que el sitio del proyecto no afecta de manera total, ni parcial la superficie de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas estatales, federales y/o municipales que se encuentran cercanas al sitio del proyecto.

Es necesario mencionar que, para tener una mejor caracterización del área del proyecto fue necesario aumentar la escala requerida para los mapas, esto con el fin de que tener conocimiento sobre la distancia aproximada de las áreas naturales protegidas más cercanas al área del proyecto, en sus diferentes modalidades (federal, estatal y/o municipal).

Como parte del análisis de vinculación con instrumentos de conservación, se identificaron las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal y estatal más cercanas al Sistema Ambiental Regional (SAR) y al Área del Proyecto (AP).

En el ámbito federal, las Áreas Naturales Protegidas más cercanas se describen en la Tabla 11:

Tabla 2. Áreas Naturales Protegidas Federales.

ANP	Tipo	Distancia lineal aproximada en km	Importancia
C.A.D.N.R 001 Pabellón	Federal	35.18	Área de Protección de los Recursos Naturales Zona Protectora Forestal

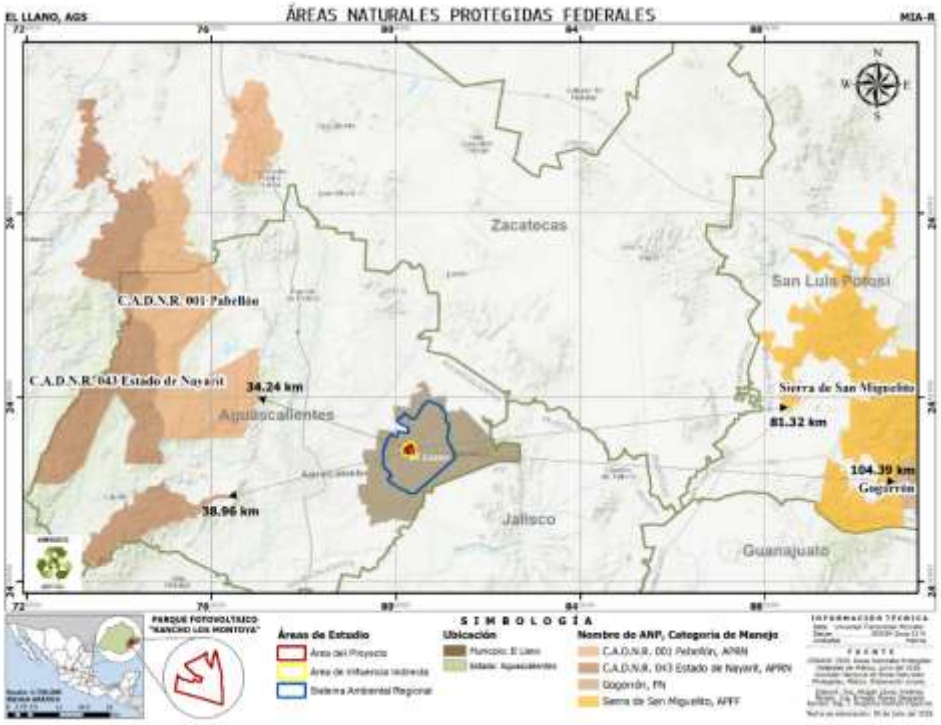


Figura 6. Áreas Naturales Protegidas federales cercanas al área del proyecto.

En cuanto a las áreas protegidas de carácter estatal, se enlistan las siguientes:

- Sierra Fría
- Cerro del Muerto
- El Tecolote
- Sierra de Laurel
- El Cedral

Tabla 3. Áreas Naturales Protegidas Estatales más próxima.

ANP	Tipo	Distancia lineal aproximada en km	Importancia
Sierra Fría	Estatal	35.18	Zona sujeta a conservación ecológica
El Tecolote	Estatal	32.01	Área de Gestión de Hábitat de Especies
Cerro del Muerto	Estatal	34.64	Monumento Natural

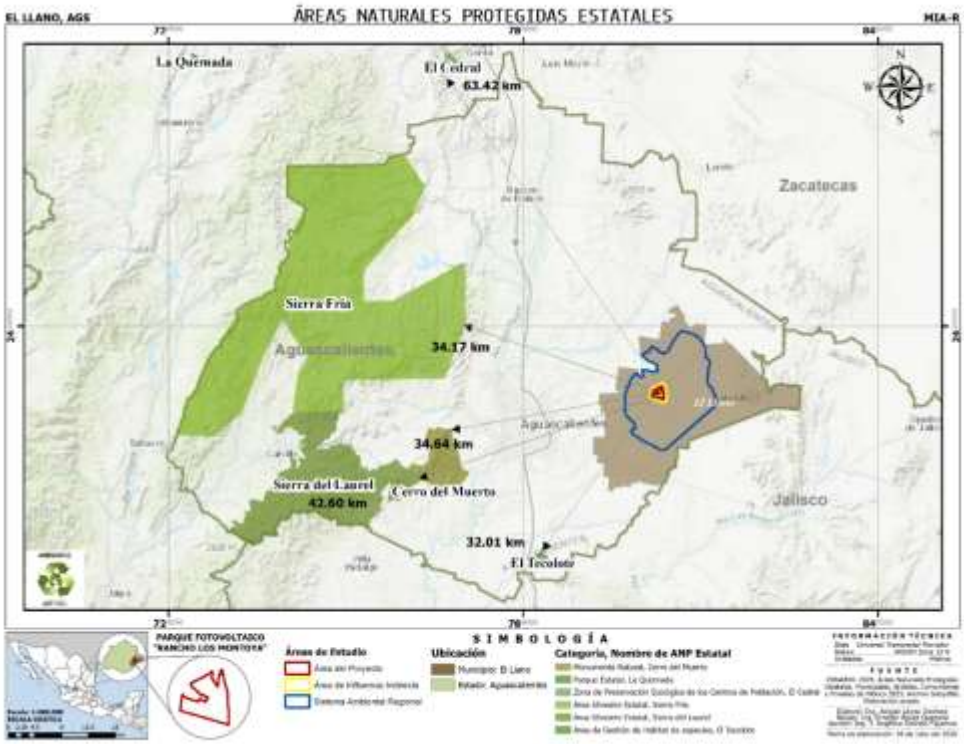


Figura 7. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al área del proyecto.

El ADVC Área de Protección del Águila Real de la Serranía de Juan Grande se localiza a 12.69 km de distancia del proyecto y el Santuario para el Águila Real en los Bienes Comunales de San José de Gracia a 37.50 km en línea recta, son áreas de importancia debido a las especies que albergan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como: *Dipodomys phillipsi, Aquila chrysaetos, Parabuteo unicinctus, Nerodia melanogaster, Thamnopsis eques, Sceloporus grammicus* para el caso de APARSJG y de especies como: Flora: *Ferocactus histrix, Mammillaria bombycina, Mammillaria perezdelarosae*. Fauna: *Taxidea taxus, Cryptotis parva, Choeronycteris mexicana, Leptonycteris nivalis, Bassariscus astutus, Lepus californicus, Aquila chrysaetoa* para el área de SARBCSJG.

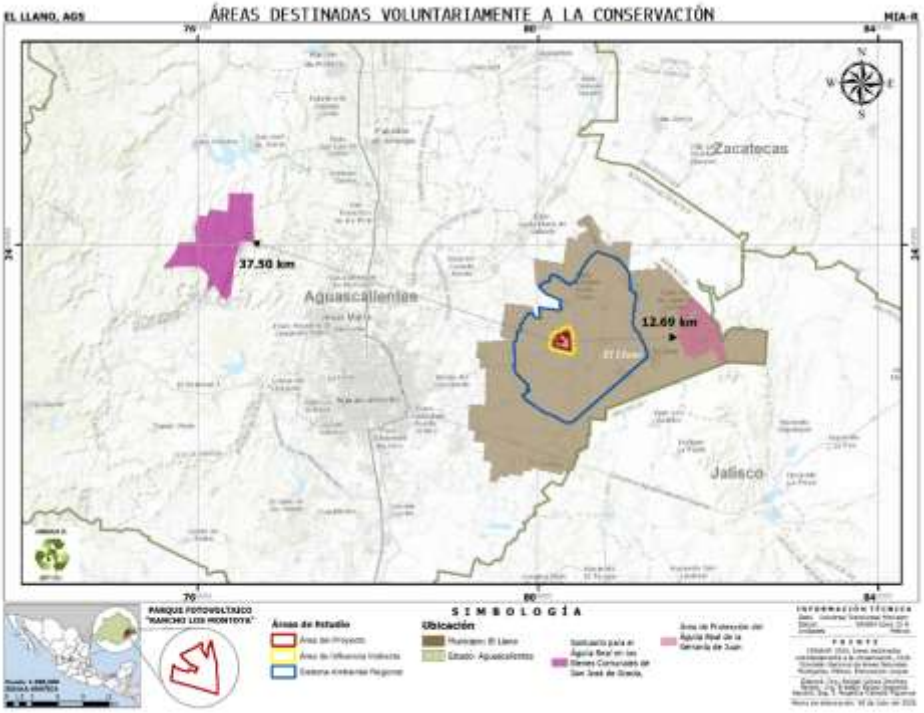


Figura 8. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación cercanas al área del proyecto.

Derivado de las distancias antes mencionadas, se determina que el proyecto no se ubica dentro de ninguna ANP ni en sus zonas de influencia directa, por lo que no se prevén afectaciones directas a estos espacios protegidos. No obstante, se consideran medidas de manejo ambiental que contribuyan a la conservación regional de los ecosistemas, en congruencia con los objetivos de protección establecidos para dichas áreas.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Para este criterio, y de acuerdo al análisis realizado acerca de las RTP en las que se halla el predio, se determinó que no es parte de alguna, más bien este se halla afuera de dichas zonas, sim embargo es preciso mencionar que la RTP más cercana se halla a 33.6 km en línea recta como se ilustra en la Tabla 13.

Tabla 4. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al AP.

Nombre de RTP	Distancia del proyecto (km)	Extensión (km^2)	Estados	Coordenadas	Problemática
Sierra Fría	33.7	1,419 km^2	Aguascalientes, Zacatecas.	Latitud N: 21° 52' 45'' a 23° 31' 17'' Longitud W: 102° 22' 44'' a 102° 50' 53''	Uno de los principales problemas es que existen varios ranchos cinegéticos en la región que están introduciendo

					especies exóticas de venado. Otros problemas de la zona son el sobrepastoreo, la tala y la cacería clandestina
Sierras Santa Bárbara – Santa Rosa	81.68	1,486 km²	Guanajuato	Latitud N: 20° 54' 50" a 21° 30' 30" Longitud W: 101° 01' 41" a 101° 26' 31"	La principal amenaza a la integridad de la región la constituye la extracción de leña para fabricación de carbón.

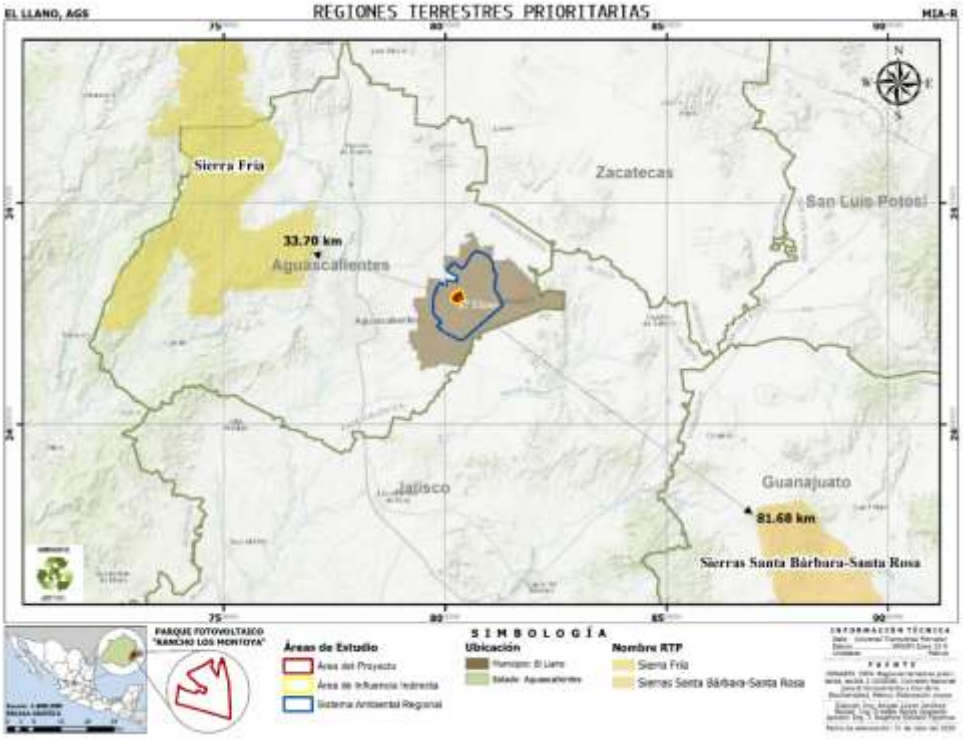


Figura 9. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al proyecto.

III.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Con el propósito de evaluar la relación del proyecto con zonas de importancia hidrológica a nivel nacional, se identificaron las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) más cercanas al Sistema Ambiental Regional (SAR) y al Área del Proyecto (AP).

Las RHP más próximas al proyecto son las siguientes:

- Valle de Aguascalientes – Río Calvillo
- Cabecera del Río de la Laja
- Confluencia de las Huastecas

Estas regiones han sido identificadas por su relevancia en términos de disponibilidad hídrica, biodiversidad asociada a cuerpos de agua, así como por su importancia en la provisión de servicios ambientales relacionados con el ciclo hidrológico.

Las distancias de las RHP al sitio del proyecto se describen a continuación:

Tabla 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Nombre de RHP	Distancia del Proyecto (km)	Extensión (km^2)	Estados	Coordenadas	Problemática
Valle de Aguascalientes – Río Calvillo	0.216	5,046.11	Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas	Latitud: 22°43'48" - 21°32'24" N Longitud: 102°44'24"- 102°03'36" W	- Modificación del entorno: urbanización creciente, fuerte industrialización y pérdida de suelos, construcción de presas, sobreexplotación de acuíferos. - Contaminación: la Presa Niágara recibe aguas negras; tiene altas cargas de materia orgánica. Aporte de metales pesados (plomo, mercurio) al acuífero de Aguascalientes. En aguas superficiales (cuerpos de agua) hay descargas importantes de aguas residuales domésticas e industriales. - Uso de recursos: especies introducidas de venado y de peces como la carpa *Cyprinus carpio*, el charal *Chirostoma jordani*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y Tilapia aurea. Especies en riesgo: peces goodéidos y ateríndos
Confluencia de las Huastecas	78.04	27,404.85	Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro	Latitud: 22°16'48" - 20°19'48" N Longitud: 101°21'00" - 98°01'12" W	- Modificación del entorno: las zonas bien conservadas son de difícil acceso. Hay tala inmoderada y sobreexplotación del manto freático por la fábrica de refrescos Pepsi. - Contaminación: por manganeso, mercurio, coliformes, derivados del beneficio del café (alta DBO). - Uso de recursos: hay sobreexplotación de acuíferos que limitan la recarga de mantos freáticos para el abastecimiento de agua industrial, urbana y presas. Algunos manejos inadecuados por parte de ingenios azucareros. Reforestación con especies exóticas de *Eucalyptus spp*. Cacería furtiva. Actividades

					asociadas a la minería y yacimientos de petroleros.
Cabecera del Río de la Laja	88.20	3,476	Guanajuato	Latitud: 21°33'00" - 20°58'12" N Longitud: 101°28'12" - 100°30'00" W	Modificación del entorno: desforestación; cambio de uso de suelo a agricultura y ganadería; construcción de bordos que causan azolvamiento aunado a la pérdida de suelos; extracción de tierra de hoja de encino. - Contaminación: en presas por actividades mineras. Uso de recursos: comercio con especies de Quercus. Especies introducidas del crustáceo Cambarellus (Cambarellus) montezumae; de peces como las carpas dorada Carassius auratus y común Cyprinus carpio, la lobina negra Micropterus salmoides, la trucha arco iris Oncorhynchus mykiss, la tilapia negra Oreochromis mossambicus.

Las distancias de las RHP hacia el área del proyecto se identifican en el siguiente mapa

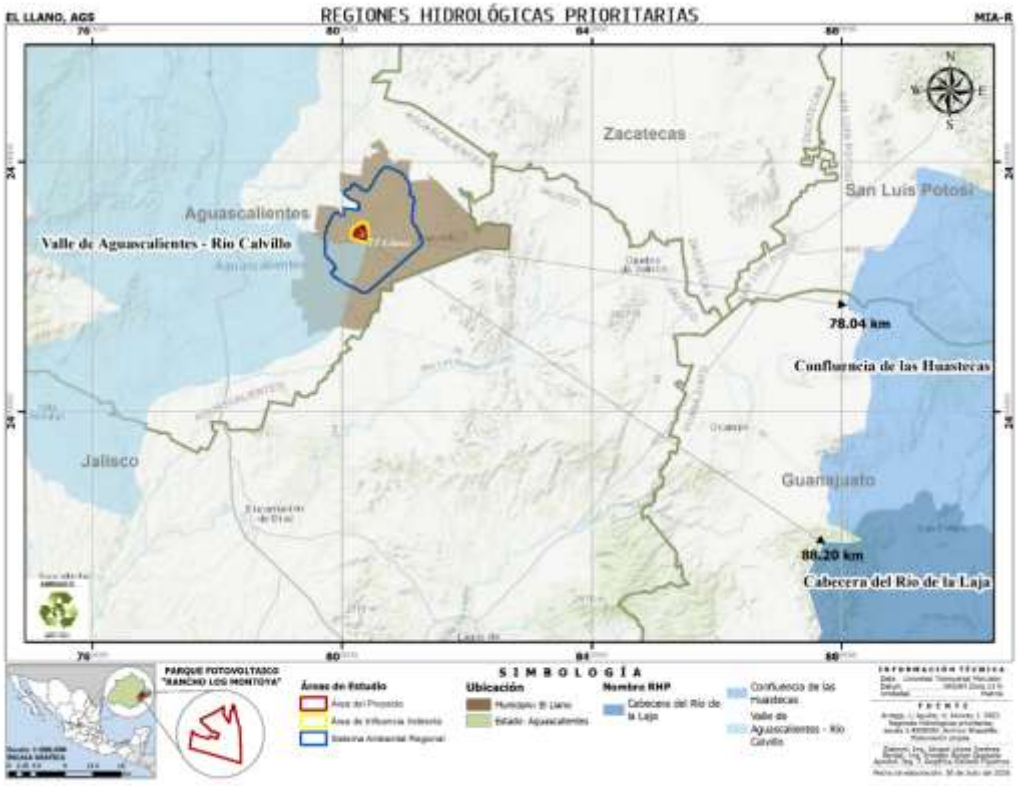


Figura 10. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área del proyecto.

Del análisis de la cartografía oficial de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) elaborada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se identificó que dentro del Sistema Ambiental se localiza una porción de la Región Hidrológica Prioritaria Valle de Aguascalientes–Río Calvillo equivalente a 5,046.11 km^2; sin embargo, el polígono del proyecto no presenta superposición con dicha región, localizándose a una distancia aproximada de 216 m de su límite más cercano.

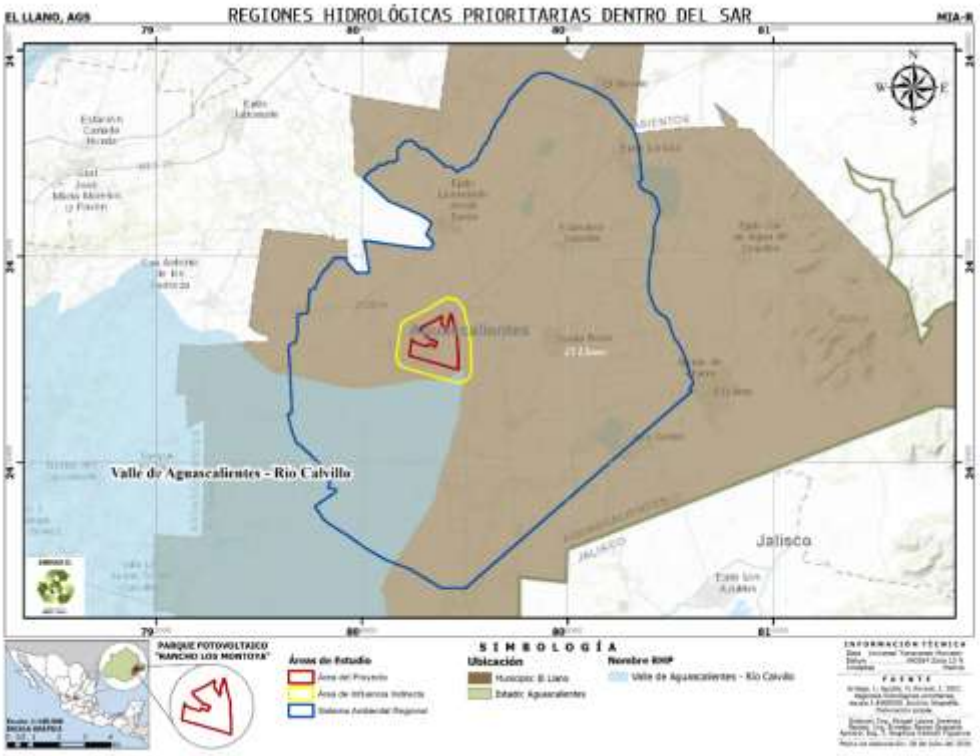


Figura 11. RHP cercana al predio.

Si bien el polígono del proyecto no presenta superposición con la Región Hidrológica Prioritaria Valle de Aguascalientes–Río Calvillo, dentro del área del proyecto se identifican diversas corrientes intermitentes pertenecientes a la red hidrográfica de INEGI, las cuales forman parte del sistema natural de escurrimientos del Sistema Ambiental.

La presencia de estas corrientes representa una posible vía de conectividad hidrológica; sin embargo, las obras del proyecto no contemplan el desvío, rectificación, relleno o interrupción permanente de los cauces, por lo que se conservará la continuidad del flujo superficial. En los sitios donde resulte necesario realizar cruces para caminos internos o infraestructura auxiliar, éstos deberán diseñarse con obras de drenaje que permitan el paso de los escurrimientos, evitando modificaciones al régimen hidrológico natural.

Asimismo, el proyecto no generará descargas de aguas residuales industriales hacia los cauces presentes en el área, ni contempla actividades que impliquen la extracción intensiva de agua subterránea, la construcción de presas o el almacenamiento permanente de agua, por lo que no contribuirá a las principales problemáticas ambientales identificadas para la Región Hidrológica Prioritaria, tales como la sobreexplotación del acuífero, la contaminación de cuerpos de agua o la alteración de la dinámica hidrológica regional.

III.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) en México pretende formar parte a nivel mundial de una red 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, tal es el caso de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), cercanas al proyecto.

El AICA más cercana al sitio del proyecto se localiza a 50.97 km y se describe en la Tabla 15.

Tabla 6. Áreas de Importancia para la Conservación de las aves.

Región	Distancia al proyecto km	Superficie (ha)	Justificación
Sierra Fría	51.24	57,028.27	Presenta poblaciones de águila real, halcón peregrino, halcón mexicano de pradera, halcón de Marshall, coa, palomas de collar y tecolote moteado.

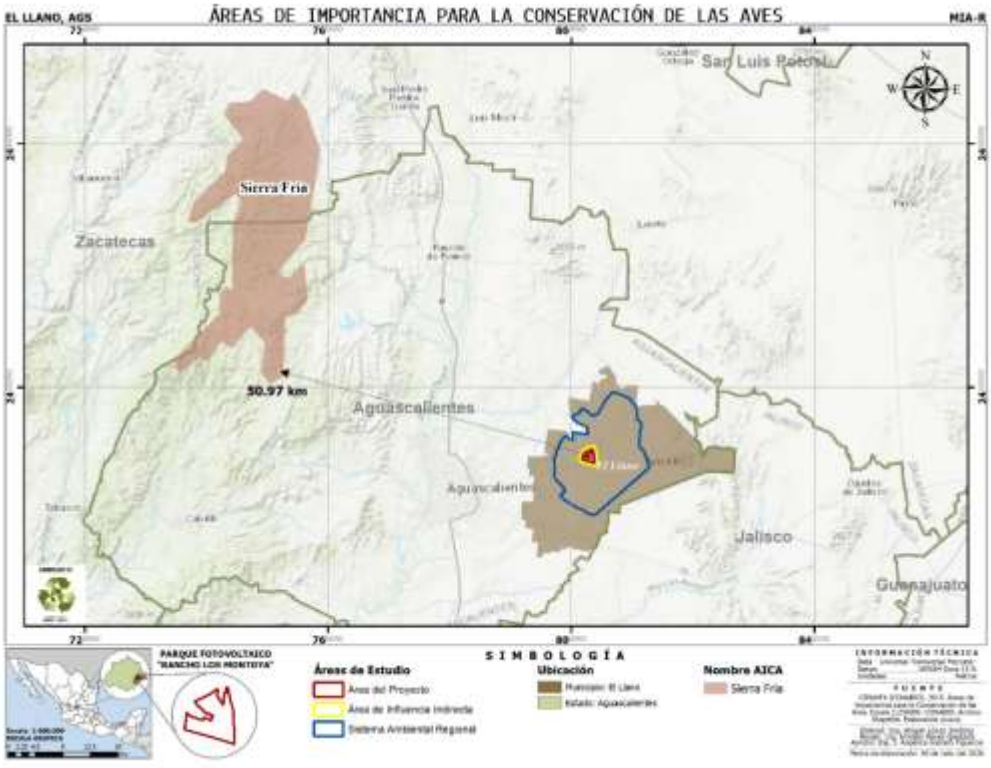


Figura 12. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves cercanas al proyecto.

III.2.5. Sitios RAMSAR

El Sitio Ramsar más cercano al área del proyecto se ubica a 33.40 km de distancia llamado (El Jaguey) "Buenavista de Pañuelos", seguido del Sitio Ramsar "Presa de Silva y Zonas

Aledañas” con 110.09 Km de distancia. Debido a que el proyecto no se encuentra dentro del área o límite de algún Sitio Ramsar, no representa un riesgo para los mismos.

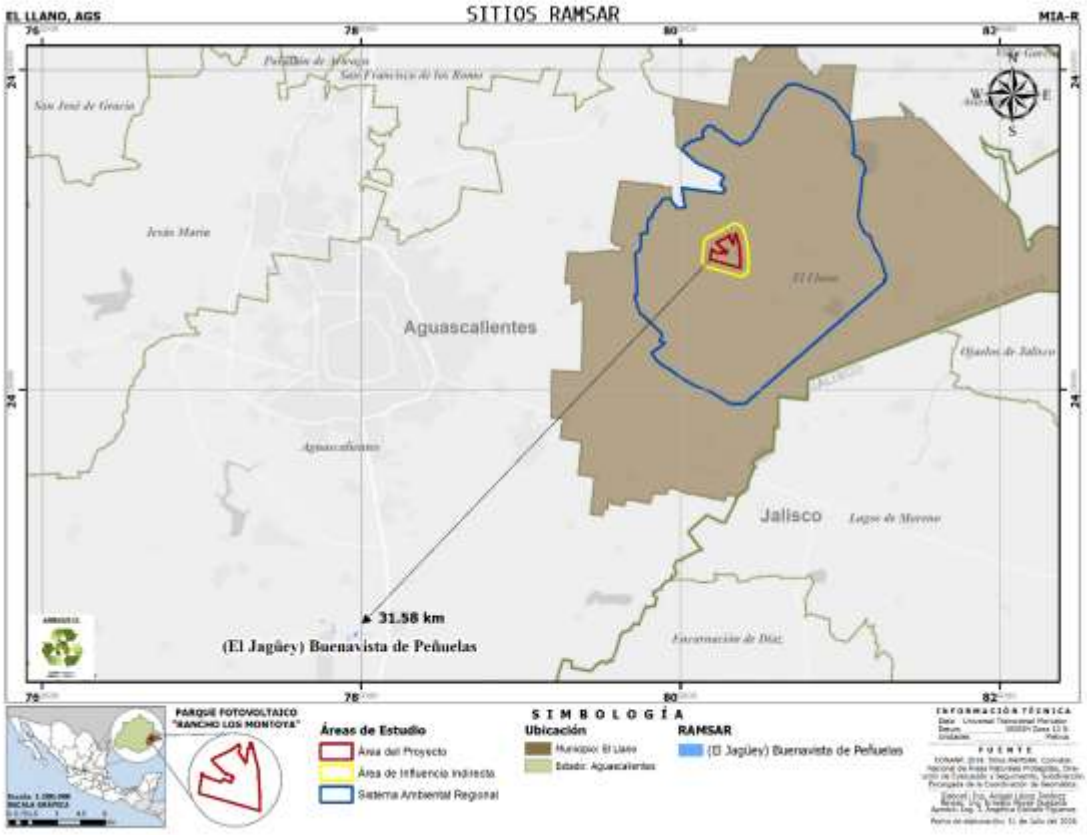


Figura 13. Sitios RAMSAR cercanos al área del proyecto.

III.3. Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).

III.3.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Llano, Aguascalientes 2024-2027

El **Plan de Desarrollo Municipal de El Llano 2024-2027** constituye el instrumento rector de la planeación municipal durante el periodo de la actual administración, estableciendo políticas, objetivos, estrategias y líneas de acción orientadas al desarrollo económico, social y ambiental del municipio. El documento fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes el 24 de febrero de 2025 y contempla seis ejes rectores: **El Llano Seguro, El Llano Social, El Llano Próspero, El Llano Sustentable, El Llano Planificado y El Llano Sobresaliente**.

Para efectos del presente proyecto, correspondiente a la construcción y operación de un **Parque Fotovoltaico**, se identifica una relación directa principalmente con los ejes **El Llano Sustentable, El Llano Próspero y El Llano Planificado**, debido a que el proyecto se orienta al aprovechamiento de una fuente renovable de energía, contribuye a la diversificación de las actividades económicas del municipio y requiere desarrollarse bajo criterios de planeación territorial y protección ambiental.

III.3.1.1. *Eje: El Llano Sustentable*

Este eje presenta la vinculación más directa con el proyecto, toda vez que el Plan de Desarrollo Municipal reconoce como una prioridad el cuidado de los recursos naturales y la atención de los efectos asociados al cambio climático. Asimismo, establece el compromiso de fomentar prácticas amigables con el medio ambiente, impulsar el uso de **energías renovables** y trabajar en la conservación de la biodiversidad.

En este sentido, el establecimiento del Parque Fotovoltaico resulta congruente con la orientación ambiental del instrumento municipal, debido a que aprovecha la radiación solar para la generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable. El proyecto contribuye a fortalecer el aprovechamiento de fuentes energéticas de menor intensidad ambiental durante su operación, en concordancia con la visión municipal de avanzar hacia un desarrollo sustentable.

Asimismo, la ejecución del proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental dirigidas a reducir los efectos potenciales sobre los componentes de suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje. De esta manera, el proyecto no se limita al aprovechamiento del recurso solar, sino que incorpora criterios de protección ambiental durante sus diferentes etapas.

Por lo anterior, se considera que el proyecto presenta una **vinculación positiva y directa con el eje El Llano Sustentable**, particularmente con la orientación municipal relacionada con el impulso de energías renovables y el desarrollo de actividades compatibles con la conservación del ambiente.

III.3.1.2. *Eje: El Llano Próspero*

El Plan de Desarrollo Municipal establece dentro del eje **El Llano Próspero** que el desarrollo económico constituye uno de los pilares para el crecimiento municipal, planteando entre sus líneas generales la generación de oportunidades laborales, el impulso de actividades productivas, el fortalecimiento de la infraestructura y la atracción de nuevas inversiones.

En este contexto, el Parque Fotovoltaico representa una inversión productiva que puede contribuir a la dinámica económica local y regional mediante la generación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como mediante la contratación de personal para actividades de operación, mantenimiento, vigilancia, servicios y actividades complementarias durante su vida útil.

De igual manera, la ejecución del proyecto implica la demanda de bienes y servicios locales y regionales asociados con transporte, maquinaria, materiales, servicios especializados, mantenimiento y actividades auxiliares, favoreciendo indirectamente la participación de proveedores y prestadores de servicios de la región.

En consecuencia, el proyecto presenta una **vinculación positiva con el eje El Llano Próspero**, al constituir una inversión que favorece la diversificación de las actividades económicas del municipio y contribuye a la generación de oportunidades laborales y demanda de servicios, sin que ello implique que el proyecto sustituya las actividades productivas existentes en la región.

III.3.1.3. *Eje: El Llano Planificado*

El eje **El Llano Planificado** reconoce la importancia de la planeación urbana y rural para alcanzar un desarrollo ordenado y sostenible, procurando que el crecimiento y la incorporación de infraestructura se realicen de manera organizada y en armonía con el entorno.

La instalación del Parque Fotovoltaico se plantea bajo criterios de planeación territorial y ambiental, considerando las características físicas y ambientales del sitio, así como la infraestructura existente, los usos de suelo identificados y las condiciones del paisaje regional. La selección del sitio y la delimitación del área de influencia consideran además la presencia de actividades productivas preexistentes y de infraestructura asociada a la generación de energía eléctrica, procurando que el establecimiento del proyecto se integre a una zona donde el paisaje presenta características relativamente homogéneas.

Asimismo, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, mediante el cual se identifican y valoran los posibles efectos sobre los componentes ambientales y se establecen las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar y, en su caso, compensar los impactos derivados de su ejecución.

Por lo anterior, se determina que existe una **vinculación positiva con el eje El Llano Planificado**, debido a que el proyecto se desarrolla mediante un proceso de planeación que considera tanto las necesidades de infraestructura energética como las condiciones ambientales y territoriales del municipio.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas.

III.4.1. Construcción

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización)	Diseño seguro de instalaciones eléctricas	El Proyecto se apegará a las normas de construcción
NOM-007-ENER-2014	Eficiencia de inversores conectados a red	Especificaciones mínimas de eficiencia	El Proyecto se apegará a las normas de construcción
NOM-001-STPS-2008	Edificios y condiciones de seguridad e higiene	Seguridad durante la construcción y operación	El Proyecto se apegará a las normas de seguridad e higiene en el trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Dispositivos de seguridad en maquinaria	Requisitos en maquinaria usada en obra	Todo el equipo y maquinaria deberá contar con los dispositivos que marca la norma.
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	Uso del fuego en terrenos forestales	Para limpieza o desmonte del terreno	Se construirán brechas corta fuego y se evitara el uso de fuego para la eliminación de la vegetación.
NOM-021-SEMARNAT-2000	Especificaciones de muestreo de suelos	Aplica en preparación de sitio y restauración	Se realizará un estudio geotécnico del suelo.
NOM-ENER-24-2013 –	límites de eficiencia energética para	Durante la generación de energía	Se ejecutarán monitoreos constantes

	transformadores eléctricos

III.4.2. Residuos Peligrosos

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005	Identificación y clasificación de residuos peligrosos	Determina si los residuos son peligrosos	Se clasificarán los residuos en base a la CRETI
NOM-161-SEMARNAT-2011	Manejo de residuos de manejo especial	Paneles, chatarra, residuos electrónicos	Se elabora un plan de manejo de residuos
NOM-054-SEMARNAT-1993	Compatibilidad de residuos peligrosos	En caso de almacenamiento conjunto	Se clasificarán los residuos en base a la CRETI

III.4.3. Calidad del aire y emisiones

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-043-SEMARNAT-1993	Monitoreo de partículas suspendidas PM10 y PM2.5	Aplicable si hay gran movimiento de tierra	Se aplicará riegos de aspersión continuos en los sitios de obras y caminos
NOM-156-SEMARNAT-2012	Generadores diésel ≤400 kW	Emisiones de plantas de respaldo	Previo a su uso se dará mantenimiento preventivo
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Contaminación de suelos por hidrocarburos	Aplicable si hay derrames de combustibles o aceites	Se evitará el mantenimiento de maquinaria y equipo dentro del área del proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Uso de maquinaria y equipo	Previo a su uso se dará mantenimiento preventivo
NOM-044-SEMARNAT-1993,	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	Uso de maquinaria y equipo	Previo a su uso se dará mantenimiento preventivo
NOM-045-SEMARNAT-2006,	Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como	Uso de maquinaria y equipo	Previo a su uso se dará mantenimiento preventivo

	combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.		
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.	Uso de maquinaria y equipo	Previo a su uso se dará mantenimiento preventivo

III.4.4. Agua

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021	Descargas de aguas residuales	En caso de descargas durante la construcción o mantenimiento	Se utilizará un biodigestor durante la etapa de operación a través de empresas prestadoras de servicios.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Manejo de lodos y biosólidos	Para compost o restauración vegetal	Se contratará a una empresa encargada de dar mantenimiento especial a los residuos del biodigestor
NOM-127-SSA1-2021	Calidad del agua potable	Agua para trabajadores u oficinas	El abastecimiento será a través de garrafones.
NOM-011-CONAGUA-2015	Conservación y uso eficiente del agua	Consumo en sitio o limpieza de módulos	Se utilizará agua tratada para el mantenimiento de módulos.
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales:	Agua de servicios urbanos	Se contratará una empresa para el mantenimiento del biodigestor

III.4.5. Ruido

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos de emisión de ruido	Durante construcción, operación de maquinaria	Toda maquinaria y equipo a utilizar deberá de contar con un mantenimiento preventivo.

III.4.6. Evaluación de impacto ambiental y seguridad ambiental

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Obliga a presentar una MIA	El presente documento técnico corresponde a la MIA-Regional
NOM-SEMARNAT-ECOL/AA-2003	Criterios para elaboración de MIA	Guía técnica aún usada por la autoridad	Para su elaboración se utilizó la Guía Técnica
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de especies nativas	Para evitar impactos sobre especies en riesgo	Se implementará un programa de rescate de flora y fauna
NOM-129-SEMARNAT-2006	Protección de especies en riesgo durante obras		
NOM-EM-001-SEMARNAT-2021		Para evitar electrocuciones de aves en líneas eléctricas.	Se colocarán señalamientos visuales en la ubicación de las tres torres eléctricas.

III.4.7. Seguridad ambiental e industrial

NOM	Título	Aplicación	Vinculación
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios	Transformadores e inversores	Se colocarán equipo de extinguidores en áreas especificas
NOM-017-STPS-2008	Uso de equipo de protección personal	Durante construcción y mantenimiento	Todo el personal que participe en la ejecución del proyecto deberá contar con su equipo de seguridad en base a su actividad.
NOM-026-STPS-2008	Señales y avisos de seguridad	En áreas de riesgo, químicos o maquinaria pesada	Se colocarán las señaléticas necesarias
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones en el trabajo		
NOM-031-STPS-2011	Seguridad en obras de construcción		

III.5. Otros instrumentos a considerar

a) Disposiciones constitucionales

III.5.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El proyecto cumple con las disposiciones constitucionales que abarcan en el proceso de ejecución del proyecto.

Tabla 7. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

	Disposiciones constitucionales	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4	Derecho de toda persona a contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.	Se realizará el trámite de todos los permisos y autorizaciones que se establecen en la legislación en materia ambiental y de riesgo a fin de garantizar el bienestar de los habitantes del municipio, así como del pueblo mexicano en general.
Artículo 25	El acatamiento irrestricto del papel rector del Estado para garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable.	Se promueve el desarrollo de energía eléctrica a partir de tecnologías sustentables que contribuyen a al cuidado y mejoramiento en la calidad actual del ambiente.

Artículo 27	Sometimiento al dominio patrimonial del Estado Mexicano sobre el territorio y sus recursos naturales.	El artículo 27 en su párrafo sexto en materia de electricidad, demuestra que la Constitución no regula la generación de electricidad a través de energías renovables de radiación solar, viento y biomasa, por lo cual, en apego a la Ley de la Industria Eléctrica, permite que particulares generen electricidad con base en las fuentes de energías renovables.

a) Leyes

III.5.3. Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes

De acuerdo con el artículo 1° la presente Ley es de orden público, interés social y de observancia obligatoria en el Estado de Aguascalientes y tiene como objeto proteger el ambiente, conservar el patrimonio natural y propiciar el desarrollo sustentable del Estado.

Tabla 8. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección para el Estado de Aguascalientes (LPAEA).

Disposiciones	Vinculación
Artículo 11: De la definición de política ambiental fracción VII: Deberá asegurarse el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos naturales.	Para este Proyecto se aprovechará la energía solar para la producción de energía eléctrica de una manera sustentable sin afectar el ecosistema.
Artículos 31-44: La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras o actividades que puedan causar daños al ambiente o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente; preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.	Se da cumplimiento mediante la solicitud de autorización en la presente MIA-R
Artículo 112: La Secretaría propondrá ante el Ejecutivo del Estado, la celebración de acuerdos y convenios para el establecimiento de programas que permitan el ahorro de energía y su utilización eficiente, conforme a los principios establecidos en la presente Ley	El proyecto puede ser incluido en algún programa de ahorro de energía como el artículo enuncia.
Artículo 123: Para la preservación, protección y aprovechamiento sustentable del suelo, se considerarán los criterios establecidos en la Ley General.	En el Proyecto el uso del suelo no alterará el ambiente, respetando su capacidad productiva y ayudando a su recuperación
Artículo 124: Se considerará apoyo a las actividades agrícolas y pecuarias.	Durante la funcionalidad del Proyecto el suelo estará destinado al mismo, una vez terminado y retirada la infraestructura, el suelo volverá a tener su función agrícola.
Artículo 129: No se permitirá emitir o descargar contaminantes a la atmósfera, el agua y los suelos, cuando rebasen los límites máximos permitidos que se encuentran señalados en las Normas Oficiales Mexicanas y los demás ordenamientos de la materia.	A diferencia de las estrategias convencionales de obtención de energía eléctrica en este Proyecto no habrá emisión alguna de gases, olores o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera.
Sección Segunda: Control de Emisiones Provenientes de Fuentes Fijas	

III.5.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La LGEEPA y su reglamento mencionan que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que, al hacer uso de él, no se altere el equilibrio de los ecosistemas.

De acuerdo a las características del proyecto, se hará mención de los artículos de la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que se vinculan con el proyecto.

Artículo 15. *Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: (…)* ***IV****. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.*

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 al ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.*

Artículo 30*. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

Artículo 35. *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere 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."*

En ese sentido, la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Particularmente para quienes lleven a cabo proyectos, se establece la obligación de realizar estudios de impacto ambiental antes de su desarrollo, con el fin de que se prevenga el deterioro y/o daño que se ocasionará al ecosistema, por lo que se deberán implementar prácticas de recuperación y conservación, que propicien la conservación del medio ambiente en donde incidirá el desarrollo del proyecto y/o daño que se ocasionará al ecosistema.

Tabla 9. Vinculación del proyecto con la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA).

LGEEPA	Establece que:	Vinculación con el proyecto
Artículo 15	Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;	La empresa se obliga a presentar una Manifestación de Impacto Ambiental y a prevenir el daño ambiental antes de construir el proyecto, mitigar los impactos durante la obra y reparar cualquier alteración, asumiendo todos los costos operativos y ambientales. La empresa asume la responsabilidad total de los costos para garantizar un impacto ambiental mínimo y la seguridad de la población. El presente proyecto sujeta a evaluación de impacto ambiental se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la MIA-R se contemplaron acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto
Artículo 28	El concepto de Evaluación del Impacto Ambiental es enunciado en el artículo 28 como "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 ambiente". II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente	La presente MIA-R muestra el apego con el instrumento normativo, al buscar primero la autorización del proyecto en materia de la evaluación del impacto ambiental. La conceptualización del proyecto y su diversidad de obras, se encuentran tipificadas dentro de los preceptos del artículo en comento, haciéndolas de competencia federal respecto de su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental, lo cual debe realizarse de manera previa a su realización
Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente	El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita ya que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de sus obras y actividades, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional. Se describe a través de la evaluación de los impactos los posibles efectos hacia el ecosistema y cumple con los lineamientos técnicos y jurídicos previstos por la autoridad para este proyecto.
Artículo 34	Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35,	Se ingresa a la secretaria el documento "Consulta Pública" de la MIA-R

	pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona	
Artículo 110	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	El proyecto contará con un estricto control de supervisión y mantenimiento de equipos, se supervisará que los equipos y maquinaria utilizadas, cumplan con un programa de mantenimiento preventivo y en caso de requerirse mantenimiento correctivo, para lo cual deberá ajustarse a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en cumplimiento a las normas oficiales y lineamientos específicos.
Artículo 121	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	En las etapas de preparación de sitio y construcción, las aguas residuales que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores; el promovente contratará los servicios de una empresa quienes serán los responsables de su disposición final.
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	Se implementará un Plan de Manejo de Residuos, aplicar en caso de fugas de hidrocarburos o maquinaria, aplicar el plan de emergencia conteniendo el derrame inmediatamente para que no alcance el subsuelo y realizar procedimientos de remediación
Artículo 151	La Responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reusó, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido	La promovente se hará cargo de los residuos sólidos urbanos, en su caso la de manejo especial y de los peligrosos generados durante su construccion. Los residuos serán almacenados temporalmente en contenedores y su clasificación y posterior disposición a través de una empresa de servicios.
Artículo 151 Bis	I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reusó, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos; II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y	La empresa especializada prestadora de servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se pudieran generar deberá estar debidamente acreditada y contar con las autorizaciones correspondientes, situación que será verificada por la promovente, por lo que, durante la fase

	III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reusó, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.	de preparación y construcción, que dichos permisos se encuentren vigentes y en cumplimiento ante las autoridades competentes

III.5.5. Ley General de Vida Silvestre

Considerando que el objeto de la Ley es determinar la forma en la que actuarán los distintos órdenes de gobierno en la conservación, aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción, el Proyecto se somete a evaluación en todas las acciones derivadas de la ejecución del mismo, teniendo que preservar la vida silvestre que pudiera encontrarse impactada por el Proyecto.

De tal suerte que, ante la presencia de obras o actividades que pudieran poner en peligro el objeto de la Ley, debe atenderse de inmediato el posible desequilibrio que se cause, implementando las políticas acordes para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Derivado de la ejecución del proyecto, las especies de fauna se verán desplazadas de su hábitat, por lo que se plantean medidas de mitigación y compensación como el rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre.

Tabla 10. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto.

LGVS	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
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.	De tal forma, el promovente se compromete a respetar la vida silvestre que pudiera presentar en el polígono del proyecto por lo que no se permitirá molestar, capturar, cazar y comercializar fauna silvestre.
Articulo 5	Señala que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país	Por lo que en el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo medidas preventivas para minimizar y mitigar los efectos que se generarán sobre los componentes ambientales derivados de la ejecución del proyecto.
Artículo 18	Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los	Par las especies de flora y fauna que se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el proyecto ha incluido acciones que tendrán por objeto la protección y conservación tanto de especies como su hábitat,

	beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.	y por ningún motivo el proyecto pretende el aprovechamiento de fauna o flora, ya sea que esté o no protegida o con categoría especial.
Artículo 19.	Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat. (...)" competentes en los tres ámbitos de gobierno, las autorizaciones y licencias correspondientes.	El presente dispositivo, se encuentra dirigido a las Autoridades, no obstante, el promovente coadyuvará con dichas acciones, por lo que previo a la ejecución del proyecto, será gestionado ante las autoridades competentes en los tres ámbitos de gobierno, las autorizaciones y licencias correspondientes. Como parte de la MIA-R se presentan acciones para la Protección a la Flora y la Fauna, que posteriormente y derivado de la autorización de impacto se ejecutarán y se verificará su correcta implementación.
Artículo 59	Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la secretaría."	Para las especies de fauna reportadas en la NOM059-SEMARNAT-2010, tal como se señala en el Capítulo IV de la presente MIA-R, , se implementarán estrategias para la protección y conservación de dichas especies en caso de observarlas, resultando importante precisar que por ningún motivo el proyecto pretende el aprovechamiento de fauna o flora, ya sea que esté o no protegida o con categoría especial.
Artículo 106	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."	El promovente contempla estrategias ambientales, cuyas acciones están orientadas a la protección y conservación de las especies de flora y fauna en riesgo o prioritarias, dichas acciones consideran acciones preventivas, de mitigación y/o compensación a fin de atenuar los impactos adversos que pudieran presentarse en el desarrollo del proyecto.

El Proyecto, no contempla el aprovechamiento de vida silvestre a que se refiere en la ley que los regula, y prevé evitar el daño innecesario a plantas y animales silvestres, por lo tanto, es congruente con las disposiciones legales, en el sentido de que se procurará el establecimiento de las condiciones necesarias con el objeto de que el proyecto impacte en la menor medida, el bien jurídico que se tutela. Es el principal ordenamiento jurídico vigente en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Para respetar puntualmente esta Ley, como parte del proyecto se realizan revisiones bibliográficas referente a la presencia de especies de fauna y flora en la región donde se enclava el sitio del proyecto, con el objetivo de determinar cuáles son las especies y poblaciones que se encuentran en la región de influencia del proyecto, determinando las especies que se encuentran en peligro de extinción, amenazado o sujeto a protección especial y que aun cuando el trayecto de la obra a ejecutar carece de vegetación natural,

pudiera ser observadas. Se verificará la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todo esto tiene la finalidad de respetar la conservación de vida silvestre tal y como lo demanda esta ley.

III.5.6. Ley General de Desarrollo Forestal

Tabla 11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Disposición	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.
Artículo 14, fracción XI**.** **La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:** **XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.**	Cumplimiento con el proyecto: La solicitud de la presente autorización se gestiona ante una dependencia del Poder Ejecutivo Federal, en total cumplimiento a la facultad que establece el presente artículo. Con la finalidad de poder otorgar a la Autoridad Federal competente las evidencias que constaten la demostración de que los criterios de excepcionalidad de la solicitud de autorización de CUSTF se cumplen, dado que no se compromete la biodiversidad de la microcuenca en donde pretende realizarse el CUSTF, en virtud de que no se modifican los valores de calidad y de captación del agua, los índices de diversidad para vegetación y para fauna no registran alteración alguna, y por último, no se provocan alteraciones en los índices de erosión de suelo, todo lo anterior se puntualiza en el tiempo cero o tiempo antes del inicio de CUSTF Asimismo, se tendrá la generación de empleos que fortalecerán la economía local y regional, sin dejar de lado la investigación que se realizó en el presente documento. Es importante resaltar que en la microcuenca hidrológica forestal (MHF), no se generarán alteraciones significativas respecto del uso productivo del tipo de vegetación a afectar.
Artículo 68, fracción I Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.	Cumplimiento con el proyecto: En estricta observancia a lo establecido por el precepto que se analiza, es necesario presentar la promoción de la autorización del CUSTF ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Delegación Federal en la entidad federativa de Aguascalientes, como dependencia del Poder Ejecutivo Federal. Con motivo del nivel y alcance del compromiso del promovente, para dar soporte a la decisión de la SEMARNAT, respecto a brindar evidencias de los criterios de excepcionalidad de la decisión que asuma, se insiste en que con el cambio de uso de suelo pretendido, no se compromete la biodiversidad de la MHF en donde pretende realizarse éste, en virtud de que no se modifican los valores de calidad y de captación del agua, los índices de diversidad para vegetación y para fauna no registran alteración alguna, y por último, no se provocan alteraciones en los índices de erosión de suelo.
Artículo 93 Reformado 26/04/2021 La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	No obstante que lo estipulado por el artículo en comento está dirigido a la autoridad, éste es considerado por el promovente como elemento crítico "del proyecto", debido a que está comprometido a que en cada uno de los capítulos que lo constituyen, brindará las evidencias necesarias a fin de que la autoridad pueda emitir su resolución excepcional y favorable, como resultado de encontrar que, al autorizar el cambio de uso de suelo solicitado, no se provocará la erosión de los suelos, no se compromete la biodiversidad del área sometida a CUSTF, no se favorecerá el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y, los usos alternativos del suelo propuestos son más productivos a largo plazo. Aunado a lo anterior, los indicadores de diversidad faunística y de vegetación prácticamente no se modificarán, en caso de autorizarse el CUSTF solicitado.

III.5.7. Ley de Aguas Nacionales

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 12. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto.

LAN	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 44.	La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley. (…) Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso.	No habrá uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales, ni extracción de agua de subsuelo. La dotación de agua potable será mediante pipas. No habrá descargas de aguas residuales a cuerpos de agua, ni al sistema de alcantarillado municipal. Durante las diversas etapas del proyecto, la generación de aguas residuales será de tipo sanitario, para lo cual se contratará a una empresa especializada para la colocación de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable.
Artículo 86; bis 2.	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El promovente dará cumplimiento al artículo en cita ya que, no se realizará el depósito de residuos, basura, materiales o lodos en cuerpos de agua nacional o zonas federales. Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y sus correspondientes zonas federales se implementarán las acciones establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
Artículo 88	Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por “la Autoridad del Agua” para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.	En las etapas de preparación de sitio y construcción, las aguas de desecho que se puedan generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas de servicios que generará el personal. En este entendido, en ninguna de las etapas del proyecto se realizarán descargas de aguas residuales en cuerpos de agua federales

III.5.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

A través de las actividades de operación del Proyecto se pudieran generan desechos sólidos, que pueden ir desde basura doméstica, residuos orgánicos y residuos de combustión, por lo que se tendrá la atención en el manejo para cada uno de ellos, aun cuando sean en cantidades mínimas y de esta manera evitar el depósito inadecuado hacia el suelo o los cuerpos de agua cercanos a el área del Proyecto.

La vinculación de esta Ley con el proyecto se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos ya que durante el desarrollo del proyecto se dará la generación de diferentes tipos de residuos expresados en el Capítulo II de la presente MIA-R.

Por lo tanto, se realizará un manejo adecuado de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, tanto peligrosos, como residuos sólidos urbanos y de manejo especial. La presente Ley señala las obligaciones del generador de acuerdo con el volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Tabla 13. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos con el proyecto.

LGPGIR	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
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."	De acuerdo al Capítulo II de la presente MIA-R, están anotados los residuos sólidos urbanos que se generarán antes, durante y después de la operación del Proyecto, se les dará una disposición final adecuada dirigida por la empresa Promovente. Se colocarán contenedores distribuidos en forma estratégica en el sitio del proyecto clasificados de acuerdo con el residuo a colocar. La empresa llevará cabo cuando así lo requiera la reglamentación en la materia, los análisis CRETI. Una vez establecida la cantidad de residuos peligrosos generados, se establecerá en que categoría se encuentra el proyecto. De acuerdo a lo establecido en el artículo 44 de la misma ley; si la categoría correspondiera a "gran generador"; se someterá ante SEMARNAT un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos según lo establecido en el artículo 46 de la mencionada ley, así mismo se deberá llevar una bitácora y presentar un informe anual
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	
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: (…)	
Artículo 20	La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la SEMARNAT	
Artículo 21	Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: I. La forma de manejo; II. La cantidad; III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;	

	V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; VI. La duración e intensidad de la exposición, y VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.	acerca de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetaron los residuos de acuerdo con los lineamientos que se establezcan en el Reglamento de esta Ley, también se deberá contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
Artículo 22	Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales	
Artículo 40	Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables."	
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.	
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.	
Artículo 44	Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores	
Artículo 46	Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	
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."	

En la ejecución proyecto no se tiene contemplado la generación de residuos peligrosos, sin embargo en caso de presentarse, el promovente en observancia de lo dispuesto en dicho artículo será responsable del manejo adecuado y ambientalmente seguro, conforme a lo establecido en los instrumentos normativos que regulan la materia, apoyándose en la

empresa que contrate para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

III.5.9. Ley General de Cambio Climático

La ley general de cambio climático establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el registro nacional de emisiones (rene) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de compuestos y gases efecto invernadero (cygei) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. en observancia de la citada ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla 14. Vinculación de la Ley General de Cambio Climático con el proyecto.

LGCC	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6	Artículo 87. La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada 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.	Para cumplir con los requerimientos de reporte de emisiones en la construcción del gasoducto, se deberán reportar sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. Esto se realiza mediante la Cédula de Operación Anual (COA).
Artículo 28	La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos: (…) IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;	El promovente implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.
Artículo 37	Para los efectos de esta Ley serán reconocidos los programas y demás instrumentos de mitigación que se han desarrollado a partir del Protocolo de Kioto, la Convención, el Acuerdo de París y cualquier otro que se encuentre debidamente certificado por alguna organización con reconocimiento internacional. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los requisitos que deberán cumplirse para el reconocimiento y registro de los programas e instrumentos referidos en el presente artículo.	El proyecto adoptará las mejores prácticas y compromisos internacionales en el empleo de tecnologías limpias y eficientes, a efecto de ajustarse a los programas establecidos a través del Protocolo de Kioto, mismo que ha sido considerado en la presente

		Vinculación.
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.	En el desarrollo del proyecto, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna pertenecientes al uso de maquinaria, generación que será de forma temporal y no permanente y que, en caso de ser necesario, considerando las emisiones que se pudieran generar, serán reportadas.

III.5.10. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética

Tabla 15. Vinculación del proyecto con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

Articulo	Vinculación
Artículo 4 La Estrategia deberá establecer Metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica".	El Proyecto resulta perfectamente compatible con esta Ley dado que consiste en el desarrollo de infraestructura que permitirá generar energía eléctrica a partir de una fuente de energía limpia como lo es la energía solar.
Artículo 9.- El Estado Mexicano promoverá que existan las condiciones legales, regulatorias y fiscales para facilitar el cumplimiento de las Metas y sus disposiciones reglamentarias para todos los integrantes de la Industria Eléctrica.	El Proyecto también se alinea, debido a que éste promueve el aprovechamiento sustentable de la energía solar.
Artículo 14.- Para efectos de esta Ley, corresponde a la Secretaría: […] IV. Promover el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de generación y Aprovechamiento de Energías Limpias y el Aprovechamiento sustentable de la energía, que México haya adquirido y cuyo cumplimiento esté relacionado directamente con esta Ley, en condiciones de viabilidad económica y sin menoscabo de la competitividad; V. Promover el cumplimiento de todas las Metas país mediante la formulación y aplicación de los instrumentos de política pública correspondientes, la coordinación con las instancias relevantes, la evaluación anual del cumplimiento de las Metas país y la adopción de medidas correctivas en el caso de que el logro de las Metas país se encuentre por debajo de los niveles establecidos, considerando en todo momento que dichas medidas deben establecerse tomando en cuenta los costos asociados;	

III.5.11. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones

Tabla 16. Vinculación de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental con el proyecto.

LFRA	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6	No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: • Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, • No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. • La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad	En el Capítulo V de la presente MIA-R se describen todos los impactos que serán causados por el Proyecto y en el Capítulo VI se enlistan las medidas de mitigación para cada impacto generado, las cuales cumplen con la normatividad vigente. El promovente se compromete a aplicar las medidas de mitigación propuestas y necesarias para cumplir a cabalidad las responsabilidades ambientales atribuidas por la presente Ley.
Artículo 10	Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente	A efecto de no contravenir la presente disposición, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental para el proyecto, el mismo un daño al ambiente, será responsabilidad del promovente y se ajustará al resolutivo que la autoridad emita, en la reparación de los daños, o bien, con la compensación
Artículo 11	La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	Con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, se somete al procedimiento de evaluación del impacto y riesgo ambiental el proyecto, para obtener la autorización correspondiente, en la que la autoridad precisará las obras

		y actividades autorizadas, así como en su caso, las condicionantes a que se sujetarán las mismas.

III.5.12. Ley de la Industria Eléctrica

Considerando que el proyecto consiste en la generación, transformación, distribución de energía eléctrica a partir la captación de radiación solar por medio de paneles fotovoltaicos, se deberá observar el cumplimiento de la presente Ley.

Artículo 2. La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista.
Artículo 17. Las Centrales Eléctricas con capacidad mayor o igual a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional. (…).

El proyecto consiste en la generación, transformación y transmisión de energía eléctrica a partir la captación de radiación solar por medio de paneles fotovoltaicos por lo que el promovente deberá dar cabal cumplimiento a lo establecido en la presente Ley de la Industria Eléctrica.

b) Reglamentos

III.5.13. Reglamentos de la LGEEPA (haciendo hincapié en el RLGEEPAMIA)

En la tabla siguiente se desglosa la Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental con el proyecto.

Tabla 17. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA con el proyecto.

Reglamento LGEEPA	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: *Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geos termoeléctricas, Eolo eléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbo gas, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;* *II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;* *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y* *IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW. Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.* O) Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas.	Basado en el artículo, el proyecto, a través de la solicitud de autorización en la presente MIA-R, que es sometida al procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental.

	I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora y fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables. *II. Cambio de uso de suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.*	
Articulo 11	Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en le modalidad regional cuando se trate de: III.- Un conjunto de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.	De acuerdo a las características del proyecto, la presente corresponde a una Manifestación De Impacto Ambiental modalidad Regional
Artículo 13	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar y equilibrio ecológico.	El promovente elaborará, implementará y dará seguimiento a un programa para la prevención, mitigación y control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, que aplicará durante las etapas del proyecto.
Artículo 17	El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III.-Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	Se presentan la información requerida por el articulo presente.
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 la presente MIA-R, se describen las condiciones actuales ambientales del sistema ambiental, en que se desarrollará el proyecto, determinando los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.

Articulo 47	La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría	El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor de este, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-R, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación
Articulo 52	La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando. Si el promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el requerimiento.	En su momento y en caso de emitirse una autorización condicionada para el proyecto, el regulado obtendrá los seguros y garantías a que haya lugar.

III.5.14. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Se realizará observancia del Título Tercero, de las disposiciones generales para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Así como también el Artículo 12.- Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de la vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, presentando la solicitud correspondiente conforme lo señalado en este reglamento.

El sitio del proyecto sustenta vegetación nativa, mas no se pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de flora o fauna, por el contrario, el proyecto prospecta que antes de ejecutar las obras, se identificarán las especies de fauna en general de distribución regional, y de manera especial las pudiéramos observar dentro del trayecto de la obra, especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a fin de rescatarlas y no incurrir en ninguna de las especificaciones de la Ley y el presente Reglamento. Asimismo, se desarrollarán una serie de actividades y medidas de mitigación que ayuden a la conservación del área, estas medidas se mencionan amplia y detalladamente en el Capítulo VI de este documento.

III.5.15. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Dado que el proyecto incluye un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), este ordenamiento jurídico señala que también deberá presentarse un estudio técnico justificativo, con toda la información estipulada en su artículo **139.** Además, señala los plazos y términos en que la autoridad deberá dar respuesta sobre la solicitud. Tomado del Reglamento de fecha 12 de septiembre de 2020.

III.5.16. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Este reglamento es vinculante con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos a generar en sus diferentes etapas.

Tabla 18. Vinculación de la Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos con el Proyecto.

RLGPGIR	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 40.	La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	La construcción del proyecto considera el uso de equipo y maquinaria de combustión interna por lo que el uso de combustibles hace propensa la actividad para que se llegasen a presentar accidentes como derrame accidentales, para ellos se tiene contemplado el uso de un vehículo orquesta para su suministro, en caso de daños accidentales, se procederá a recolectar el suelo contaminado y su destino final mediante la contratación de los servicios de una empresa autorizada y especializada en el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.
Artículo 44.	Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores	En el proyecto no se prevé la generación de residuos peligrosos, sin embargo, el uso de maquinaria y equipo de combustión interna hace que se corra el riesgo de un derrame accidental. En caso necesario, el proyecto se ajustará al precepto legal en cita, es decir, se registrará ante la Secretaría como generador de residuos peligrosos en la categoría que le corresponda,
Artículo 82.	El monto de las garantías a que se refiere este Capítulo las fijará la Secretaría de acuerdo con el volumen y características de los residuos cuyo manejo ha sido autorizado, así como la estimación de los costos que pueden derivar de la reparación del daño provocado en caso de accidente o de contaminación de los sitios, que se puedan ocasionar por el manejo de dichos residuos. (…)	Se presenta el análisis de riesgo ambiental y el Plan de Manejo de Residuos, con el fin de que la autoridad determine el costo potencial de limpiar o remediar el área en caso de un derrame, fuga o accidente.

Este reglamento es vinculante con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos que se pudiesen generar en sus diferentes etapas. De la identificación de los residuos peligrosos, se establece lo siguiente:

1. La vinculación de esta Ley con el proyecto en caso de generar residuos peligrosos, se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en la etapa constructiva, ya que en la etapa operativa se considera que pudiese haber generación de residuos por la naturaleza del proyecto, sin embargo, los que puedan llegar a generarse se manejarán en observancia en las Normas Oficiales Mexicanas que sean aplicables.
2. En caso de generarse, las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, se llevarán 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.

3. En caso de generase, el tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo a 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.
4. La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto, deberá darle una disposición final a los residuos que llegasen a generar, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, precisando que el almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.

III.5.17. Reglamento la Ley General de Cambio Climático.

Tabla 19. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático con el proyecto.

RLGCC	Establece que:	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4	Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: I. Sector Energía: a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad: a.1. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, y	Las principales emisiones a la atmósfera que genere el proyecto serán por el uso de equipos, maquinaria empleados en las etapas de preparación de sitio y construcción, en razón de ello, el proyecto tendrá especial cuidado en que dichas emisiones no sobrepasen los niveles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables, por lo que en caso de estar la promovente sujeta a la presentación de reporte lo realizará.

c) Planes y programas

III.5.18. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

El proyecto, “Parque Solar.” Es vinculado con las siguientes estrategias del PND.

EJE

1. Política y gobierno.

El proyecto del Parque Solar está directamente alineado y vinculado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 del Gobierno de México. Esta infraestructura representa un eje operativo para consolidar la transición energética justa y la soberanía del sector eléctrico en el norte del país. El plan federal prioriza la rectoría del Estado en el sector eléctrico y la autosuficiencia energética, fortaleciendo la red eléctrica del norte en coparticipación con los planes de CFE.

El PND mandata un incremento masivo en la capacidad de generación eléctrica limpia para mitigar el cambio climático, aportando directamente al compromiso nacional de añadir 32,000 MW de energía limpia para el fin del sexenio. La inclusión de sistemas de almacenamiento en baterías (como los 10 MW / 30 MWh autorizados en la zona) cumple con el objetivo de dar respaldo técnico y estabilidad a la red eléctrica nacional.

El Llano fue integrado formalmente por la Secretaría de Energía (SENER) en el programa de expansión de energías renovables operado junto a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La interconexión mediante líneas de transmisión hacia la red de CFE reduce la dependencia de combustibles fósiles importados en la frontera.

El PND rechaza el crecimiento económico sin justicia social, promoviendo el bienestar de las comunidades locales y el municipio de El Llano es catalogado técnicamente como una de las zonas con mayor radiación y potencial fotovoltaico del país por lo que el proyecto impulsa el empleo regional bajo las directrices de ordenamiento territorial y sustentabilidad ambiental que exige la legislación de la SEMARNAT.

La alta radiación solar, maximiza la eficiencia de los paneles, lo que se traduce directamente en una mitigación masiva de gases de efecto invernadero (GEI) al desplazar la generación basada en combustibles fósiles. Cada megavatio-hora (MWh) limpio generado por el parque desplaza la energía del Mercado Eléctrico Mayorista, la cual aún depende fuertemente del gas natural y combustóleo en el norte del país.

El proyecto recupera la energía utilizada para su fabricación e instalación en menos de dos años de operación, generando energía 100% neta el resto de su vida útil.

El proyecto transforma el recurso solar inactivo de la región en un motor económico directo para el municipio de el Llano y el estado de Aguascalientes al generar empleos directos e indirectos durante la etapa de construcción al demandar mano de obra local para obras civiles, montaje de estructuras y tendido eléctrico. En la etapa de operación, genera empleos técnicos especializados permanentes así mismo dinamiza el comercio local mediante la contratación de servicios de hospedaje, alimentación, transporte y suministro de materiales de construcción en la región.

El pago de derechos, licencias de construcción municipales y el impuesto predial fortalecen las finanzas del Ayuntamiento, permitiendo mayor inversión en servicios públicos.

III.5.19. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Aguascalientes 2022.2027

El Plan de Desarrollo del Estado de Aguascalientes 2022-2027 (PDE) constituye el instrumento rector de la planeación estatal y establece los objetivos, estrategias y acciones que orientan el desarrollo de la entidad durante el periodo de la administración estatal. La versión más reciente corresponde a la segunda edición, diciembre de 2024, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 13 de enero de 2025.

El proyecto se vincula principalmente con el Eje 4. Estado ordenado y sostenible, debido a que su naturaleza corresponde al establecimiento de infraestructura para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente renovable, incorporando criterios de sustentabilidad y protección ambiental.

Asimismo, el Plan contempla como eje transversal el territorio y desarrollo sostenible, orientado a que las acciones de desarrollo estatal consideren la conservación de los recursos naturales, el ordenamiento territorial y la sostenibilidad ambiental.

Tabla 20. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo del Estado de Aguascalientes.

Eje del PDE	Vinculación con el proyecto
Eje 4. Estado ordenado y sostenible	Directa y positiva. El Parque Fotovoltaico constituye infraestructura energética basada en el aprovechamiento de la radiación solar, una fuente renovable, y se desarrollará incorporando medidas de prevención, mitigación y restauración para reducir los efectos sobre los componentes ambientales.

Eje transversal: Territorio y desarrollo sostenible	Directa. La selección y desarrollo del proyecto consideran las condiciones ambientales y territoriales del sitio, así como los instrumentos de ordenamiento aplicables, procurando que la incorporación de infraestructura energética sea compatible con las características del territorio.

En este sentido, el proyecto contribuye a la orientación del desarrollo estatal hacia un modelo ordenado y sostenible, al incorporar infraestructura para la generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable y sujetar su ejecución al cumplimiento de las disposiciones ambientales y territoriales aplicables.

Por lo anterior, se considera que el Parque Fotovoltaico presenta una vinculación favorable con el Plan de Desarrollo del Estado de Aguascalientes 2022-2027, particularmente con el Eje 4 y con el enfoque transversal de territorio y desarrollo sostenible, sin que ello implique que el Plan constituya por sí mismo una autorización para la ejecución del proyecto.

III.5.20. Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), Visión 10-20-40, constituye el instrumento rector de la política nacional de cambio climático para orientar las acciones de adaptación y mitigación en el mediano y largo plazo. La versión más reciente corresponde a su actualización publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de septiembre de 2024, mediante la cual se actualizaron las perspectivas a 2030, 2040 y 2060.

La ENCC plantea como visión nacional avanzar hacia un desarrollo sostenible y de bajas emisiones mediante el manejo sustentable de los recursos naturales y el impulso de energías limpias y renovables.

El proyecto presenta una vinculación principalmente con el componente de Mitigación, debido a que consiste en la construcción y operación de un Parque Fotovoltaico destinado a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar.

Tabla 21. Vinculación del proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio climático.

Componente	Vinculación con el proyecto
Mitigación del cambio climático	Directa y positiva. El proyecto utiliza energía solar, una fuente renovable, para la generación de electricidad, contribuyendo a la diversificación de las fuentes de generación y a la transición hacia un modelo energético de menores emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
Desarrollo sustentable y bajo en emisiones	Directa. La incorporación de infraestructura para el aprovechamiento de energía solar es congruente con la orientación de la ENCC hacia un desarrollo sustentable y bajo en emisiones.
Adaptación y resiliencia	Indirecta. Aunque el objetivo principal del proyecto corresponde a la mitigación, durante su diseño y operación se consideran las condiciones ambientales y los posibles riesgos asociados al clima, mediante medidas de prevención y manejo ambiental.
Política climática transversal	Compatible. El proyecto se somete a los instrumentos de planeación ambiental aplicables y contempla medidas para prevenir, mitigar y, en su

	caso, compensar los impactos ambientales derivados de su ejecución.

En particular, la generación de electricidad mediante tecnología fotovoltaica resulta congruente con la orientación de la ENCC hacia el fortalecimiento de un modelo de desarrollo sustentable y de bajas emisiones, al aprovechar una fuente renovable para la producción de energía eléctrica. La ENCC actualizada mantiene como objetivo de largo plazo avanzar hacia una economía sustentable, resiliente y baja en emisiones.

Por lo anterior, se considera que el Parque Fotovoltaico presenta una vinculación directa y favorable con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, principalmente en materia de mitigación y transición hacia un desarrollo bajo en emisiones, sin que ello implique que la ENCC constituya por sí misma una autorización para la ejecución del proyecto.

d) Convenios o tratados internacionales

III.5.21. Diversidad Biológica y Cambio Climático

Los recursos biológicos de la Tierra son vitales para el desarrollo económico y social de la humanidad. Como resultado, existe un reconocimiento creciente de que la diversidad biológica es un activo global de enorme valor para las generaciones presentes y futuras. Al mismo tiempo, la amenaza para las especies y los ecosistemas nunca ha sido tan grande como lo es hoy. La extinción de especies causada por las actividades humanas continúa a un ritmo alarmante.

En respuesta, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) convocó al Grupo de Trabajo Ad Hoc de Expertos en Diversidad Biológica en noviembre de 1988 para explorar la necesidad de una. convención internacional sobre la diversidad biológica.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. A la fecha cuenta con 196 Partes y tiene 3 objetivos principales:

1. La conservación de la diversidad biológica
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica
3. La distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos

Implementación en México:

México firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica el 13 de junio de 1992 y lo ratificó el 11 de marzo de 1993. Desde que México es parte del CBD, ha participado activamente en el fortalecimiento del mismo. El CBD es el instrumento global más importante para promover la conservación y uso sostenible de nuestro capital natural.

La CONABIO participa como asesor y representante del gobierno mexicano, en foros internacionales relacionados con la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

La CONABIO generó una serie de estrategias a cumplir dentro del territorio mexicano, dentro de las cuales una de las más importantes son las siguientes:

1. **Primer Estudio de País:** Una vez que México es signatario del CBD se inicia el estudio nacional de Evaluación de la Diversidad Biológica reflejado en el Estudio de País que se publica en 1998 en respuesta a los compromisos adquiridos en el Convenio. El estudio de país es un documento que contiene la descripción de la diversidad biológica de México, su importancia para la economía nacional, la amplia gama de factores que la amenazan y los instrumentos de política y gestión ambiental para su conservación y manejo. El Estudio de País contiene una descripción general de la biodiversidad y se basa en 4 puntos de referencia: 1) Grado de conocimiento en los niveles de genes, especies y de ecosistemas, 2) Procesos y formas de uso de los recursos biológicos, 3) Elementos relacionados con su conservación, 4) Capacidad institucional para la conservación y uso sostenible. Dicho estudio sirvió de base a la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad en México (ENBM) en el cual se identifican las prioridades y acciones requeridas para alcanzar los objetivos del CBD.

2. **Capital Natural de México (segundo estudio de País):** La obra denominada "Capital Natural de México" coordinada por la CONABIO, es un ambicioso esfuerzo que compila y analiza el conocimiento más actualizado y confiable que existe a nivel mundial sobre la mega diversidad biológica de la nación. Se conforma por cinco volúmenes: 1) Conocimiento actual de la biodiversidad., 2) Estado de Conservación y tendencias de cambio., 3) Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad., 4) Capacidades humanas, institucionales y financieras, 5) Escenarios futuros. Capital Natural de México impulsa el tránsito de la fase de definición de problemas a la de diseño de soluciones en materia ambiental. Asimismo, contribuye a la conformación de una cultura que promueve el aprecio a la biodiversidad y al enorme valor de los servicios ambientales que nos provee la naturaleza mexicana, aportando elementos para conservar nuestro patrimonio cultural.

3. **Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBIOMEX) y Plan de Acción 2016-2030**, que es un documento guía que presenta los principales elementos para conservar, restaurar y manejar sustentablemente la biodiversidad y los servicios que provee en el corto, mediano y largo plazo. La ENBioMex es el resultado de un proceso de planeación participativa entre diversos sectores y actores sobre la importancia de la diversidad biológica de nuestro país, lo cual es fundamental para garantizar la permanencia de ésta.

4. **Las Estrategias Estatales sobre Biodiversidad (EEB**): Tomando en cuenta la mega diversidad de México se ha reconocido la importancia de la generación de estrategias y planes de acción desde una perspectiva federalista que permitan la planificación para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad a fin de poder alcanzar los objetivos planteados en el CBD y servir como complemento a las acciones trazadas en la ENBM.

   La CONABIO en colaboración con los gobiernos estatales, y representantes de los diversos sectores de la sociedad, ha iniciado los trabajos para la elaboración de las Estrategias Estatales sobre Biodiversidad, tomando en cuenta la diversidad cultural, geográfica, social y biológica de México. Las Estrategias Estatales de Biodiversidad servirán como un instrumento de planificación que permitirá conservar y utilizar de manera sostenible la diversidad biológica de cada entidad federativa. En ese sentido el proceso de implementación de las Estrategias pretende realizar dos documentos de planificación: 1) Estudio de Estados: Descripción general de la biodiversidad de

cada entidad federativa. 2) Estrategias Estatales: Planificación Estratégica que orienta las acciones de los diferentes sectores de la sociedad para asegurar la permanencia de la diversidad biológica. A la fecha se han publicado 21 Estudios de Estado y 14 Estrategias.

En estricto apego al Eje Estratégico 4: Presión y Amenazas, y en concordancia con las metas de mitigación basada en ecosistemas frente al cambio climático, el proyecto implementará un esquema operativo diseñado para no ejercer presión sobre los acuíferos críticamente sobreexplotados de Aguascalientes. Para dar cumplimiento a la Línea de Acción 4.5.3, las fases de preparación del sitio y construcción respetarán de manera irrestricta la topografía original y la red de drenaje pluvial natural, manteniendo libres de infraestructura los cauces de los arroyos estacionales que cruzan el polígono. De igual forma, durante la fase de operación, las actividades de limpieza y mantenimiento de los módulos fotovoltaicos se realizarán mediante tecnologías y, en casos excepcionales, mediante el uso exclusivo de agua tratada de origen externo. Con esto se mitiga el riesgo de erosión hídrica acelerada, se fomenta la recarga natural del subsuelo y se evita competir por el recurso hídrico con el capital natural remanente y las poblaciones locales.

El promovente asume el compromiso dictado por el Eje Estratégico 1: Conocimiento y Conservación de la ENBIOMEX, vinculando directamente las medidas de mitigación del proyecto con las Líneas de Acción 1.4.3 y 2.1.2 relativas al monitoreo y protección de especies en riesgo. Mediante la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, se realizará un censo y rescate al 100% de los ejemplares de la familia Cactaceae y demás flora endémica listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 previo al inicio de actividades. Además, el mantenimiento de franjas de vegetación nativa perimetral funcionará como corredores biológicos que preservarán la conectividad del paisaje para la herpetofauna y avifauna local, minimizando el efecto de fragmentación biótica.

5. **Estrategias de Integración de la Biodiversidad:** En el marco de la COP 13 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), celebrado en Cancún México, del 4 al 17 de diciembre de 2016, México propuso que el tema central fuera “integración de la biodiversidad para el bienestar” con énfasis en los sectores agrícola, forestal, pesquero y turístico. El tema también se revisó en el Segmento de Alto Nivel (2 y 3 de diciembre).

   La integración implica que la biodiversidad sea parte integral del funcionamiento de los sectores productivos y de servicios, buscando reducir, evitar y mitigar sus impactos negativos y potenciar los positivos, para que los ecosistemas sanos y resilientes aseguren el suministro de servicios esenciales para el bienestar. Por ello, a nivel nacional, México en colaboración con la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) elaboró cuatro estrategias para los sectores: agrícola, forestal, pesquero y turístico. Este esfuerzo fue realizado de manera intergubernamental con la participación de SAGARPA, CONAPESCA, SECTUR, CONAFOR, CONABIO, entre otros.

El Proyecto Fotovoltaico se alinea formalmente con las Estrategias de Integración de la Biodiversidad de México, cuyo postulado principal exige reducir, evitar y mitigar los impactos negativos de los sectores productivos para garantizar que los ecosistemas se mantengan sanos y resilientes. En el contexto del sector de infraestructura energética, el proyecto rompe el paradigma tradicional de desbroce masivo e introduce una visión técnico-ecológica interactiva. Para ello, el diseño definitivo de la central fotovoltaica en El Llano

excluye la nivelación total del terreno mediante terracerías pesadas y asimila la topografía natural del uso de suelo de agricultura en la colocación de sus estructuras hincadas. Con esta medida, se preserva el banco de semillas autóctono en el suelo, se minimiza la alteración microbiana de las capas superficiales de la tierra y se garantiza la continuidad de las funciones ecosistémicas del suelo peninsular.

Bajo el marco conceptual de las sinergias tecnoecológicas impulsado en los instrumentos de integración de la CONABIO, la infraestructura del parque solar no operará como una barrera excluyente, sino como un refugio ecológico dinámico para la biodiversidad local. Al restringir totalmente el uso de herbicidas químicos e insecticidas sintéticos en la superficie de ocupación durante la fase operativa, el predio actuará como una reserva de protección de facto frente a las actividades antrópicas circundantes. La sombra parcial generada por los módulos fotovoltaicos será aprovechada para crear microclimas estables que mitiguen el estrés térmico extremo característico de Aguascalientes. Esto favorecerá el repoblamiento natural de plantas raras o de lento crecimiento y proporcionará zonas de anidación, descanso y forrajeo seguro para la avifauna e insectos polinizadores nativos, logrando una ganancia neta en la diversidad biológica.

En concordancia con las herramientas prácticas e intersectoriales de la plataforma Biodiversidad en Acción y los lineamientos de descentralización de la política ambiental de la CONABIO, el proyecto articulará sus programas de conservación con los instrumentos de escala estatal de Aguascalientes. El promovente integrará sus bases de datos, mapas de reubicación de fauna y censos florísticos (orientados bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010) con la estrategia local para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. De esta manera, las acciones de mitigación del parque solar no se ejecutarán como esfuerzos aislados, sino que robustecerán la gobernanza subnacional y coadyuvarán directamente al cumplimiento de las metas nacionales e internacionales de conservación de la naturaleza desde el ámbito municipal de El Llano.

6. **Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación (ENEI):** Es una guía que permite dirigir las acciones encaminadas a prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas invasoras en nuestro país. Para iniciar con la implementación de la ENEI, distintos actores se organizaron y presentaron la propuesta del proyecto “Fortalecer las capacidades de México para manejar especies invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional sobre especies invasoras”.

El Proyecto Fotovoltaico asume de forma vinculante los lineamientos del Objetivo 1 de la ENEI, enfocados en evitar la introducción y dispersión de especies exóticas invasoras a través de las vías de transporte y operaciones de obra. Dado que el movimiento de maquinaria pesada, agregados pétreos y componentes fotovoltaicos provenientes de otras regiones geográficas constituye un vector de alto riesgo para el traslado inadvertido de semillas y propágulos invasores, el proyecto implementará un estricto protocolo de bioseguridad en los accesos del predio. Toda maquinaria y vehículo de carga que ingrese deberá someterse obligatoriamente a una estación de lavado a presión de neumáticos y chasis para la remoción de sustratos orgánicos.

En estricto cumplimiento con el Objetivo 2 de la ENEI, el cual mandata el desarrollo de programas de control y mitigación de especies ya introducidas, el plan de manejo ambiental del parque solar prohíbe explícitamente el uso de desbroces químicos con herbicidas sintéticos que debiliten la resiliencia del suelo. El desmonte necesario para el hincado de

las estructuras fotovoltaicas genera áreas perturbadas susceptibles a la colonización rápida de flora oportunista invasora. Para contener esta amenaza, el proyecto ejecutará un Programa de Control Mecánico Continuo, realizando podas manuales selectivas que mantengan la vegetación a una altura segura por debajo de los paneles sin erradicar la cobertura de herbáceas nativas. Este enfoque preservará la humedad del suelo, evitará la colonización de especies ruderales exóticas y mitigará el riesgo de incendios forestales alimentados por biomasa seca invasora, un problema recurrente que vulnera la estabilidad ecológica en entornos áridos de El Llano.

En concordancia relativa a la capacitación, divulgación y manejo responsable, el proyecto blindará sus operaciones contra riesgos biológicos asociados a la fauna exótica. Durante las etapas de preparación del sitio y operación, se capacitará al personal técnico mediante talleres de identificación de especies invasoras de alto impacto para la región de Aguascalientes (como la fauna feral y plantas nocivas catalogadas por la CONABIO). Se implementará una política estricta de "Cero Tolerancia" al abandono o alimentación de fauna doméstica (perros y gatos) dentro del polígono del proyecto, ya que su asilvestramiento representa una de las principales amenazas de depredación y transmisión de patógenos hacia los reptiles y pequeños mamíferos nativos bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

7. **Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (EMCV):** Es una herramienta de política pública que establece las directrices para orientar las acciones que permitan conocer, conservar y usar de manera sustentable la diversidad vegetal de México a largo plazo. La EMCV cuenta con un Comité Coordinador para su Implementación (CCI-EMCV), el cual busca dar seguimiento al cumplimiento de las acciones y metas establecidas en esta Estrategia.

Se ejecuto un muestreo florístico determinando las especies listadas bajo categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los registros taxonómicos, mapas de densidad y datos fitogeográficos obtenidos en el sitio del proyecto en El Llano son parte fundamental del presente documento técnico. De esta manera, las líneas base biológicas de la MIA-R no solo servirán como un control interno del proyecto, sino que aportarán datos técnicos reales al conocimiento y documentación de la diversidad vegetal de las zonas de Aguascalientes, cumpliendo con las metas de la estrategia nacional.

Con el fin de la conservación de la diversidad vegetal en sus hábitats naturales, el proyecto implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Para los ejemplares localizados en las áreas de despliegue de infraestructura que requieran ser removidos, se aplicarán técnicas especializadas de extracción para su resguardo ex situ en un vivero temporal rústico construido dentro del predio. En este espacio se les dará manejo para garantizar su establecimiento y un índice de supervivencia superior al 85% previo a su reintroducción definitiva en las zonas de restauración.

El proyecto se vincula de forma corresponsable con las metas de restauración de la EMCV mediante un compromiso de compensación ambiental, financiando la reforestación de áreas degradadas equivalentes fuera del polígono en coordinación con la CONAFOR, asegurando un balance neto positivo para el capital vegetal de la región.

8. **Informes Nacionales:** Los informes nacionales sobre diversidad biológica del CBD constituyen una importante fuente de información para los procesos de revisión y

> toma de decisiones con el propósito de que las Partes hagan una evaluación a escala nacional en lo referente a la aplicación de los tres objetivos del Convenio.
> México ha presentado cinco Informes Nacionales. En el 2014, fue presentado el último Informe Nacional. La CONABIO ha participado en la elaboración de los cinco informes nacionales y actualmente se encuentra coordinando el proceso de elaboración del Sexto Informe Nacional. (CONABIO, 2021).

México ha presentado cinco Informes Nacionales. En el 2014, fue presentado el último Informe Nacional. La CONABIO ha participado en la elaboración de los cinco informes nacionales y actualmente se encuentra coordinando el proceso de elaboración del Sexto Informe Nacional. (CONABIO, 2021).

El Proyecto Fotovoltaico asimila los diagnósticos críticos emitidos en los Informes Nacionales de México ante el CDB, los cuales identifican de manera reiterada que la fragmentación del hábitat, el cambio climático y el cambio de uso de suelo persisten como los principales promotores de la pérdida de biodiversidad en el territorio nacional. En respuesta a este panorama, el diseño de la central fotovoltaica en el municipio de El Llano, Aguascalientes, introduce medidas de ingeniería inversa para contrarrestar dichos motores a escala local. Mediante la adopción de un modelo perimetral poroso de cercado técnico y el hincado directo de soportes y evitando cimentaciones de concreto corridas, el proyecto se desmarca del esquema de degradación del suelo. De esta forma, el proyecto opera como una infraestructura híbrida que aporta a la transición energética global sin acelerar las tendencias de pérdida biótica reportadas por la CONABIO ante el secretariado del convenio internacional.

Las medidas de manejo ambiental del proyecto se vinculan de manera vinculante con las aportaciones de México descritas en sus Informes Nacionales, orientadas actualmente al cumplimiento del Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal y las metas de la ENBIOMEX. Específicamente, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre implementado en Rancho Montoya atiende los objetivos de conservación efectiva de especies nativas y catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, mitigando el riesgo de extinciones antropogénicas locales. Al asegurar un porcentaje de supervivencia superior al 85% para cactáceas endémicas y coordinar corredores biológicos de herpetofauna dentro del polígono, el promovente garantiza que el desarrollo energético no represente un retroceso en los indicadores de integridad ecológica que México reporta periódicamente ante la comunidad internacional, coadyuvando activamente a los esfuerzos de conservación subnacional del estado.

Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático

Firmado el 13 de junio de 1992 y ratificado por México el 11 de marzo de 1993. México se ubica fuera del Anexo I de la convención, es decir se encuentra dentro de la lista de países que acordaron proteger el sistema climático para beneficio de la humanidad sobre la base de la equidad y de acuerdo con sus responsabilidades y capacidades.

Desde este punto de vista el proyecto Parque Solar, se vincula directamente con dicha convención ya que sus obras y actividades deben de estar perfectamente reguladas de tal forma que estas permitan cumplir con el compromiso de México en dicha convención, el proyecto cumplirá con dicho compromiso por un lado el de generar energías limpias mediante la transformación de la radiación solar y al proponer e implementar un sistema de medidas las cuales se vinculan entre sí con el

objeto de conservación, desarrollo sustentable y la NO contribución al cambio climático, situación que se puede observar directamente a través de la implementación de medidas como la regulación de emisiones a la atmósfera ya sean partículas suspendidas de diversos diámetros y otros contaminantes producto de la combustión interna de motores o la reforestación de tierras frágiles entre muchas otras respetándose en todo momento la normatividad técnica existente para regulación de los parámetros correspondientes.

III.5.22. Acuerdo de Escazú

Derechos de Acceso en Materia Ambiental.

En los considerandos del Acuerdo de Escazú se reafirma que los derechos de acceso a la información, a la participación y a la justicia en asuntos ambientales son derechos inherentes al ser humano, que están relacionados entre sí y son interdependientes, por lo que se deben promover y aplicar de forma integral y equilibrada, pues contribuyen al fortalecimiento de la democracia, al desarrollo sostenible, al respeto y protección de los derechos humanos y de las libertades fundamentales de todas las personas, sin discriminación, sin distinción, exclusión, restricción o preferencia de origen étnico o nacional, color de piel, cultura, sexo, género, edad, discapacidades, condición social, económica, de salud o jurídica, religión, apariencia física, características genéticas, situación migratoria, embarazo, lengua, opiniones, preferencias sexuales, identidad o filiación política, estado civil, situación familiar, responsabilidades familiares, idioma o cualquier otro motivo.

De la misma manera, el Acuerdo de Escazú considera necesario que los Estados promuevan el diálogo, la cooperación, la asistencia técnica, la educación y la sensibilización, así como el fortalecimiento de capacidades, en los niveles internacional, regional, nacional, subnacional y local, para el ejercicio pleno de los derechos de acceso.

Derecho de acceso a la Información: Cada Estado Parte del Acuerdo deberá garantizar el derecho del público de acceder a la información ambiental que está en su poder, bajo su control o custodia, de acuerdo con el principio de máxima publicidad. (Artículo 5 del Acuerdo de Escazú).

Derecho de acceso a la participación: Cada parte garantizará mecanismos de participación del público en los procesos de toma de decisiones, revisiones, reexaminaciones o actualizaciones relativos a: proyectos, actividades o autorizaciones ambientales que tengan un impacto significativo sobre el medio ambiente o en la salud; asuntos ambientales de interés público, tales como el ordenamiento del territorio y la elaboración de políticas, estrategias, planes, programas, normas y reglamentos.

El público será informado de forma efectiva, comprensible y oportuna, a través de medios apropiados, que pueden incluir los medios escritos, electrónicos u orales, así como los métodos tradicionales. (Artículo 7 del Acuerdo de Escazú).

Derecho de acceso a la justicia: Cada Estado Parte garantizará el derecho de acceder a la justicia en asuntos ambientales de acuerdo con las garantías del debido proceso, contar con órganos competentes y especializados en materia ambiental, procedimientos efectivos, oportunos, públicos, transparentes, imparciales; el acceso a instancias judiciales y administrativas para impugnar y recurrir cualquier decisión, acción u omisión relacionada

con los derechos de acceso a la información, a la participación o afectaciones al medio ambiente, con especial atención las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad. (Artículo 8 del Acuerdo de Escazú).

Personas defensoras de los derechos humanos en asuntos ambientales: Cada Parte garantizará un entorno seguro y propicio en el que las personas, grupos y organizaciones que promueven y defienden los derechos humanos en asuntos ambientales puedan actuar sin amenazas, restricciones e inseguridad. (Artículo 9 del Acuerdo de Escazú).

Fortalecimiento de capacidades y cooperación: cada Estado Parte se compromete a crear y fortalecer sus capacidades nacionales; formar, educar y capacitar sobre los derechos de acceso en asuntos ambientales; desarrollar programas de sensibilización en temas ambientales y derechos de acceso dirigidos a servidores públicos, estudiantes y al público, con el apoyo de dependencias, instituciones y organizaciones. (Artículo 10 del Acuerdo de Escazú).

III.5.23. Convenio 169 sobre pueblos indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo.

El Convenio garantiza el derecho de los pueblos indígenas y tribales a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural.

Artículo 6.

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

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

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

Artículo 7.

1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio

desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.

2. El mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo y del nivel de salud y educación de los pueblos interesados, con su participación y cooperación, deberá ser prioritario en los planes de desarrollo económico global de las regiones donde habitan. Los proyectos especiales de desarrollo para estas regiones deberán también elaborarse de modo que promuevan dicho mejoramiento.
3. Los gobiernos deberán velar por que, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas. 4. Los gobiernos deberán tomar medidas, en cooperación con los pueblos interesados, para proteger y preservar el medio ambiente de los territorios que habitan.

En este caso las tierras donde se pretende desarrollar el proyecto no pertenecen a poblaciones indígenas ni habitan grupos indígenas dentro del territorio contemplado para la instalación del parque fotovoltaico.

III.5.24. CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (**CITES**) es un acuerdo internacional concertado entre gobiernos. Desde el año 2000 la CONABIO es la autoridad científica de México ante la CITES.

La CITES regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.

La CITES proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados. Para ello, es indispensable que cada uno de los países que participan en la Convención designen una o más Autoridades Administrativas que se encargan de regular el sistema de permisos y certificados, y una o más Autoridades Científicas que asesoren sobre los efectos del comercio en las especies.

La misión de la CITES es asegurar que el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres no amenace su supervivencia, sino que se realice de manera sustentable promoviendo la conservación de las poblaciones.

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

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

La delimitación del sistema ambiental regional obedece al objetivo de definir una región sobre la cual se puede presentar la incidencia de los impactos ambientales que pueden ser ocasionados por el proyecto de interés. Si bien el concepto de región involucra la definición de un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, los posibles impactos no solo se reflejan en la matriz ambiental, sino también en los componentes económico y social de la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

Para la caracterización del sistema ambiental se tomaron en cuenta metadatos de INEGI, CONABIO, SIATL, información general de geomorfología, edafología e hidrológica de fuentes como la Carta Geológica Mexicana de la UNAM, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), así como del Estudio de Disponibilidad del Agua de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), además de consultar bases de datos de fuentes nacionales e internacionales, como las de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); todo esto se complementó con el trabajo prospectivo realizado.

Se efectuaron proyecciones en base a la información digital y cartográfica disponible de INEGI; empleando datos vectoriales de las diferentes capas; edafológica, hidrológica, uso de suelo y topografía, con el uso del DATUM WGS84.

El criterio fundamental para identificar el área de influencia ambiental del estudio, será reconocer los componentes ambientales que pueden ser afectados por las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto, en este caso en sus fases de preparación y abandono. Al respecto, debemos tener en cuenta que el ambiente relacionado con el proyecto, se puede caracterizar esencialmente como un ambiente físico (componentes de suelo, agua y aire) en el que existe y se desarrolla una biodiversidad (componentes de flora y fauna), así como un ambiente socioeconómico, con sus evidentes manifestaciones culturales. Otro aspecto a tener en cuenta, será una identificación precisar de las actividades que serán desarrollados durante las diferentes etapas de ejecución.

Por lo expuesto, el área de estudio se compone de los siguientes conceptos:

IV.1.1. Área de Influencia Directa

De acuerdo a la definición establecida por de la SEMARNAT; “*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 alterará algún elemento ambiental*.”

Corresponde al ámbito espacial directamente involucrado con la ejecución del proyecto, en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades previstas. El criterio principal para definir el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, consistió en reconocer los factores ambientales que pueden ser afectados directamente por el desarrollo de actividades del proyecto en sus diferentes etapas, por lo cual, se debe considerar que esta AID corresponde al sitio en el cual serán realizadas las actividades de cambio de uso de suelo se encuentra restringida a los límites del predio y se determinó en

primer momento, en función de la fisiografía del terreno, las vías de acceso y la estabilidad del terreno.

El área de influencia directa es la correspondientes a la propuesta del proyecto directamente afectada por las acciones del Proyecto, correspondiente a una superficie de **231.959 ha**.

Las coordenadas del área del proyecto corresponden a una proyección WGS 84 Zona 13 UTM (Tabla 31):

Tabla 1. Coordenadas del área del proyecto.

COORDENADAS WGS 84 UTM ZONA 13 N					
id	**X**	**Y**	**id**	**X**	**Y**
1	801844.207	2428135.007	**20**	802905.644	2429540.436
2	801939.546	2428784.363	**21**	803100.856	2429678.188
3	801993.781	2428684.697	**22**	803128.579	2429576.797
4	802163.038	2428609.891	**23**	803079.244	2429426.959
5	802553.336	2428491.575	**24**	803315.537	2429075.099
6	802595.992	2428591.164	**25**	803373.711	2429552.096
7	802852.343	2428479.24	**26**	803434.069	2429549.501
8	802881.845	2428605.33	**27**	803442.984	2429591.435
9	802901.505	2428598.597	**28**	803437.468	2429629.501
10	802934.304	2428654.043	**29**	803423.551	2429725.56
11	802823.934	2428710.836	**30**	803488.582	2429730.725
12	802733.541	2428754.584	**31**	803626.139	2429152.453
13	802695.689	2428718.952	**32**	803701.212	2428871.839
14	802441.485	2428972.697	**33**	803723.75	2428276.758
15	802350.672	2429043.808	**34**	803735.666	2428276.992
16	802241.847	2429187.989	**35**	803754.165	2427588.333
17	802268.617	2429219.776	**36**	802861.08	2427849.513
18	802440.452	2429300.374	**37**	801844.207	2428135.007
19	802789.884	2429470.144	**AREA_ 231.957 HA**		

IV.1.2. Área de Influencia Indirecta

El AII, corresponderá a la zona aledaña al proyecto en la que se pudieran ocasionar efectos sobre los componentes, debiéndose considerar en estos otros criterios como la temporalidad de los mismos.

Ocupa un espacio geográfico finito y cartografiable, que este definido en base a las interrelaciones de sus componentes abióticos, bióticos y antrópicos, caracterizadas por la uniformidad, la continuidad y la estabilidad de sus factores ambientales más notables.

Para la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto se estableció un buffer de 500 m alrededor del Área del Proyecto (AP), resultando en una superficie aproximada de 689.979 ha. Esta delimitación se realizó considerando las características físicas, ambientales y paisajísticas del entorno inmediato del proyecto, así como la naturaleza de las actividades que se desarrollarán dentro del AP.

La definición del área de influencia se fundamenta en que el entorno inmediato presenta condiciones ambientales relativamente homogéneas respecto a las identificadas dentro del AP. Predominan terrenos con uso agrícola, los cuales mantienen continuidad espacial alrededor del área del proyecto, sin identificarse cambios marcados en el uso del suelo que permitan establecer límites ambientales claramente diferenciados a una distancia menor o mayor. Por lo anterior, el buffer de 500 m permite incorporar una superficie representativa del entorno inmediato en el que podrían manifestarse cambios o interacciones derivados de las actividades del proyecto.

Asimismo, dentro del entorno considerado se identifican infraestructuras asociadas a proyectos fotovoltaicos, lo que evidencia que el paisaje presenta actualmente elementos de carácter antrópico relacionados con el aprovechamiento energético y que la instalación del proyecto se inserta en un contexto con presencia previa de este tipo de infraestructura. Esta condición resulta relevante para la valoración de los efectos sobre el paisaje, particularmente al considerar la capacidad de integración visual del proyecto dentro del entorno existente.

Desde el punto de vista fisiográfico, el área presenta un relieve predominantemente homogéneo, sin variaciones importantes de altitud o pendiente que generen unidades paisajísticas claramente diferenciadas o barreras naturales capaces de limitar de manera significativa la percepción o interacción del proyecto con su entorno inmediato. De igual manera, la continuidad del uso agrícola y la relativa uniformidad de las condiciones topográficas favorecen la consideración de un ámbito espacial continuo alrededor del AP.

En este sentido, el radio de 500 m se considera adecuado para representar el entorno inmediato susceptible de presentar interacción con el proyecto, permitiendo incorporar las características ambientales y paisajísticas que mantienen continuidad con el AP. La delimitación propuesta considera, por tanto, tanto la homogeneidad del paisaje y del relieve como la continuidad del uso de suelo agrícola y la presencia de infraestructura fotovoltaica cercana, constituyendo una escala espacial suficiente para analizar las posibles modificaciones que el proyecto pudiera generar sobre los componentes ambientales y paisajísticos del entorno.

De esta manera, el Área de Influencia queda definida con una superficie de **689.979** ha, correspondiente al entorno inmediato del AP y representativa de las condiciones ambientales predominantes en la zona donde se desarrollará el proyecto.

Las coordenadas se encuentran en el Anexo 7, así como las coordenadas del área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental regional en formato .csv para su consulta.

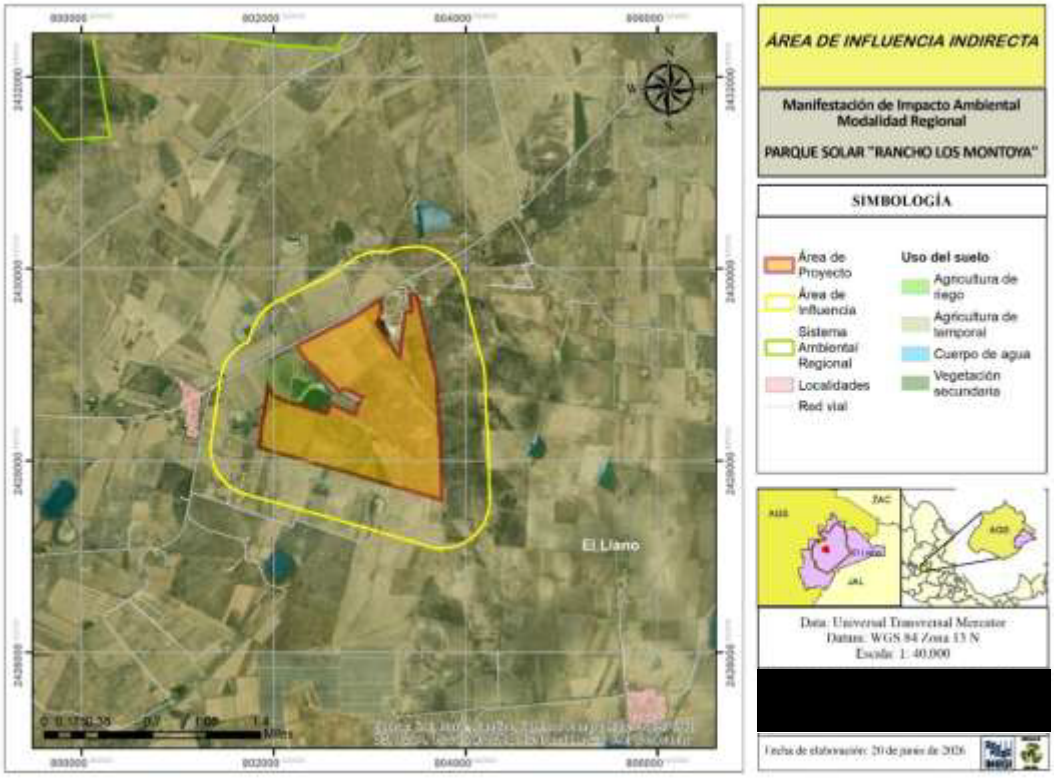


Figura 1. Área de influencia del proyecto

IV.1.3. Sistema Ambiental Regional

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se consideraron criterios fisiográficos hidrológicos y de infraestructura regional, con base a los datos de INEGI de tipo vectorial, de la carta topográficas con la clave F13D19.

El límite norte del SAR corresponde a los límites de la subcuenca del río Chicalote, perteneciente a la cuenca Río Verde Grande de la Red Hidrológica Lerma-Santiago; al noreste, la delimitación sigue la carretera estatal El Novillo – Villa Juárez No. 5, enlazándose con el canal identificado cartográficamente con la clave RH12Ii en el lado este, actualmente en estado de operación.

En el sureste, el límite se une con la carretera estatal San Isidro - La Soledad No. 43., que continua al sur con el camino de intersección municipal ubicado al suroeste, que a su vez conecta con la carretera estatal E. C. (Antigua a San Luis Potosí) - Sandovales – El Copetillo No. 156. El límite oeste se definió siguiendo la carretera estatal Sandovales – Las Flores No. 86, hasta su intersección con el límite municipal ubicado en el noroeste. A partir de este punto, la delimitación continua sobre el cambio de topoforma clasificado como Lomerío con cañadas.

El SAR obtuvo una superficie de **19,874.673 ha**, donde el uso de suelo principalmente es de tipo agrícola (Figura 17).

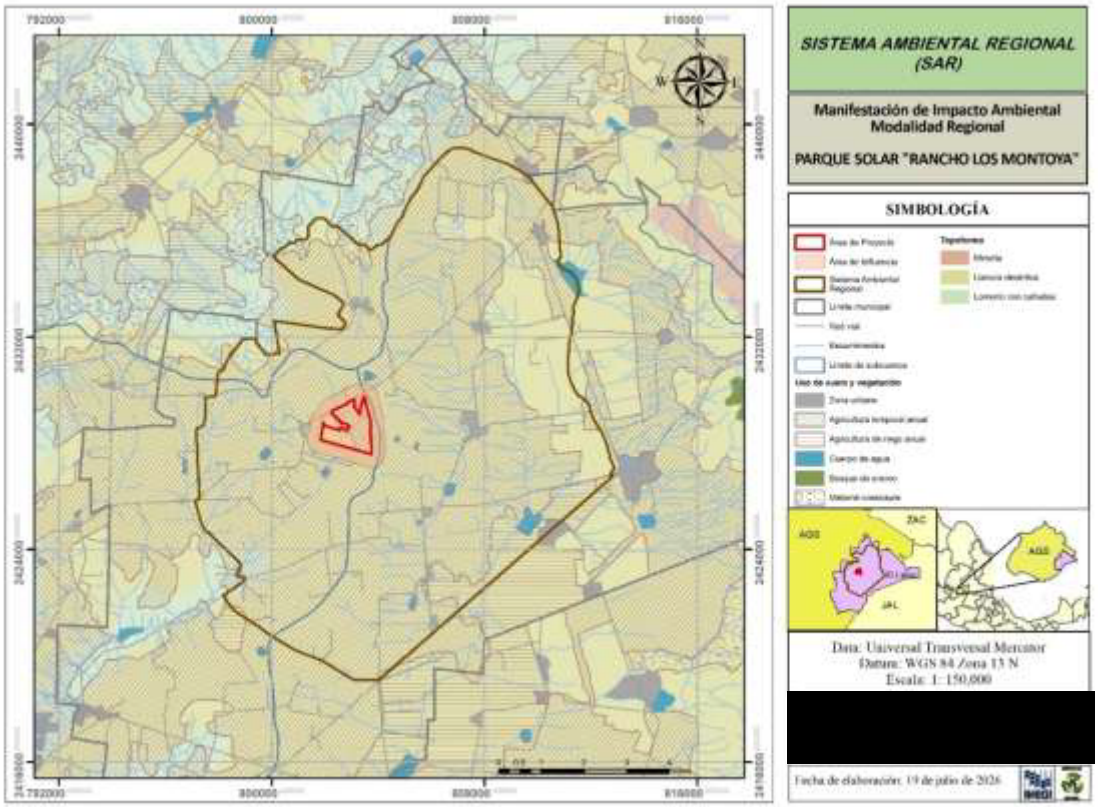


Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto.

Las coordenadas correspondientes al Sistema Ambiental Regional proyectadas en UTM Zona 13N se enlistan en la Tabla 32.

Tabla 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Sistema Ambiental Regional						
Superficie: 19,874.673 ha						
ID	X	Y		ID	X	Y
1	797506.51	2429051.23		75	810843.25	2435323.89
2	797492.53	2429696.63		76	810871.78	2435117.38
3	797535.05	2429738.55		77	810882.15	2434996.59
4	797884.85	2429785.69		78	810762.39	2434872.94
5	797973.32	2430693.37		79	810843.79	2434672.21
6	798182.97	2430750.07		80	811006.94	2434542.88
7	798191.46	2430846.95		81	811206.55	2434482.75
8	798415.39	2431291.51		82	811450.76	2434213.52
9	798450.70	2431367.97		83	811582.91	2433715.13
10	798625.26	2431523.95		84	811480.04	2433557.48
11	798764.79	2431718.99		85	811497.85	2433486.12
12	798853.37	2431818.77		86	811448.29	2433372.08
13	798905.87	2431921.88		87	811338.12	2433093.54

14	799019.12	2431930.53		88	811375.88	2432921.89
15	799376.56	2431937.50		89	811309.11	2432736.12
16	799418.30	2431883.50		90	811322.90	2432486.47
17	799414.63	2431777.45		91	811278.55	2432127.38
18	799789.91	2431342.01		92	811217.67	2431979.94
19	800295.75	2431376.99		93	811177.24	2431506.16
20	800183.61	2432024.53		94	811145.30	2431222.51
21	800081.28	2432614.09		95	811152.08	2431048.24
22	800730.68	2432519.67		96	811131.38	2430862.68
23	801972.44	2432338.16		97	811169.13	2430609.94
24	802659.24	2432291.01		98	811257.61	2430323.20
25	802782.59	2432517.50		99	811412.53	2429970.99
26	802492.35	2432842.71		100	811528.46	2429796.39
27	802717.28	2433284.60		101	811771.26	2429662.70
28	802330.50	2433582.25		102	811933.40	2429473.99
29	801040.29	2434144.23		103	812005.44	2429193.58
30	800062.37	2435018.55		104	812117.79	2428882.33
31	800205.07	2435183.42		105	812428.30	2428395.74
32	800375.87	2435350.85		106	812604.42	2427969.90
33	800475.39	2435359.56		107	812656.57	2427695.86
34	800676.40	2435561.20		108	812733.11	2427555.74
35	800829.86	2435524.75		109	812709.09	2427453.72
36	800973.98	2435658.37		110	812829.77	2427236.23
37	801280.01	2435663.26		111	812892.37	2427058.74
38	801380.64	2435764.10		112	812761.88	2426876.83
39	801375.27	2436162.13		113	812739.65	2426787.05
40	801680.89	2436468.85		114	812767.76	2426779.80
41	801982.93	2436469.65		115	812833.70	2426762.79
42	802285.64	2436168.63		116	804026.19	2419097.09
43	802486.84	2436169.20		117	803075.94	2419110.40
44	802502.31	2436153.83		118	801895.39	2419834.49
45	802601.72	2436055.06		119	800925.69	2420199.68
46	803289.95	2435463.04		120	800077.61	2420694.65
47	803503.03	2435463.58		121	799390.48	2421191.75
48	803697.26	2435267.08		122	798826.48	2421541.37
49	803998.87	2435469.07		123	798544.86	2421747.77
50	804095.24	2435465.06		124	798445.77	2421878.53
51	804477.82	2435768.85		125	798170.61	2422282.37
52	804548.27	2435942.82		126	798962.40	2422829.57
53	804673.32	2436185.38		127	798975.60	2422860.50
54	804801.95	2436376.15		128	798993.88	2422926.58
55	804921.85	2436535.98		129	798948.06	2422950.60
56	805002.27	2436779.01		130	798695.28	2423000.92
57	805104.69	2436971.84		131	798823.75	2423422.94
58	805147.30	2437035.35		132	798818.99	2423476.47
59	805202.60	2437181.74		133	798792.41	2423515.34
60	805422.19	2437464.11		134	797625.13	2424634.93

61	805549.92	2437664.25		135	797466.03	2424726.83
62	805715.63	2438028.62		136	797307.32	2425124.56
63	805988.64	2438337.26		137	797119.80	2425854.83
64	806415.92	2438808.38		138	797283.01	2425931.44
65	806642.52	2438996.06		139	797230.01	2427060.91
66	806837.07	2439094.67		140	797194.50	2427283.79
67	807087.53	2439127.01		141	797209.68	2427494.38
68	807387.39	2439084.32		142	797201.60	2427717.65
69	807681.57	2438927.57		143	797166.40	2428183.62
70	808907.38	2438498.80		144	797157.37	2428496.13
71	809613.63	2438089.38		145	797210.93	2428575.48
72	810562.91	2436901.29		146	797343.00	2428616.40
73	810763.46	2436259.50		147	797448.24	2428711.31
74	810788.72	2436029.10		148	797506.51	2429051.23

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

Este apartado se integra con un enfoque metodológico y sistemático que describe y analiza la estructura y el funcionamiento del Sistema Ambienta Regional (SAR) delimitado para el proyecto “Parque fotovoltaico, Rancho los Montoya”, con el objetivo de conformar el diagnóstico preoperativo o “estado cero” técnico para su posterior caracterización y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales (Capítulo V), así como para el diseño de las correspondientes estrategias de prevención y mitigación (Capítulo VI).

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

Se anexa análisis correspondiente de la calidad ambiental del SAR (Anexo 8).

IV.3.1. Medio abiótico.

a). Clima y fenómenos meteorológicos

i. Tipos de climas

El Sistema Ambiental Regional (SRA) se caracteriza por presentar un clima de tipo Semiseco Templado con lluvias en verano (BS1 kw) de acuerdo con la clasificación de Vladimir Köppen, modificado por Enriqueta García (1988) y empleada por la INEGI (1992) (Figura 18).

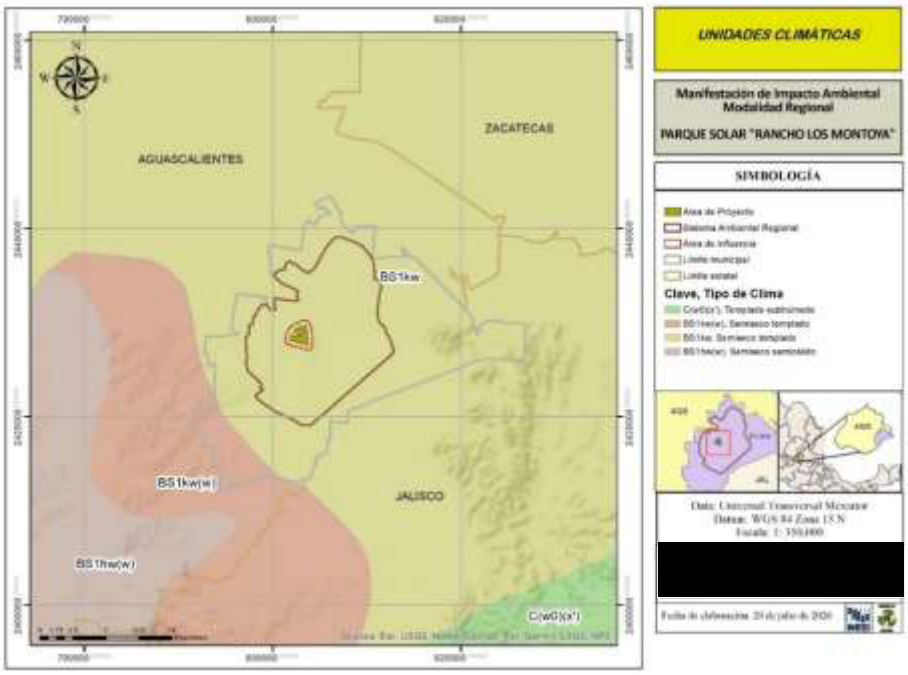


Figura 3. Clima del Sistema Ambiental Regional.

ii. Temperatura

Los mapas de temperatura máxima anual y temperatura mínima anual (Figura 19) muestran la distribución espacial de las condiciones térmicas en el área de estudio y su entorno. En el mapa de temperatura máxima anual predominan rangos de aproximadamente 32 a 36 °C, observándose que el área del proyecto se localiza principalmente dentro del rango de 32 a 34 °C, correspondiente a una zona de temperaturas muy cálidas. Por su parte, el mapa de temperatura mínima anual presenta rangos de aproximadamente -4 a 0 °C, ubicándose el área del proyecto dentro del intervalo de -4 a -2 °C.

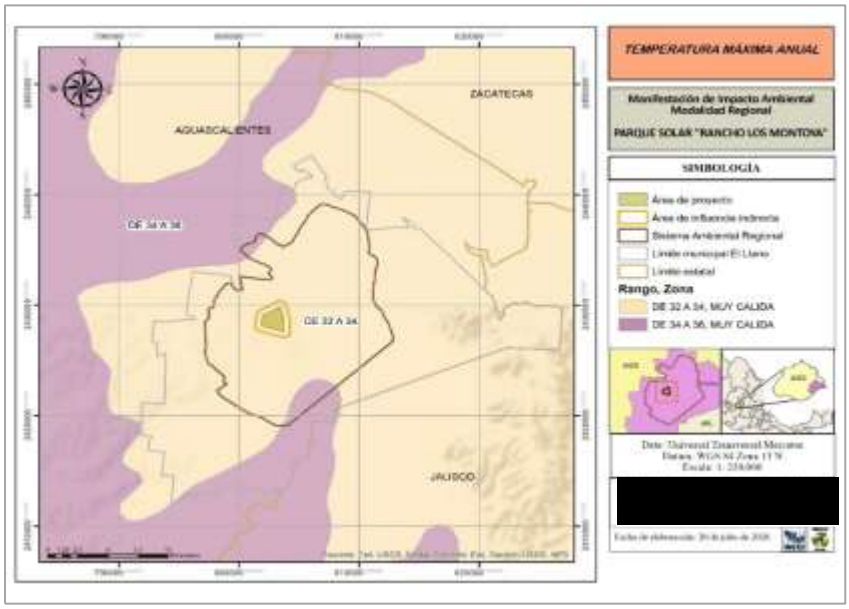


Figura 4. Rango de temperatura máxima en el SAR.

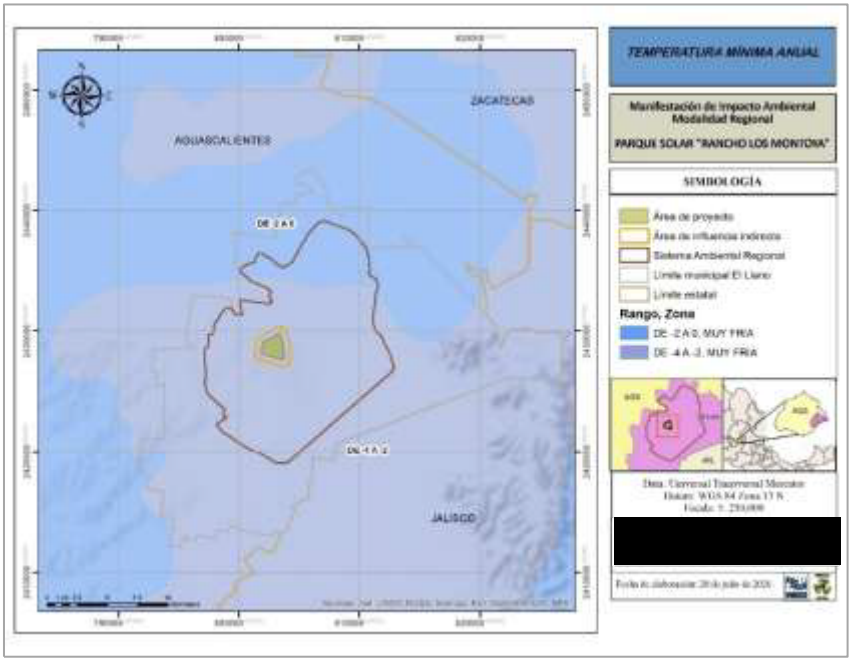
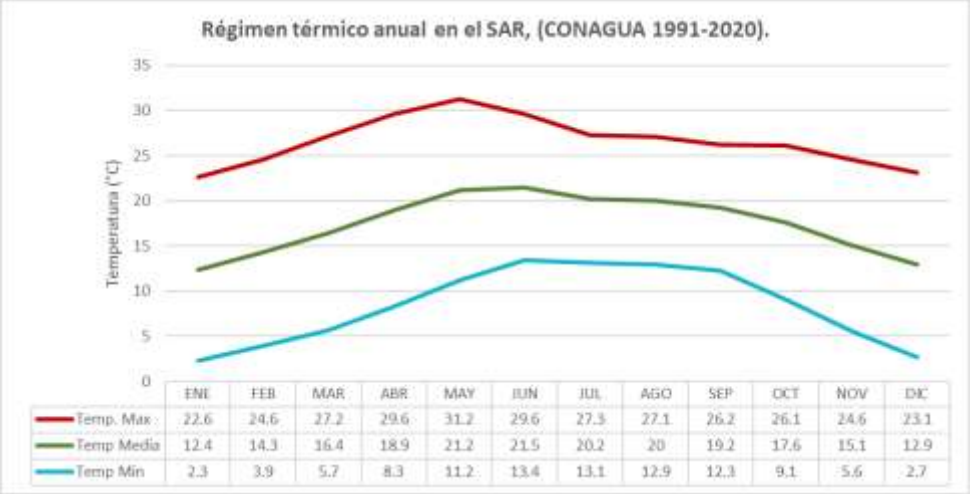


Figura 5. Rango de temperatura mínima en el SAR.

De acuerdo con los registros climatológicos de la estación meteorológica Palo Alto (clave 1015) (CONAGUA, 1991-2020), la temperatura media promedio anual es de 17. 5 °C, con temperatura mínima promedio de 8.4 °C y temperatura máxima promedio de 26.6 °C Los valores máximos de temperatura se presentan en mayo con 31.2 °C y junio con 29.6 °C y los valores mínimos de temperatura en el mes de enero con 2.3 °C y en el mes de junio con 13.4 °C (Figura 20).



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Max	22.6	24.6	27.2	29.6	31.2	29.6	27.3	27.1	26.2	26.1	24.6	23.1
Temp Media	12.4	14.3	16.4	18.9	21.2	21.5	20.2	20	19.2	17.6	15.1	12.9
Temp Min	2.3	3.9	5.7	8.3	11.2	13.4	13.1	12.9	12.3	9.1	5.6	2.7

Figura 6. Variación mensual de temperatura máxima, media y mínima en el SAR (Fuente: CONAGUA, 1991-2020).

iii. Precipitación

La precipitación media anual del SRA oscila entre los 400 mm y 600 mm de acuerdo a la base de datos registrada de la INEGI (2008) (Figura 22). Representando para el área de estudio una precipitación baja a moderada.

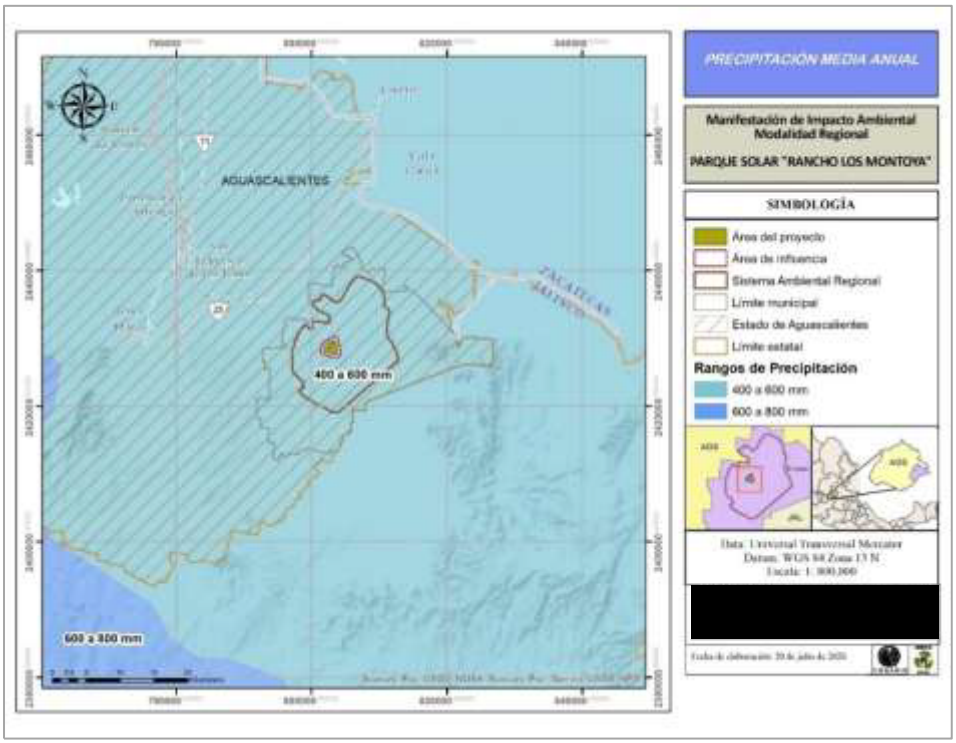


Figura 7. Precipitación media anual del Sistema Ambiental Regional, Parque solar "Rancho Los Montoya".

iv. Climodiagrama Walther-Lieth

De acuerdo con los registros climatológicos de la estación meteorológica Palo Alto (clave 1015) (CONAGUA, 1991-2020), considerada la estación más próxima al predio y ubicada en la localidad de Palo Alto en el municipio El Llano, la precipitación presenta una variación estacional. El mes con mayor precipitación es agosto con una precipitación media de 121.5 mm, seguido de julio y junio. En cuanto a la temporada con menor precipitación, se registra el mes de marzo con 7.4 mm seguido del mes de diciembre con 9 mm (Figura23).



Figura 8. Climograma del SAR, (Fuente: CONAGUA, 1991-2020).

v. Fenómenos hidrometeorológicos

Grado de Riesgo por Granizo

De acuerdo con la base cartográfica del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2017), el Sistema Ambiental Regional se encuentra clasificado en un nivel muy bajo de riesgo por presencia de granizo. Por lo tanto, la probabilidad de afectaciones asociadas a este fenómeno hidrometereológico es reducida, incluso a nivel municipal (Figura 24).

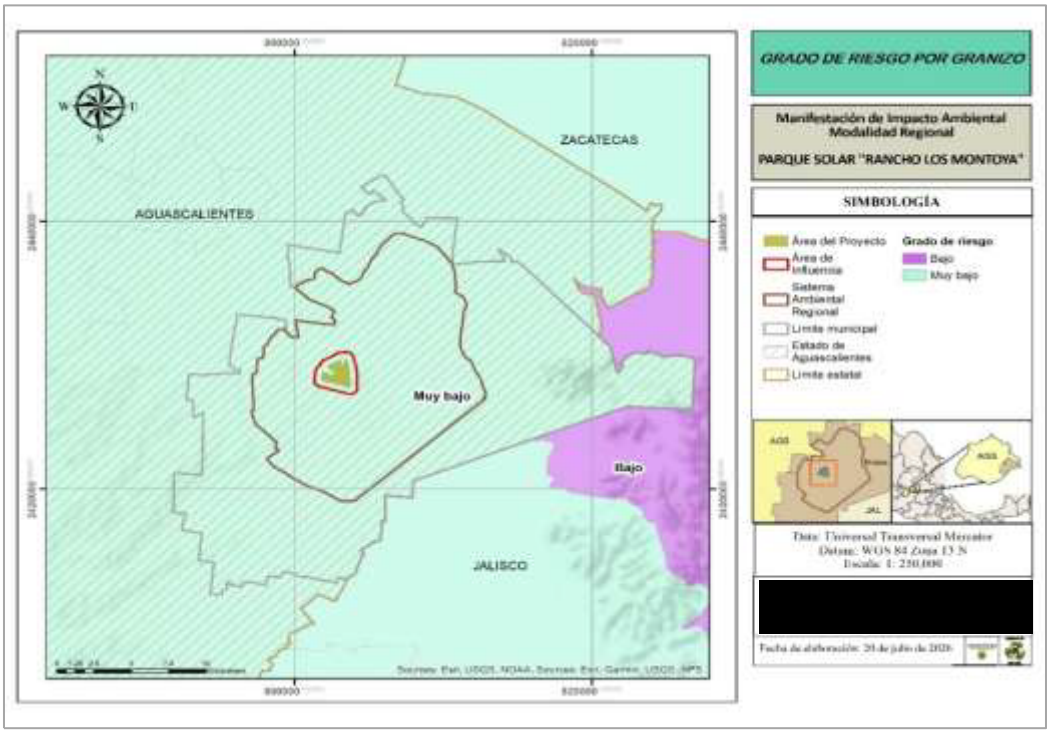


Figura 9. Grado de riesgo por granizo en el Sistema Ambiental Regional.

Grado de Riesgo Tormentas Eléctricas

De acuerdo con Jiménez (et al., 2012), el índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal se fundamenta en la frecuencia promedio anual de días con ocurrencias del fenómeno. Se establecen cinco categorías: muy baja para 0 días; baja de 1 a 9 días; media de 10 a 19 días; alta para 20 a 29 día; y muy alta para más de 30 días.

El SAR presenta una clasificación de riesgo muy baja por la ocurrencia de tormentas eléctricas, condición que se mantiene a nivel municipal y niveles bajos en el límite estatal (CENAPRED, 2017), (Figura 25).

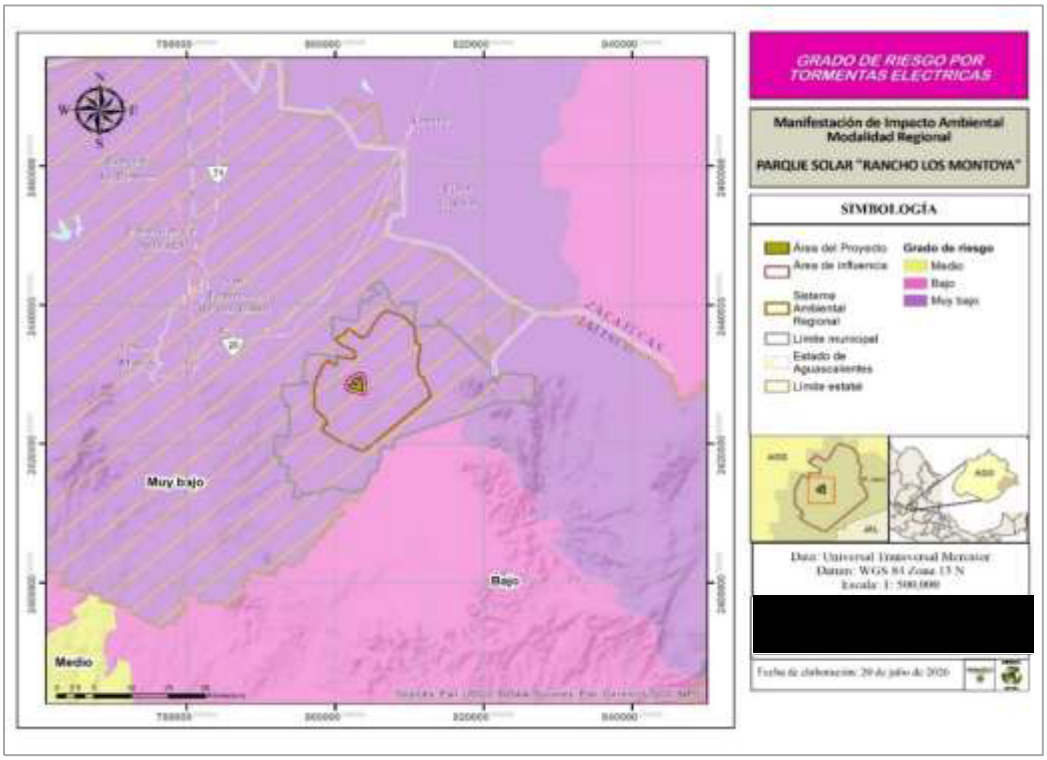


Figura 10. Grado de riesgo por tormenta eléctrica en el Sistema Ambiental Regional.

Grado de Riesgo Heladas

La evaluación de heladas de acuerdo con la metodología de la CENAPRED (Jiménez, et al., 2012), se integra dentro de cálculo del índice de Peligro por Bajas Temperaturas (IPBT), considerando el índice de días con heladas, con el de temperaturas mínima extremas registradas. En este caso, la incidencia de este fenómeno en el SAR, se clasifica como bajo, que a su vez se clasifica en zonas y estados aledaños (Figura 26).

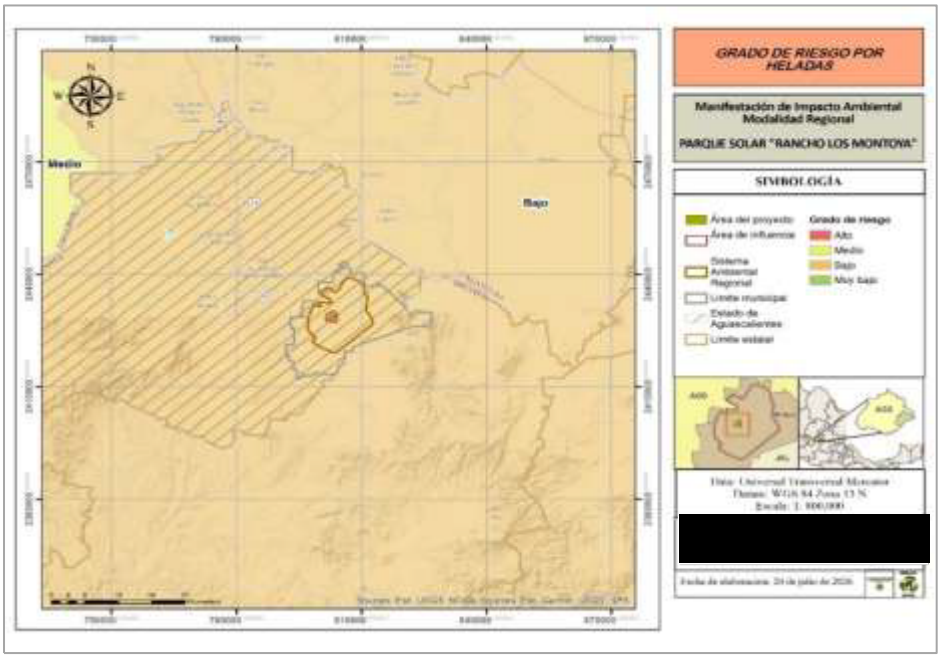


Figura 11. Grado de riesgo por heladas en el Sistema Ambiental.

Grado de Riesgo Vientos

El SAR se localiza en una zona con riesgo moderado por vientos con velocidades estimadas entre 130 y 160 km/h (Figura 27). por lo tanto, al no ubicarse en zonas altas de riesgo, las condiciones para el desarrollo del proyecto deben ser con medidas preventivas de diseño.

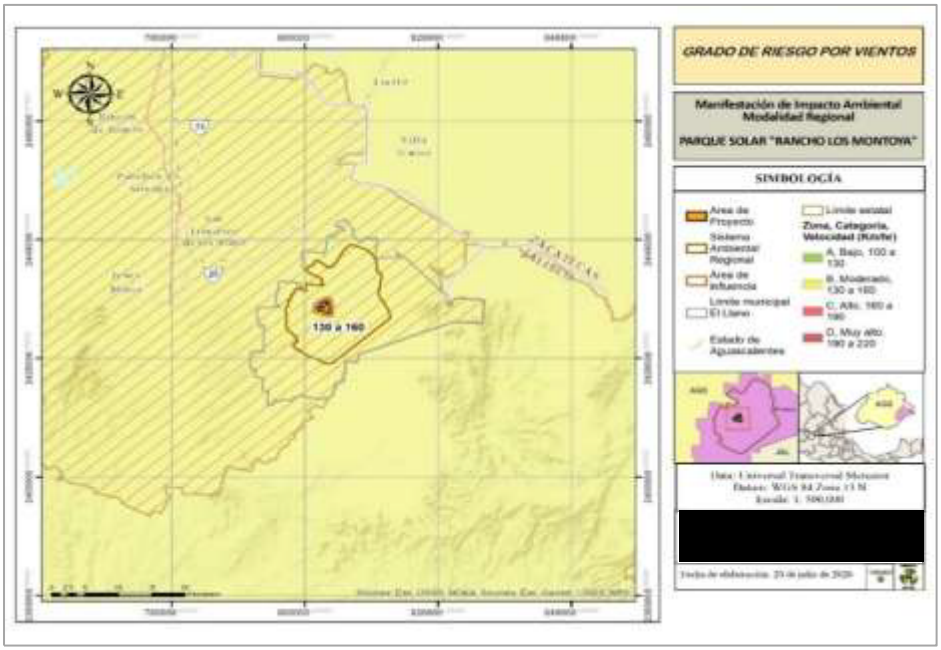


Figura 12. Grado de riesgo por vientos en el SAR.

Grado de Riesgo Sequías

El grado de riesgo por sequías, se fundamenta en la evaluación del déficit promedio de lluvia respecto a la media anual y la duración del evento en años, clasificando el fenómeno en categorías de severidad, de muy bajo a muy alto (Jiménez, et al., 2012). El Sistema Ambiental se encuentra en la zona de bajo riesgo, representando un déficit de lluvia de entre 10% y menos del 20% (Figura 28).

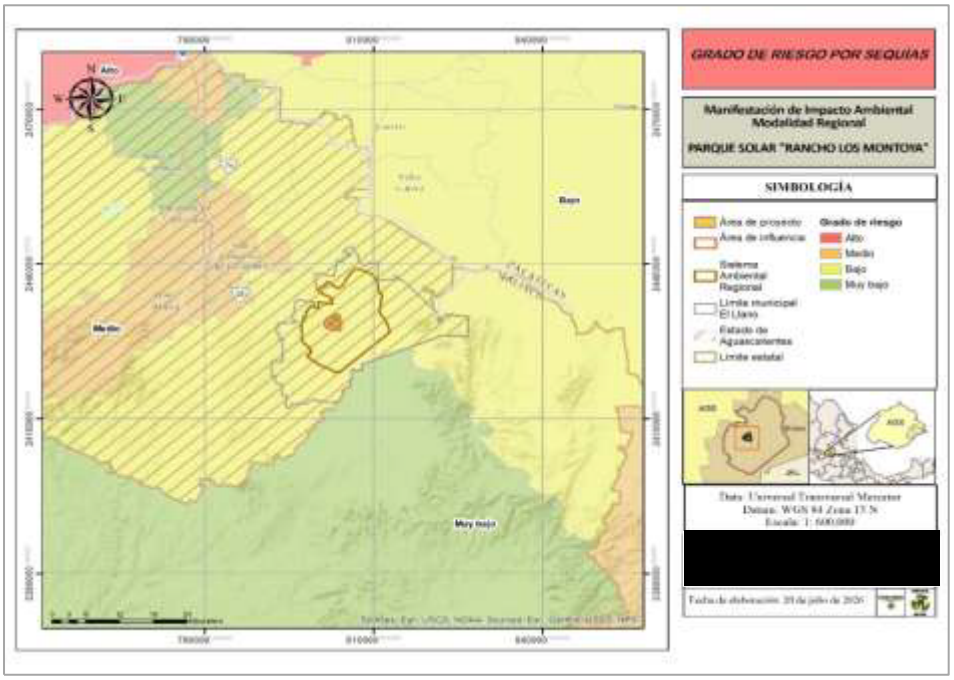


Figura 13. Grado de riesgo por sequías en el SAR.

Grado de Riesgo Nevadas

De acuerdo con los mapas de Amenazas climáticas Nevadas históricas I y II (Carta NA-XIV-6) (Vidal y García, 2007), la clasificación de niveles de riesgo por nevadas, es determinada a partir del análisis de la frecuencia histórica, distribución espacial y condiciones climáticas que favorecen al fenómeno (Jiménez et al., 2012).

El SAR y el área del proyecto se localizan predominantemente dentro de la zona clasificada con grado de riesgo muy bajo por nevadas (Figura 29). Por lo tanto, no se prevén impactos relevantes asociados a la ocurrencia de este fenómeno asociado dentro del SAR.

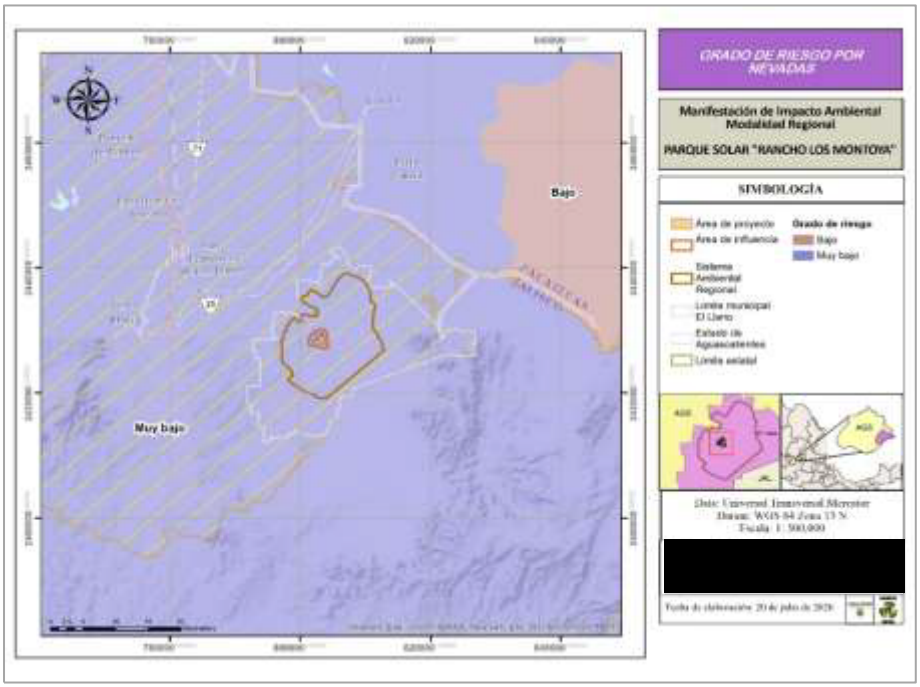


Figura 14. Grado de riesgo por nevadas en el SAR.

b). Geomorfología

i) Fisiografía

Provincias fisiográficas

Con base a los datos geográficos de la carta Fisiográfica Escala 1:100,000 Serie I (INEGI, s.f.), el estado de Aguascalientes abarca tres provincias fisiográficas: Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Mesa del Centro.

El SAR se encuentra dentro de la provincia Mesa del Centro (Figura 30), que va de los 1200 a 2000 msnm, caracterizado por ser una extensa altiplanicie rodeada por sistemas montañosos, con relieves de superficie inclinada que desciende gradualmente de sur a norte, donde se asientan montañas aisladas y conjuntos montañosos, con predominancia en mesetas y llanuras elevadas (Lugo y Córdova, 1991).

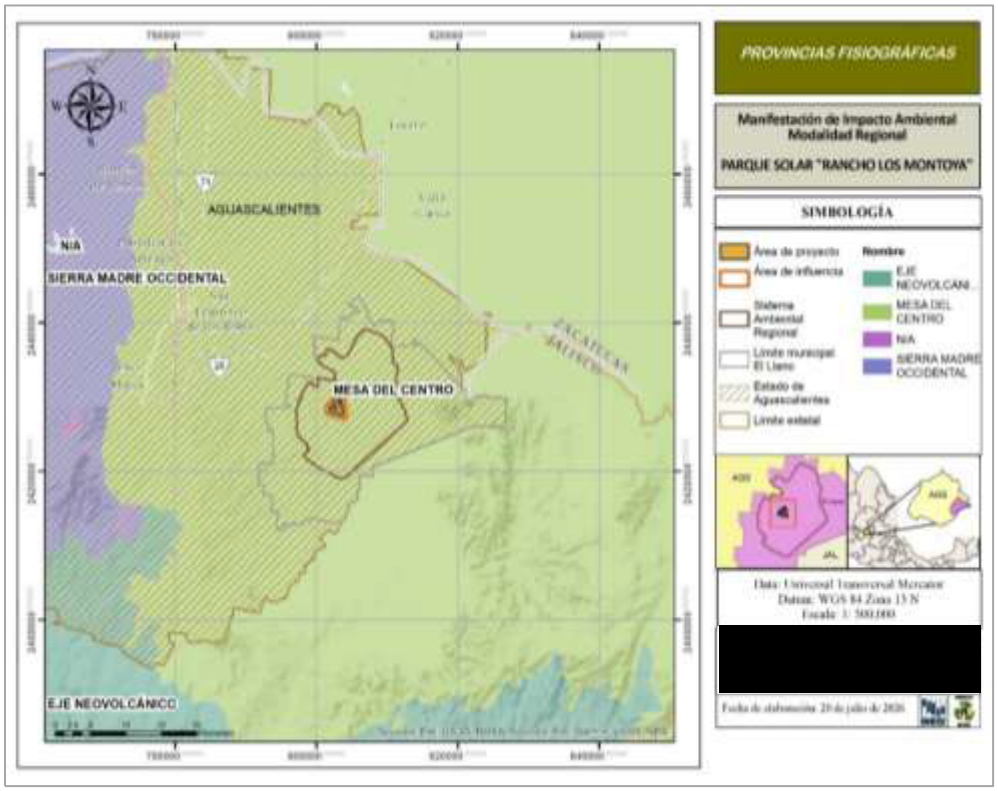


Figura 15. Provincias fisiográficas en el SAR.

Subprovincias fisiográficas

La subprovincia Llanos de Ojuelos, forma parte de la provincia Mesa del Centro y se extiende en regiones contiguas de Zacatecas y Jalisco, abarcando el oriente del estado de Aguascalientes, donde se encuentra ubicado el municipio del Llano y el SAR (Figura 31).
Se caracteriza principalmente por ser una asociación de planicies y montañas de nivel 2 (0.5 a 1.5 km/km^2), con profundidad máxima por erosión fluvial, con amplias llanuras y superficies ligeramente onduladas, desarrollada sobre materiales y sedimentarios y volcánicos (Lugo y Córdova, 1991).

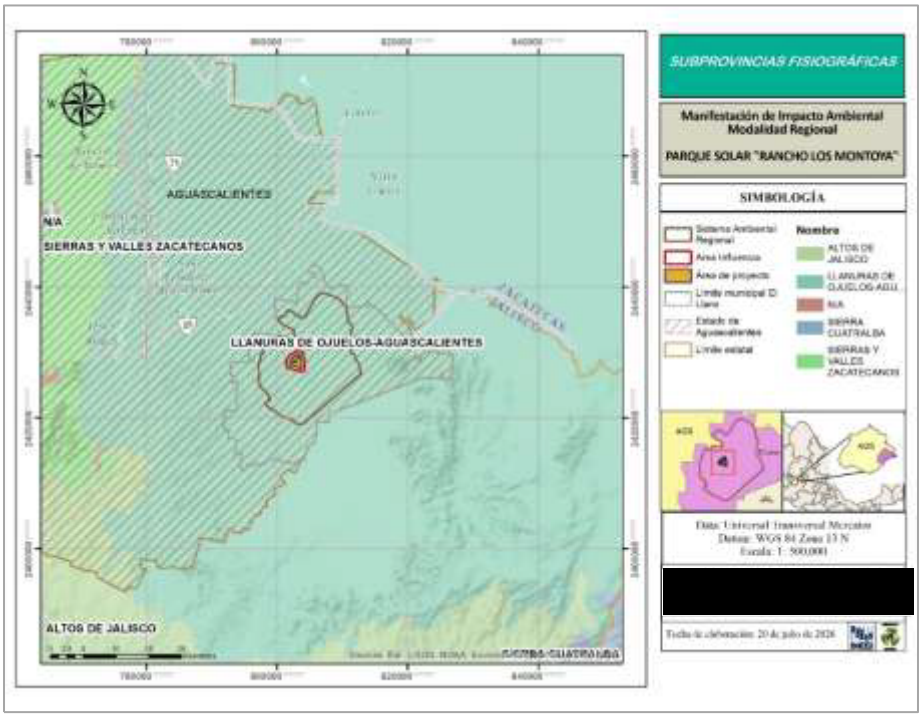


Figura 16. Subprovincia Fisiográfica en el Sistema Ambiental Regional.

ii) Sistema de Topoformas

El sistema de topoforma que se tiene principalmente en el SAR es la llanura desértica de piso rocoso o cementado, con una ocupación del 98.93% (Tabla 33). Este tipo de sistema se extiende en dirección norte-sur, a lo largo del valle de Aguascalientes y de forma discontinua hacia la región del municipio de Llano, con rangos de pendiente entre 0% y 6%, con excepción en las cercanías de los lomeríos y cauces de arroyos de hasta el 12% (H. Ayuntamiento de Aguascalientes, 2021).

Al este del SAR, se encuentra con menor superficie de 1.07% (Tabla 33) Lomeríos con cañadas. Se caracterizan por presentar pendientes que oscilan entre el 12% y 18%, constituidos por lomas de origen sedimentario, con cañadas que forman parte de la red de drenaje superficial que descarga en los ríos San Pedro y Chicalote (H. Ayuntamiento de Aguascalientes, 2021).

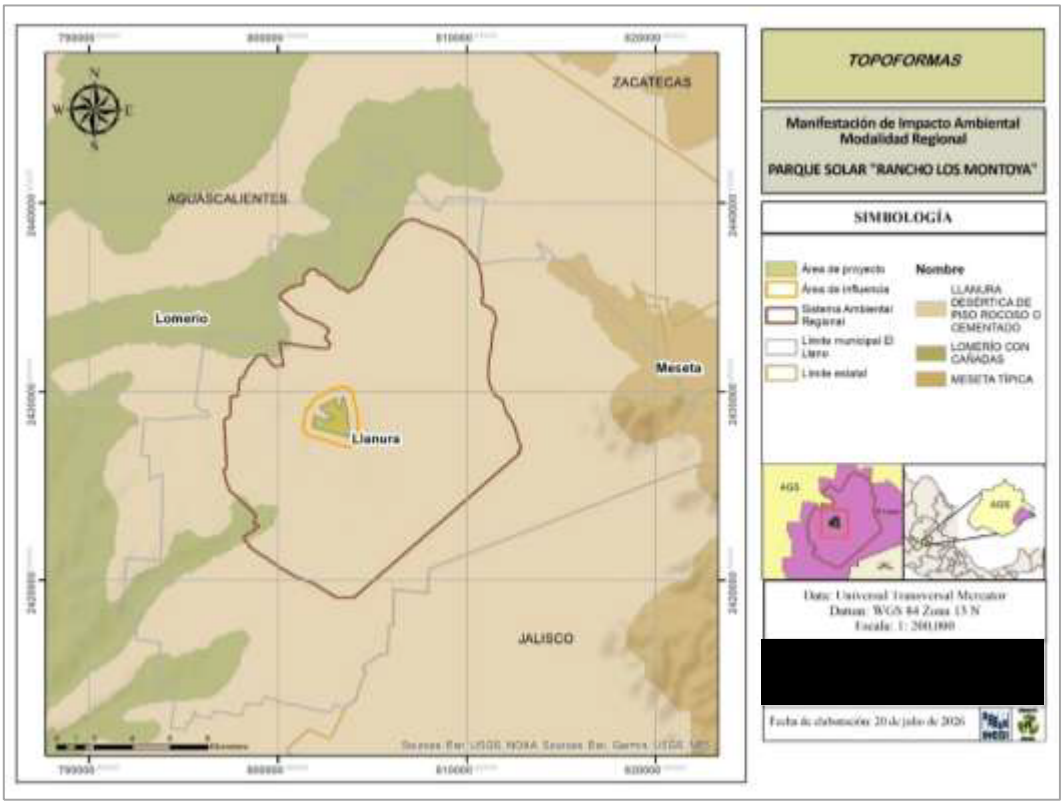


Figura 17. Topoformas dentro del SAR.

Tabla 3. Superficie de los tipos de topoformas en el SAR.

Tipo	Descripción	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Llanura	Llanura desértica de piso rocoso o cementado	19,662.697	98.93	689.979	100	231.959	100
Lomerío	Lomerío con cañadas	211.976	1.07	_	_	_	_
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

iii) Litología (Tipos de rocas)

Los tipos de rocas presentes en el SAR corresponden principalmente a rocas sedimentarias compuestas por arenisca y conglomerado (TS (ar-cg)) con 52.55% de superficie, mientras que el área del proyecto cubre el 99.4% (Tabla 34). Su origen se relaciona con procesos de intemperismo, erosión de rocas preexistentes.

Asimismo, se encuentran rocas de tipo ígnea extrusiva ácida (TS (Igea)) en menor superficie con 0.17% en el SAR. Este tipo de troca es de origen ígneo a partir de procesos derivados de la solidificación de magma de composición ácida de la superficie terrestre (INEGI, 2021).

La clasificación Q(s) identifica la unidad geológica del periodo Cuaternario (periodo más reciente de la era Cenozoica), caracterizada específicamente como un depósito de suelo siguiendo la estructura normativa de la clave que combina el tiempo geológico con el tipo de material. Esta clasificación se encuentra en 47.28% del SAR y 0.60% en el área del proyecto (Tabla 34).

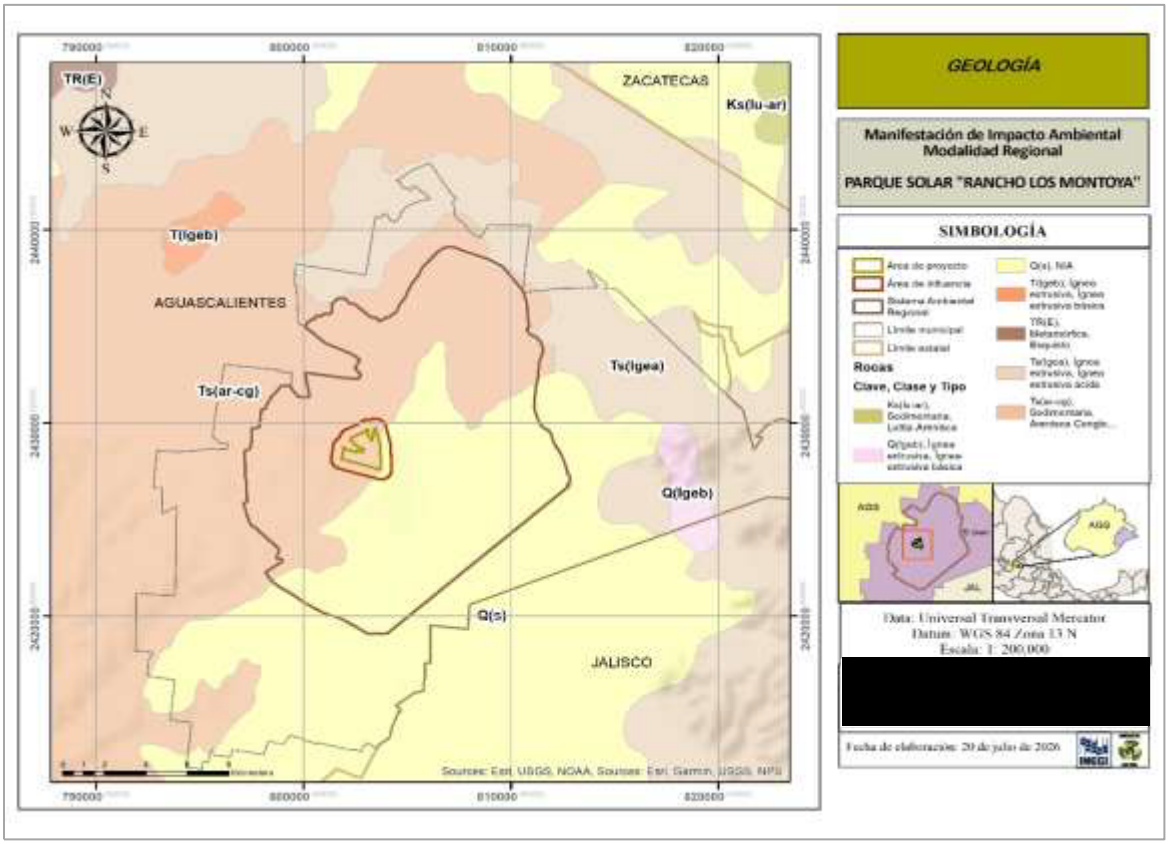


Figura 18. Mapa geológico del Sistema Ambiental Regional.

Tabla 4. Superficie de los tipos de rocas en el SAR.

Tipo	Clave	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Rocas sedimentarias compuesta por arenisca y conglomerado	TS (ar-cg)	10,444.289	52.55	567.347	82.23	230.577	99.40
Ígnea extrusive ácida TS (igea)	TS (Igea)	33.211	0.17	–	–	–	–
Suelo	Q(s)	9,397.173	47.28	122.632	17.77	1.382	0.60
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

iv) Elevaciones y pendientes

Modelo digital de elevación

A partir de las cartas topográficas correspondientes, así como los Modelos Continuos de Elevaciones y Modelos Digitales de Elevación a 1: 10,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se determinó que el SAR presenta una altitud en promedio de 2,030. 63 m.s.n.m., con una elevación mínima de 1,984 m.s.n.m., y una máxima de 2,102 m.s.n.m (Figura 34). Se representa una altitud de 118 m, por lo que el SAR se considera como una zona con variación altitudinal moderada y no representa cambios topográficos extremos a escala regional.

Por su parte el área de influencia, presenta una elevación minina de 2,037 m.s.n.m., la máxima de 2,085 m.s.n.m., y una altitud promedio 2,061.74 m.s.n.m., lo que corresponde a una amplitud altitudinal de 48 m. En cuanto al área del proyecto, su elevación minina es de 2,037 m.s.n.m., la máxima de 2,084 m.s.n.m., y en promedio 2,060.06 m.s.n.m., con diferencia de 47 m. Ambas zonas presentan una variación altitudinal baja con elevaciones reducidas respecto a la extensión total del SAR.

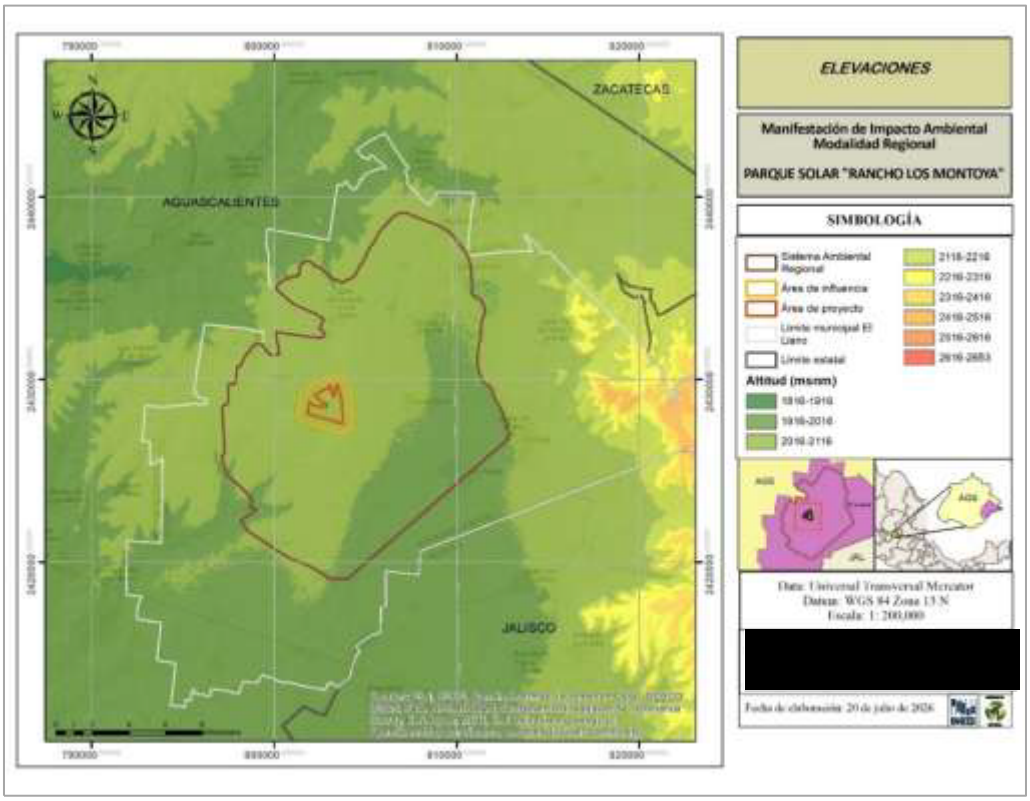


Figura 19. Elevaciones en el Sistema Ambiental Regional.

Pendientes

Como referencia para la clasificación de las pendientes se consideró la metodología propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014) (Tabla 35), la cual fue adaptada a las condiciones topográficas del SAR en cinco intervalos. Esta clasificación

permite diferenciar variaciones del relieve presentes de acuerdo al grado de inclinación del terreno.

El SAR registró el valor mínimo de 0%, correspondiente a terrenos a nivel o casi planos, y una pendiente máxima de 46.77% asociada a terrenos fuertemente quebrados o escarpados, en los cuales pueden presentarse condiciones de mayor susceptibilidad a la erosión. Por su parte, la pendiente media fue de 4.64%, clasificado como ligeramente inclinado u ondulado, por lo que en el SAR se indican predominantes los terrenos con inclinaciones bajas (Figura 35).

A su vez, el área de influencia y el área del proyecto presentan pendientes mínimas de 0% y máximas de 44.02%, con promedios de 5.09%. y 5.41% respectivamente.

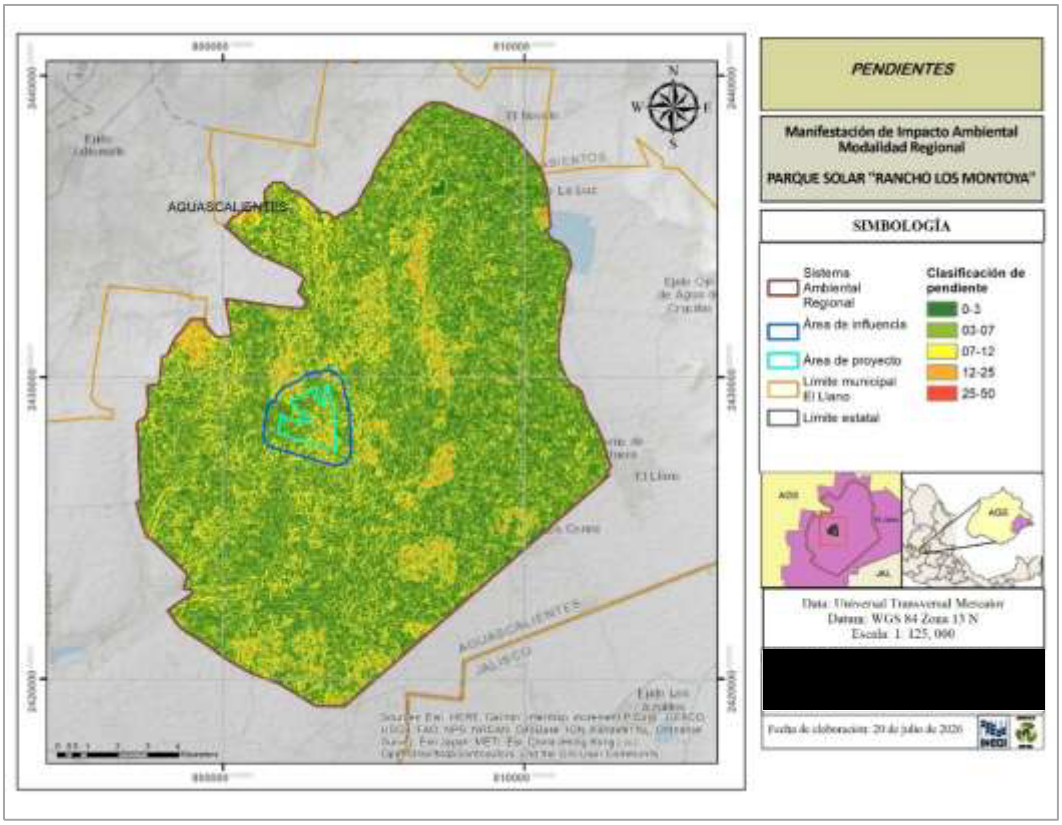


Figura 20. Pendientes en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla 5. Clasificación de pendientes (IGAC, 2014).

Pendientes	Símbolo	Descripción	Procesos característicos y condiciones del terreno
0-3	**a**	A nivel/ Casi a nivel/Plano.	Denudación no apreciable; por su condición transitable y laborable, es objeto de uso agrícola, solamente se dificulta su uso bajo condiciones secas.
03-07	**b**	Ligeramente inclinado/ Ligeramente ondulado	Laderas afectadas especialmente por erosión hídrica en sectores desprovistos

07-12	**c**	Moderadamente inclinado.	Laderas que pueden generar movimientos en masa de diferentes clases y baja velocidad, especialmente solifluxión.
12-25	**d**	Fuertemente inclinada/ Fuertemente ondulada/ Moderadamente quebrada.	Movimientos en masa de todo tipo, especialmente solifluxión, reptación erosión en surcos, ocasionalmente deslizamientos.
25-50	**e**	Fuertemente quebrada/ Ligeramente escarpada.	Procesos denudacionales intensivos de diferentes clases zonas con reemplazos forestales evidencias claras de erosión del suelo.
50-75	**f**	Moderadamente escarpada.	Desprendimiento de rocas, coluviación.
>75	**g**	Fuertemente escarpada (Incluye escarpes verticales y subverticales).	Caída de rocas, por efectos de tectonismo y bioclastia.

v) Procesos geomorfológicos

Fallas y fracturas

De acuerdo con los datos emitidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2017), se identificaron fallas y fracturas cercanas al sitio del proyecto. La falla más próxima a una distancia de 19.68 km y la fractura más próxima a 20.75 km (Figura 36), por lo que su nivel de riesgo es nulo.

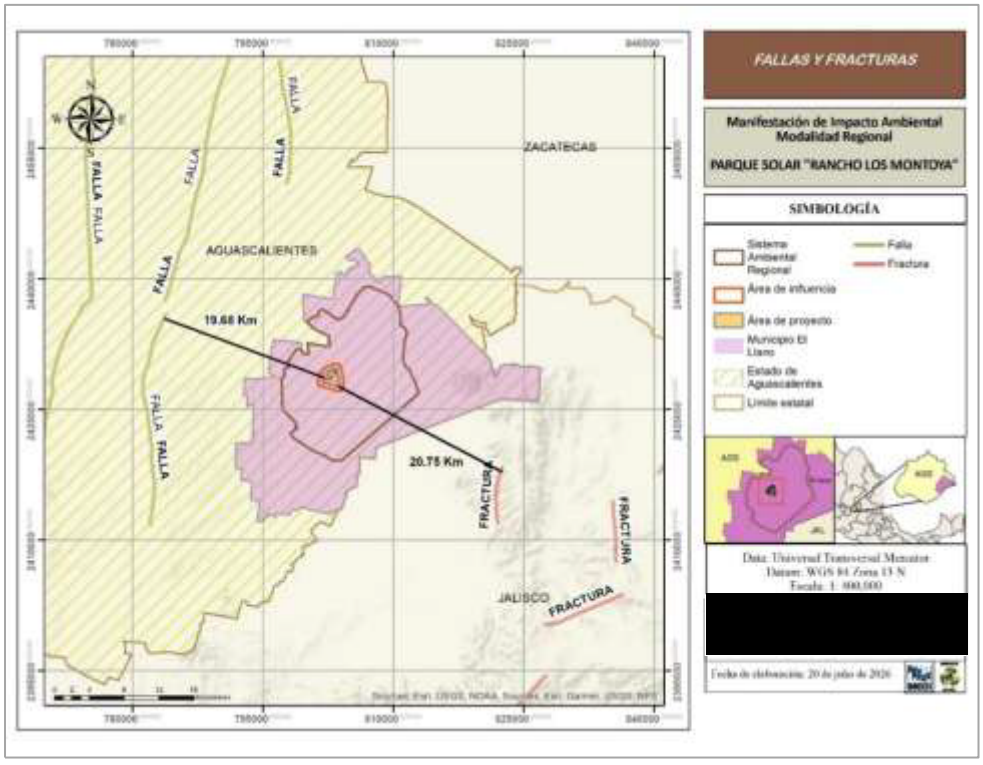


Figura 21. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental Regional.

Sismicidad

De acuerdo con la clasificación de Regionalización Sísmica de la CFE (1993), el SAR se encuentra en la Zona B o como una región de peligro medio-bajo, donde se estima que las aceleraciones se mantienen por debajo del 70% de la aceleración de la gravedad (g) y los temblores grandes son un poco frecuentes, considerando esta zona fundamental para los reglamentos de construcción.

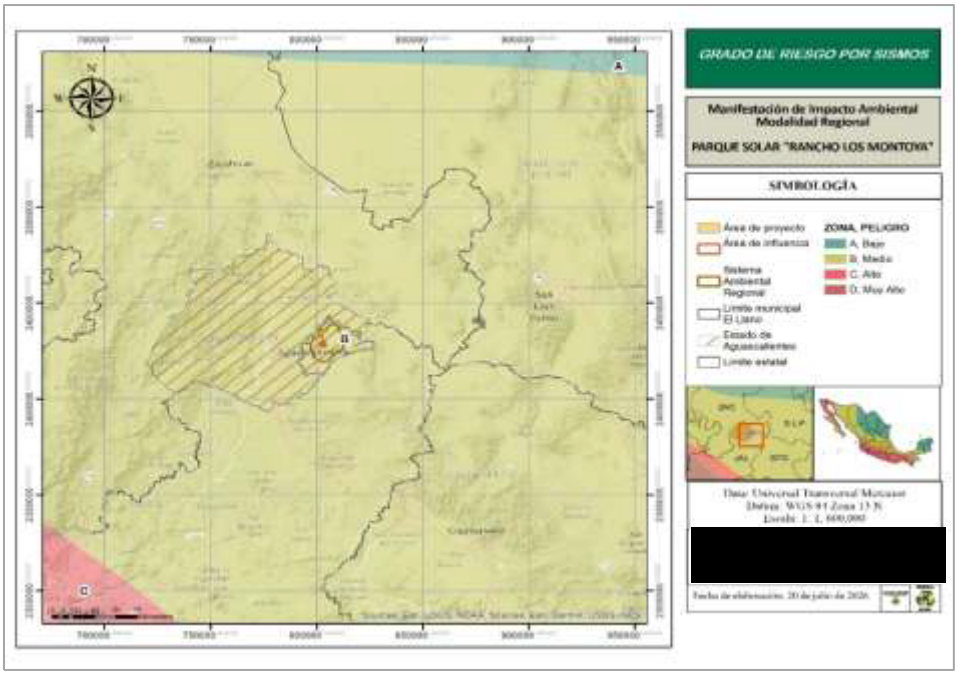


Figura 22. Zona de sismos en el Sistema Ambiental Regional.

Vulcanismo

El SAR se encuentra alejado de actividades volcánicas, aproximadamente a 142 km del campo volcánico Ventura, de tipo Maar y a 180 km de la Mesa Guadalajara Norte de tipo domos de lava (Figura 38) (CENAPRED, 2017), por lo que no existe influencia directa de sistemas volcánicos sobre el sitio del proyecto.

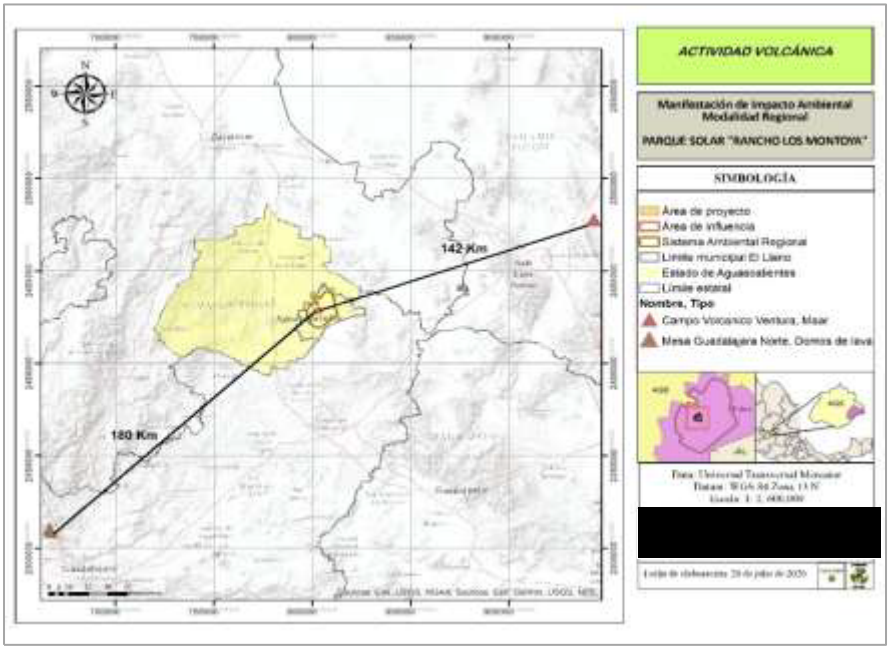


Figura 23. Volcanes cercanos al Sistema Ambiental Regional.

Susceptibilidad a deslizamientos o derrumbes

La susceptibilidad de hundimientos y deslizamientos de acuerdo con los datos de la CENAPRED, 2017, representa una condición potencial de terreno a escala regional. El área donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica dentro de una zona de susceptibilidad de ocurrencia de estos procesos geológicos (Figura 39).

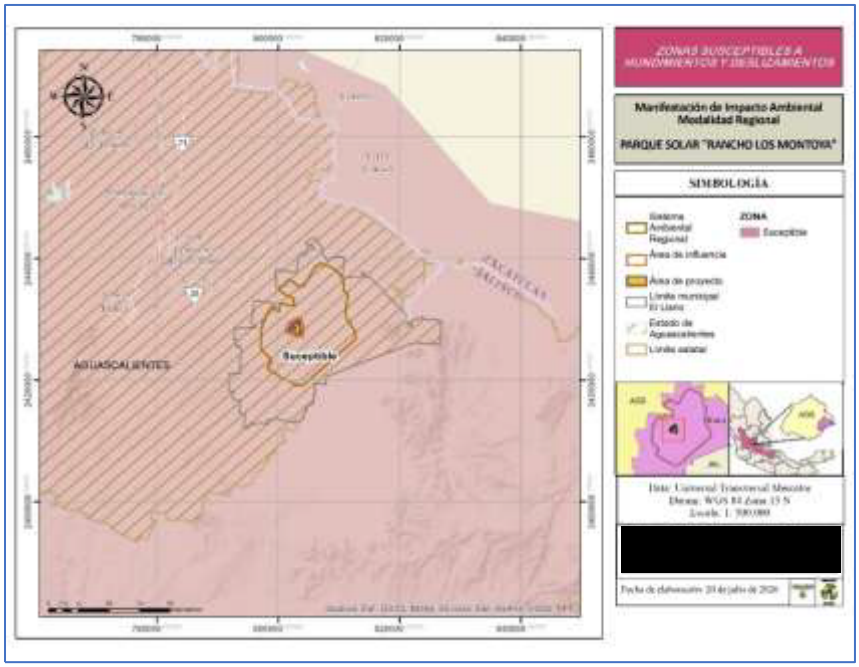


Figura 24. Zona susceptible a hundimiento y deslizamiento en el Sistema Ambiental Regional.

Riesgo por inundaciones

La clasificación de riesgo a inundaciones, se establece generalmente en tres niveles: alto, medio y bajo (Zepeda y Gonzales, 2021). A nivel municipal y dentro del SAR, no se cuenta con registros o clasificación específica de riesgo por inundaciones. Sin embargo, en las zonas aledañas al municipio de El Llano, se encuentra en clasificación de riesgo Medio (Figura 40).

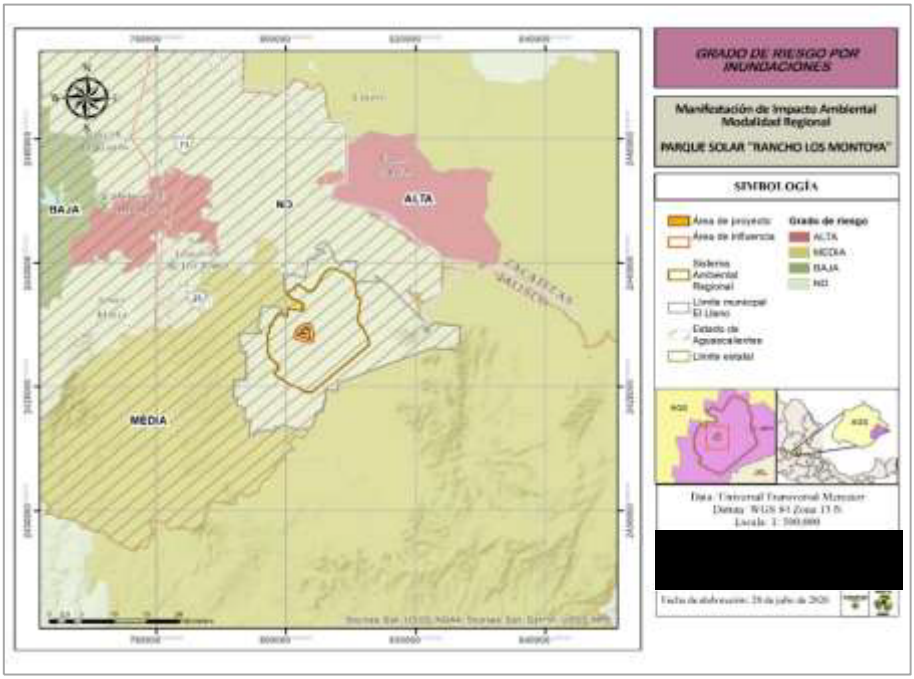


Figura 25. Zonas de riesgo por inundación en el Sistema Ambiental Regional.

c). Suelo

i) Tipos de suelo

A partir de los datos obtenidos de la cartografía edafológica Serie lll, utilizando una escala de 1: 250,000 de INEGI, se muestra la distribución de los principales tipos de suelo en el Sistema Ambiental Regional (Figura 41). Los tipos de suelo que predominan son Planosol eútrico (PLeu) con una proporción del 95.43% y Calcisol háplico (CLha) con 4.19% (Tabla 36).

En el Sistema Ambiental se identifica el calificador de suelo inclínico (IC) en 0.38% de la zona, el cual no corresponde a un grupo de suelo, si no a un indicativo especifico de proceso de formación del Grupo de Suelo de Referencia (GSR), el cual es caracterizado por tener una inclinación de la pendiente mayor o igual al 5%, con flujo de agua subterránea (IUSS Working Group WRB, 2014).

En el área del proyecto y el área de influencia, prevalece en su totalidad el suelo de tipo Planosol eútrico (PLeu) (Figura 41).

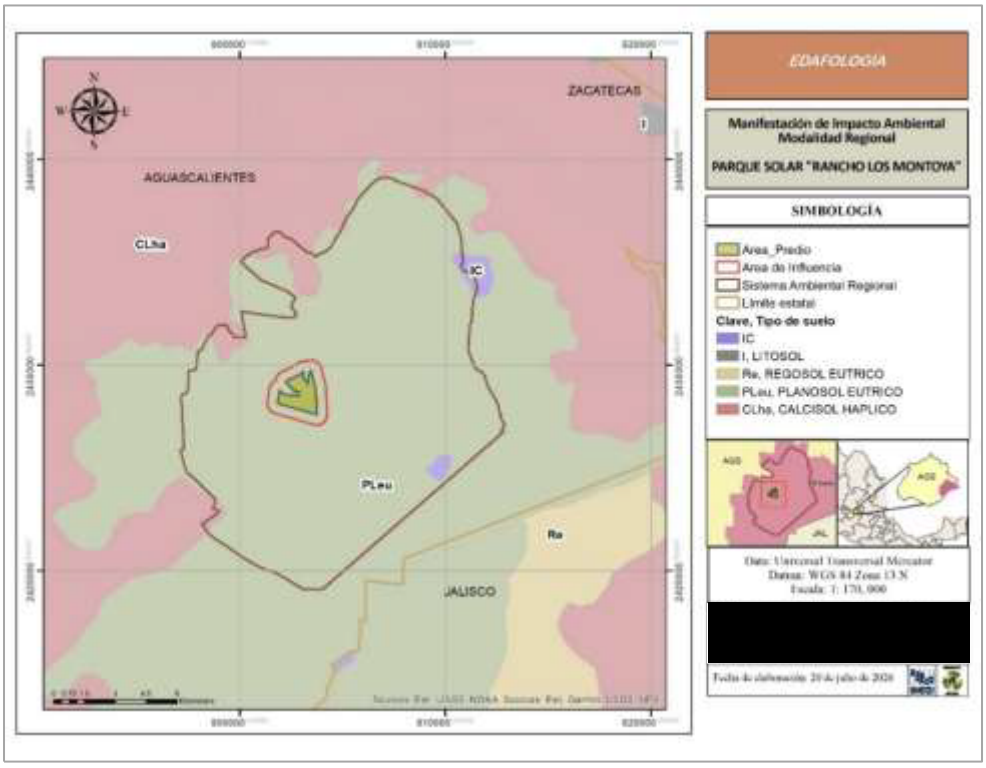


Figura 26. Mapa edafológico del SAR.

Tabla 6. Superficie de los tipos de suelo en el SAR.

Tipo	Clave	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Planosol éutrico	PLeu	18,964.52	95.43	689.979	100	231.9589	100
Calcisol háplico	CLha	832.792	4.19	_	_	_	_
Inclínico	IC	75.366	0.38	--	--	-	--
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.9589	100

A continuación, se describen los principales tipos de suelos presentes en el SAR:

- **Planosol eútrico**

El tipo de suelo Planosol eutrico se define por presentar una diferencia textural abrupta dentro de los primeros 100 cm de profundidad, caracterizada por un horizonte superficial de textura gruesa que descansa sobre un subsuelo denso y arcilloso que provoca el estancamiento estacional de agua y el desarrollo de propiedades stágnicas. El suelo eútrico indica una alta saturación de bases efectiva en mayor parte de la sección entre los 20 y 100 cm de profundidad, asociado con buena fertilidad natural, aunque el suelo es considerado susceptible a la erosión y limitado por sistema de raíces someros (IUSS Working Group WRB, 2015).

❖ **Calcisol háplico**

Su característica por la acumulación sustancial de carbonatos secundarios (15% de carbonato de calcio en una capa de al menos 15 cm) típico de ambientes áridos y semiáridos. El calificador háplico indica la exposición típica o simple de sus rasgos diagnósticos principales, sin el desarrollo de otras características específicas. Se tiene un alto potencial agrícola bajo riego y buena fertilización someros (IUSS Working Group WRB, 2015).

ii) Erosión del suelo

El 10.67% del SAR presenta erosión hídrica de forma laminar con grado de erosión moderada (HL2), así como de grado leve (HL1) en menor superficie con 3.06% (Tabla 37) (Figura 42). Este tipo de erosión es caracterizado por la remoción uniforme de las capas superficiales del suelo debido a la acción directa del agua, influyendo en su desplazamiento y depósito en otras áreas (INEGI, 2011).

El área de influencia y el área del proyecto se encuentra solo erosión hídrica de forma laminar moderada (HL2) (Figura 42), ocupando 34.46% y 40.65% de su respectiva área (Tabla 37).

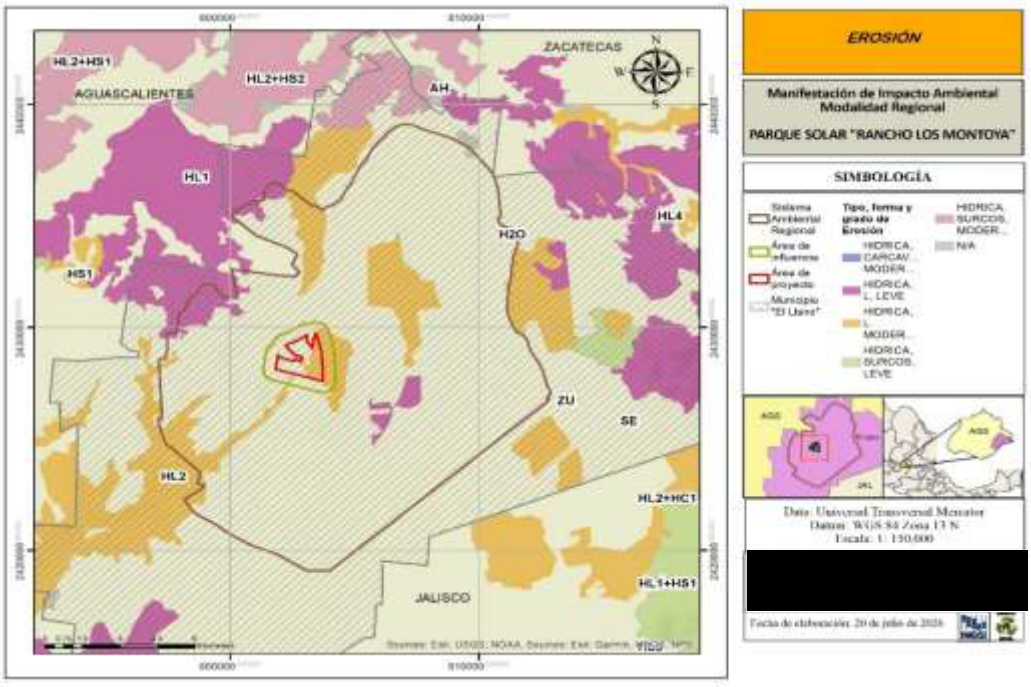


Figura 27. Tipos de Erosión en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla 7. Superficie de los tipos de Erosión en el SAR.

Tipo	Forma	Grado de erosión	Clave	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
				Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Hídrico	Laminar	Moderado	HL2	2,120.152	10.67	237.744	34.46	94.286	40.65

Hídrico	Laminar	Leve	HL1	607.683	3.06	_	_	_	_
Sin Erosión evidente	_	_	SE	17,146.838	86.27	452.235	65.54	137.673	59.35
Total	-	-	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

iii) Degradación del suelo

La degradación del suelo en el SAR (Figura 43) está representada principalmente por procesos de degradación química con una superficie de 44.45%, abarcando 100% de área del proyecto (Tabla 38), asociados con la declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, causados por actividades agrícolas. En menor superficie localizada al este del SAR, se presenta pérdida del suelo superficial por procesos de erosión hídrica, vinculados principalmente con las actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación.

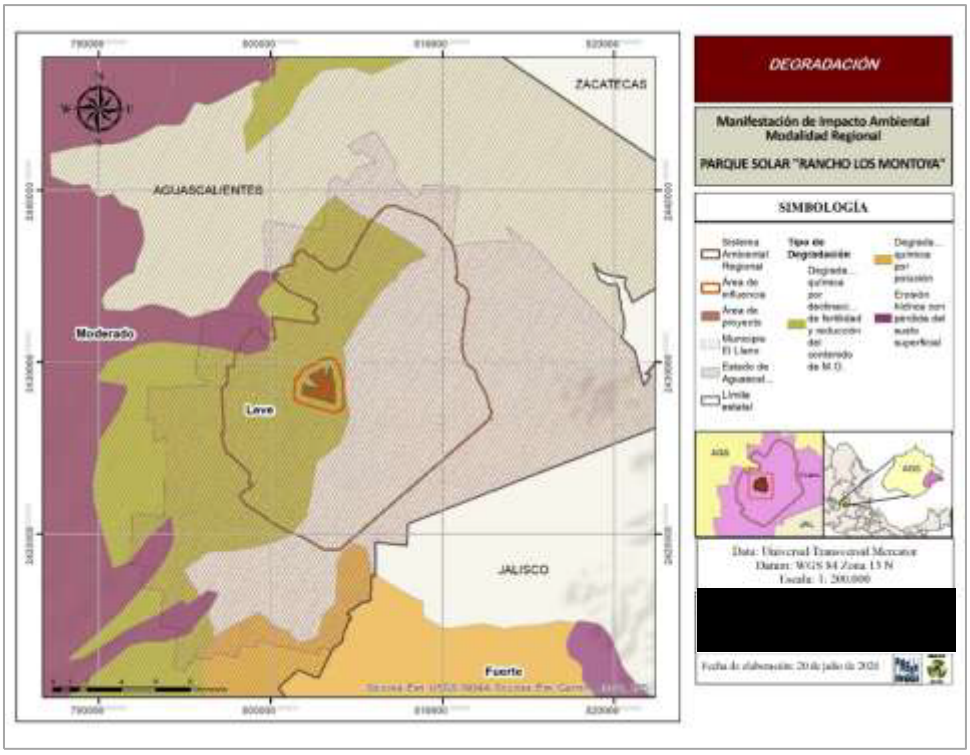


Figura 28. Degradación de suelo en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla 8. Superficie de degradación en el SAR.

Proceso de degradación	Grado de erosión	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Degradación química por declinación de fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.	Leve	8834.495	44.45	689.979	100	231.959	100

Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Moderado	198.581	1.00	_	_	_	_
Sin proceso de degradación	_	10,841.597	54.55	_	_	_	_
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

iv) Estimación de erosión del suelo del AP y SAR

Sistema Ambiental Regional

A través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) se ha calculado la estimación del estado de la degradación en que se encuentran los suelos en el Sistema Ambiental a causar de la erosión hídrica, ocasionados por los efectos de la erosión actual, para ello a continuación se describe el procedimiento de estimación de los valores:

La fórmula original está representada por las siguientes variables:

$$\boldsymbol{E} = R * K * LS * C$$

Dónde:
E= Erosión del suelo ton/ha/año
R= Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
K= Erosionabilidad del suelo
LS= la Longitud y grado de pendiente
C= Factor de protección de la vegetación.

Erosividad de la lluvia (R)

El factor **R** representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones.

Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I30) y se determina la energía cinética asociada (EC). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación.

A partir de la Precipitación Media Anual (PMA) se aplicaron las ecuaciones de erosividad asociadas con las 14 diferentes regiones de la república mexicana determinadas por Cortés (Becerra, 1997).

Cortés (1991), estimó el EI30 para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Mega Joules mm/ha/hr año. El propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS.

Para el cálculo de **R** se utilizó el modelo de regresión de la región 4:

Tabla 9. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana

Región	Ecuación	R^2
1	1.2078*P + 0.002276*P2	0.92

2	3.4555*P + 0.006470*P2	0.93
3	3.6752*P – 0.001720*P2	0.94
4	**2.8959*P + 0.002983*P2**	**0.92**
5	3.4880*P – 0.000188*P2	0.94
6	6.6847*P + 0.001680*P2	0.90
7	(-0.0334) *P + 0.0061*P2	0.98
8	1.9967*P + 0.003270*P2 0	0.98
9	7.0458*P – 0.002096*P2	0.97
10	6.8938*P + 0.000442*P2	0.95
11	3.7745*P + 0.004540*P2 0	0.98
12	2.4619*P + 0.006067*P2	0.96
13	10.7427*P – 0.001008*P2	0.97
14	1.5005*P + 0.002640*P2	0.95

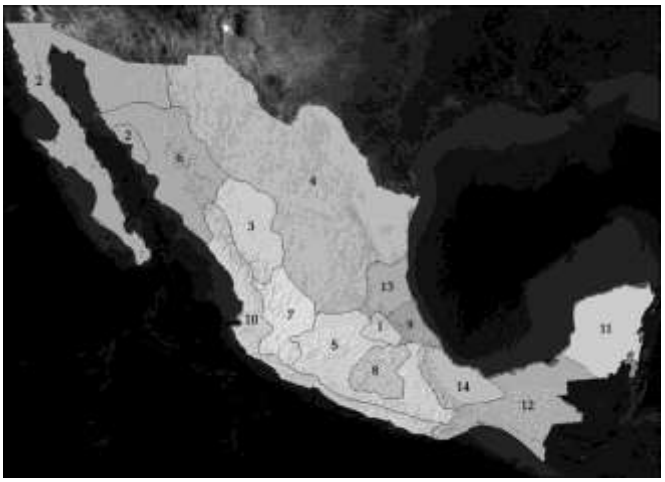


Figura 29. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

$$\boldsymbol{R = 2.8959 * (P) + 0.002983 * (P)^2}$$

R = 2.8959*(569.6) + 0.002983*(569.6^2

R= 1649.50 + 967.82

R= 2617.322

Erosionabilidad del suelo (K)

El factor **K** indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

1) El Salpicado de las gotas durante un evento de lluvia
2) El flujo superficial o
3) Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002).

La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el

desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Becerra (2005), define el término Erosionabilidad del suelo **K**, se usar para indicar la susceptibilidad de un suelo particular de ser erosionado. La Erosionabilidad de los suelos depende de diversas propiedades y características del suelo siendo las más importantes: Distribución de las partículas primarias (arena, limo y arcilla), contenido de materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado del suelo.

El factor (K) se selecciona de acuerdo a la textura del suelo presente en el sistema ambiental y al porcentaje de materia orgánica en el suelo. Para determinar la clase de textura del suelo se utilizó la metodología descrita por Ciancaglini, la carta edafológica serie II escala 1:250,000 proporcionada por INEGI y al triángulo de textura de suelos. De acuerdo a los criterios la textura del suelo en el Sistema Ambiental es media correspondiendo a Arcilla limosa.

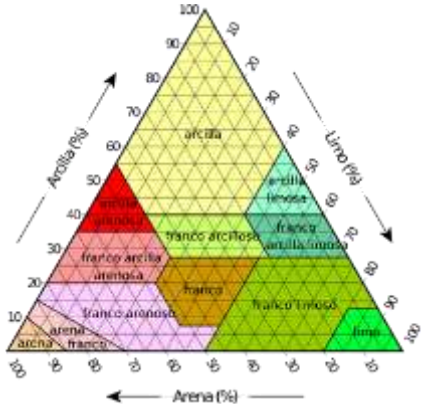


Figura 30. Triangulo de las texturas del suelo.

Al contar solo con la clase de textura del suelo, se procedió a calcular el porcentaje de materia orgánica del tipo de suelo. Para ello se utilizó el cuadro del contenido de Carbono Orgánico en el Suelo (COS), citada por Segura et al 2005, en el artículo Carbono Orgánico de los suelos de México:

Tabla 10. Contenido de Carbono Orgánico en los Suelos (COS) de México (Segura et al 2005).

Región ecológica mayor	Extensión% (nacional)	CO^{+} (Mg ha-1Pg C)	CO_{+}^{+}	Contribución al total %
Bosques de coníferas y encinos	22.32	65.5	2.86	27.24
Bosques mesófilos de montaña	0.84	104.9	0.17	1.64
Chaparrales	0.61	30.6	0.04	0.35
Manglares	1.43	106.1	0.30	2.84
Matorrales espinosos	**4.30**	**30.0**	**0.30**	**2.40**
Matorrales submontanos	1.25	55.5	0.14	1.29
Matorrales xerófilos	39.86	24.0	1.88	17.83
Pantanos	0.32	62.0	0.04	0.37
Pastizales	0.18	21.4	0.01	0.07
Selvas húmedas	11.21	110.5	2.43	23.07
Selvas secas	17.68	69.6	2.41	22.91

Nacional	100	56.1	10.5	100

Dónde: CO= carbono orgánico; COS=carbono orgánico del suelo, 1 pg (petagramo)= 10^{15} g.

El contenido de carbono orgánico puede servir como una determinación indirecta de la materia orgánica a través del uso de un factor de corrección aproximada. El "factor de Van Bemmelen" de 1.724 se ha utilizado durante muchos años y se basar en la suposición de que la materia orgánica contiene 58 % de carbono orgánico.

La literatura indica que la proporción de **C** orgánico en materia orgánica del suelo para una gama de suelos es muy variable. Cualquier factor constante que se selecciona es sólo una aproximación.

La Ecuación para la estimación de la materia orgánica de acuerdo a este factor es la siguiente:

$$\boldsymbol{M.O.}(\%) \;=\; 1.724\; x\; CO_{+}^{+}\;(\%)$$

Dónde CO= Contenido de Carbono Orgánico en el Suelo

Sustituyendo el valor en porcentaje de CO:

M.O. % = 1.724 * 0.3

M.O. % = 0.5172

Según el método USLE, el porcentaje de materia orgánica oscila entre 0 y 4 % con valores de números enteros. Si el contenido fijado es mayor al rango especificado, se asume un 4% (Mancilla, 2008).

Obtenido este porcentaje de M.O. se utilizó el cuadro de doble entrada, en función de la textura superficial presente en el sitio del proyecto y el contenido de materia orgánica:

Tabla 11. Porcentaje de materia orgánica en función de la textura.

Código	Erosionabilidad del suelo (K)			
	Textura	Código de materia orgánica		
		0.1- 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
1	**Arena**	**0.005**	**0.003**	**0.002**
2	Arena fina	0.016	0.014	0.01
3	Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
4	Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
5	Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
6	Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
7	Migajón arenoso	0.027	0.024	0.019
8	Migajón arenoso fina	0.035	0.03	0.024
9	Migajón arenoso muy fino	0.047	0.041	0.033
10	Migajón	0.038	0.034	0.029
11	Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
12	Limo	0.06	0.052	0.042
13	Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
14	Migajón arcilloso	0.028	0.025	0.021
15	Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
16	Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
17	Arcilla limosa	0.025	0.023	0.019
18	Arcilla	0.013 -0.029		

Si las condiciones del terreno indican que los suelos son migajón arenoso, los porcentajes de contenidos de materia orgánica de 0.5-2.0, por lo que el valor de K sería de **0.003.**

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (**L**) y grado de pendiente (**S**).

Pendiente media

El factor de grado de pendiente (**S**) refleja la influencia del ángulo de la misma en la erosión. La pendiente puede ser determinada usando mapas topográficos con curvas a nivel equidistantes, si se tiene el cuidado adecuado, o en el mejor de los casos, utilizando un MDE (Modelo Digital de Elevaciones) proporcionado por el INEGI. Regularmente, la pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Esto es:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \text{ x } 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%). **Hf =** Altura más alta del terreno (m). **Hi =** Altura más baja del terreno (m) **L =** Longitud del terreno (m).

Sin embargo, se tiene el riesgo de una estimación errónea ya que mientras mayor sea la longitud de un terreno, la pendiente puede tener variaciones mucho más grandes. En general, el escurrimiento superficial se concentra en longitudes inferiores a 120m, por lo que en muchas situaciones este valor constituye un umbral límite para los análisis de predicción de la erosión.

Longitud

La longitud (**L**) se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de Salida bien definido (Wischmeier, W.H. y Smith, D.D., 1978). Según Wischimeier y Smith (1978), la longitud y la inclinación de la pendiente afectan la intensidad de la erosión hídrica. Estos dos efectos se han estudiado por separado y se muestran en la ecuación de pérdida de suelo por **L** y **S**, respectivamente. Sin embargo, para la aplicación práctica, es más conveniente considerarlos juntos como un factor topográfico, **LS.** Estos mismos autores mostraron una sola ecuación para **L** y **S** (sistema internacional):

$$LS = ((\mathrm{L}^{1/2})/100) * (1.36 + .97\,\mathrm{S} + 0.1385\,S^2)$$

Donde:

- L: longitud de la pendiente en metros
- S: gradiente de la pendiente en %.

Por lo que:

$$LS = ((\mathbf{120}^{1/2})/100) * (1.36 + (.97 * \mathbf{1.3}) + (0.1385 * (\mathbf{1.3}^2))$$

$$\boldsymbol{LS = 0.313}$$

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de **(C)** es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de (**C)** es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de "0" (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de **(C**) se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración.

El coeficiente asociado con este factor será asignado de acuerdo con diversas bibliografías (Renard, 1997; Montes, 2002; Becerra 1997, entre otras, Sintetizado por Montes-León, 2011) y asociado con la información más reciente de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie VII. Dicha carta contiene información geográfica de la condición de la vegetación de la república mexicana, actualizada al 2018, y representa la séptima etapa en el seguimiento multitemporal de los cambios que ha sufrido el paisaje.

Tabla 12. Factor de cubierta vegetal Fuente: Montes-León, 2011

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5

Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral Sarcocaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral Sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral Sarrco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

De acuerdo con la cartografía, el 82.46% del SAR está cubierto por Agricultura de Temporal Anual, Agricultura de Riego Anual (10.76%), etc., por lo que el factor C es variable.

Tabla 13. Clasificación del factor C en el SAR en función de la cobertura.

FACTOR C EN LA SAR			
Tipo de vegetación	**Superficie**	**Porcentaje**	**Factor C**
Agricultura de Riego Anual	2,138.43	10.760	0.55
Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	713.92	3.592	0.55
Agricultura de Temporal Anual	16,389.39	82.464	0.75
Cuerpos de agua	151.91	0.764	1
Matorral Crasicaule	131.12	0.660	0.65
Pastizal Inducido	31.85	0.160	0.02
Asentamientos Humanos	65.08	0.327	0.005
Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	1.92	0.010	0.25
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	251.05	1.263	0.070
Total	19,874.67	100.00	

Erosión actual

De esta forma para obtener el cálculo de la erosión actual, tomando en cuenta la vegetación tenemos lo siguiente:

$$E = R * K * LS * C$$

Tabla 14. Cálculo de la erosión actual del sistema ambiental.

Tipo de vegetación	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	E. Actual (ton/ha/año)/USV	Redondeo	Clasificación de la erosión	Erosión total/USV (ton/ha/año)
Agricultura de Riego Anual	2,617.322	0.003	0.327	0.550	1.414	1.00	BAJA	3,024.27
Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	2,617.322	0.003	0.327	0.550	1.414	1.00	BAJA	1,009.66
Agricultura de Temporal Anual	2,617.322	0.003	0.327	0.750	1.929	2.00	MUY ALTA	31,607.19
Cuerpos de agua	2,617.322	0.003	0.327	1.000	2.571	3.00	Considerable	390.62
Matorral Crasicaule	2,617.322	0.003	0.327	0.650	1.671	2.00	Considerable	219.15
Pastizal Inducido	2,617.322	0.003	0.327	0.020	0.051	0.00	BAJA	1.64
Asentamientos Humanos	2,617.322	0.003	0.327	0.005	0.013	0.00	BAJA	0.84
Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	2,617.322	0.003	0.327	0.250	0.643	1.00	Considerable	1.23
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	2,617.322	0.003	0.327	0.070	0.180	0.00	BAJA	45.19
					1.099	0.00	Baja	4,033.31

Para calcular el nivel de erosión total se hizo un promedio de la suma total de cada área de uso de suelo dentro del SAR.

Donde nos muestra que las condiciones actuales de cobertura que presenta el Sistema Ambiental la pérdida de suelo natural son de **70.50** ton/año. Una vez que se obtuvieron cada uno de los factores que conforman la ecuación, se realizó el producto, como lo establece la ecuación USLE para obtener la erosión hídrica. Su valor se dividió en seis rangos:

Tabla 15. Clasificación Erosión de la República Mexicana

Tipo	Rango (ton/ha/año)	Clasificación
I	<50	Baja
II	50-100	Media
III	100-150	Considerable
IV	150-200	Alta
V	200-250	Muy alta
VI	>250	Extrema

Como se observa en la tabla, la erosión en todos los usos de suelo y vegetación está clasificada como **baja.** Lo cual es consistente con los resultados del Conjunto Nacional de Datos Vectoriales de Erosión de INEGI.

Área del proyecto

Tabla 16. Resultados de cálculo de Nivel de erosión actual del AP y la que se provocara con la construcción del proyecto

EROSIÓN EN EL AREA DEL PROYECTO SIN PROYECTO								
Tipo de vegetación	**Factor R**	**Factor K**	**Factor LS**	**Factor C**	**E. Actual (ton/ha/año)/USV**	**Redondeo**	**Clasificación de la erosión**	**Erosión total/USV (ton/año)**
Agricultura de Riego Anual	2,617.3216	0.0030	0.313	0.5500	1.3507	1.0000	BAJA	90.9011
Agricultura de Temporal Anual	2,617.3216	0.0030	0.313	0.7500	1.8418	2.0000	BAJA	303.2697
					1.5962			197.0854
EROSIÓN EN EL AREA DEL PROYECTO CON PROYECTO								
Tipo de vegetación	**Factor R**	**Factor K**	**Factor LS**	**Factor C**	**Con PROYECTO(ton/ha/año)/USV**	**Redondeo**	**Clasificación de la erosión**	**Erosión total/USV (ton/año)**
Ningun tipo W	2,617.3215693	0.0030	0.3127567	0.1500000	0.3683632	0.0000000	BAJA	85.45

Tabla 17. Diferencia de nivel de erosión con proyecto y sin proyecto.

	Predio sin PROYECTO	Predio con PROYECTO	Diferencia
Erosión hídrica (ton/ha/año)	1.60	0.36836	**-1.23**
Erosion total (ton/año)	197.09	85.44516	**-111.64**

El análisis de erosión hídrica permitió estimar la pérdida potencial de suelo en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y en el Área del Proyecto (AP), considerando los factores de erosividad de la precipitación (R), erodabilidad del suelo (K), longitud y pendiente de la ladera (LS) y cobertura y manejo del suelo (C).

El SAR presenta una superficie de 19,874.673 ha, dentro de la cual se identificaron diferentes condiciones de uso del suelo y vegetación que determinan variaciones en el potencial de pérdida de suelo. Los resultados muestran que las mayores tasas de erosión se encuentran asociadas principalmente con las superficies agrícolas, particularmente con la agricultura de temporal anual, que presenta una pérdida estimada de 1.929 ton/ha/año bajo las condiciones evaluadas. En contraste, las superficies con coberturas como pastizal inducido, asentamientos humanos y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural presentan tasas de pérdida considerablemente menores. Esto evidencia que la cobertura y manejo del suelo constituye uno de los principales factores que condicionan la magnitud de la erosión estimada.

El Área del Proyecto presenta una superficie de 231.959 ha, equivalente aproximadamente al 1.17 % de la superficie total del SAR. Para el escenario sin proyecto, la pérdida de suelo estimada para el AP corresponde a aproximadamente 394.17 ton/año, considerando una superficie de 67.30 ha de agricultura de riego anual y 164.66 ha de agricultura de temporal anual. La pérdida media ponderada para el AP en este escenario es de aproximadamente 1.70 ton/ha/año.

Para el escenario con proyecto, considerando el factor de cobertura y manejo (C) establecido para representar la condición proyectada, se obtuvo una pérdida estimada de 0.368 ton/ha/año, equivalente a una pérdida total aproximada de 85.45 ton/año para las 231.959 ha del AP. En términos comparativos, este resultado representa una disminución aproximada del 78.3 % respecto a la pérdida estimada para el escenario sin proyecto.

La disminución obtenida en el escenario con proyecto se encuentra directamente relacionada con los valores del factor C empleados en la estimación, por lo que debe interpretarse como una comparación del potencial de pérdida de suelo bajo las condiciones de cobertura y manejo consideradas para cada escenario. En este sentido, los resultados no indican que la ejecución del proyecto, por sí misma, genere una reducción automática de la erosión, sino que, bajo las condiciones de manejo y cobertura utilizadas en el modelo, el escenario proyectado presenta un menor potencial de pérdida de suelo que las condiciones actuales predominantemente agrícolas del AP.

No obstante, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se podrán generar superficies temporalmente expuestas que incrementen la susceptibilidad a la erosión. Por ello, la implementación de medidas de manejo ambiental orientadas al control de escorrentías, conservación y manejo del suelo, reducción del tiempo de exposición de superficies desnudas, estabilización de áreas susceptibles y restauración de superficies que no formen parte de la infraestructura permanente será fundamental para evitar incrementos locales de los procesos erosivos.

En términos regionales, debido a que el AP representa aproximadamente el 1.17 % del SAR, y considerando los resultados obtenidos para ambos escenarios, se estima que los efectos potenciales sobre los procesos de erosión del suelo se mantendrán acotados espacialmente al área de intervención, siempre que se implementen adecuadamente las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas para las diferentes etapas del proyecto.

d). Agua

i) Hidrología superficial

Con base a la carta topográfica de la red hidrográfica escala 1:50,000 (ed. ll) (INEGI), la superficie del SAR se encuentra en la región hidrológica Lerma-Santiago (RH12), en la cuenca Río Verde Grande, dentro de las subcuencas hidrográficas: Río Encarnación (RH12li) con ocupación de superficie en el SAR de 65.3%; Río Chicalote (RH12lj) con 8.9%; y Río Aguascalientes (RH12lb) con el 25.7% (Tabla 48), mismo donde se encuentra el área del proyecto (Figura 46).

De igual forma, en el SAR se encuentra la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Valle de Aguascalientes (Figura 47) considerada como fuente primordial de agua, cubriendo una superficie de 16.20% del SAR (Tabla 48) y sus límites se localizan a una distancia de 0.120 km del área del proyecto.

Sin embargo, el estado actual el acuífero del Valle de Aguascalientes es considerado como critica debido a la sobreexplotación de extracción de agua, causando subsidencia, fallas y grietas del terreno, con tasas de hundimiento de hasta 12 cm anuales de algunos puntos (H. Ayuntamiento del Valle de Aguascalientes, 2021).

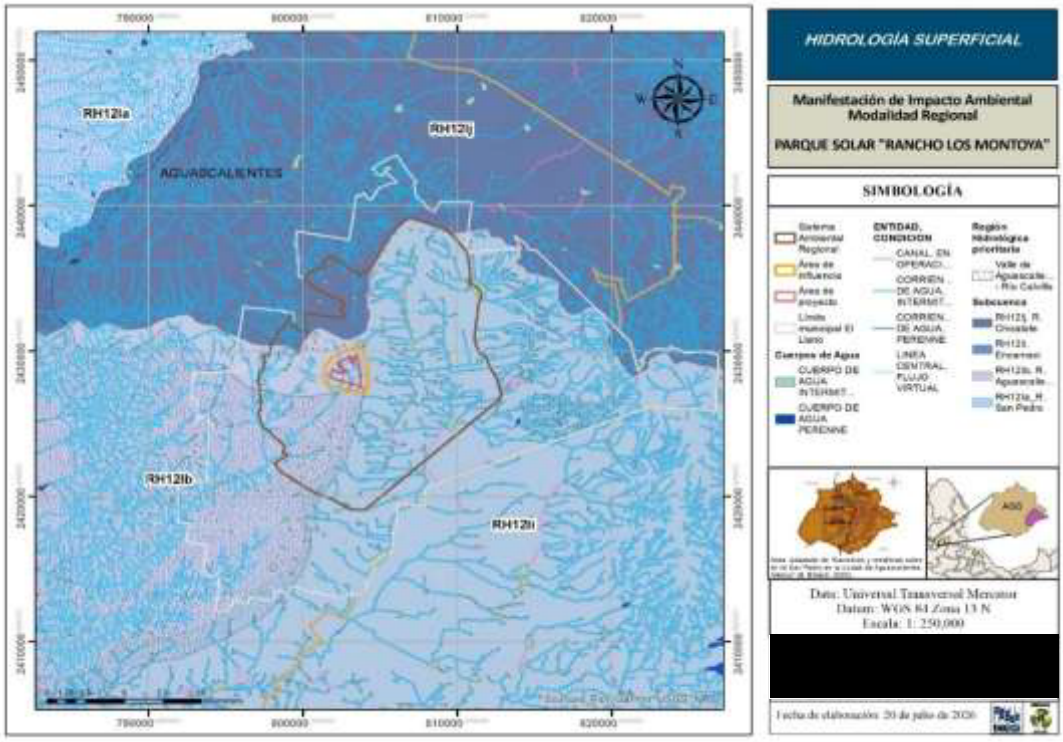


Figura 31. Hidrografía superficial del Sistema Ambiental Regional.

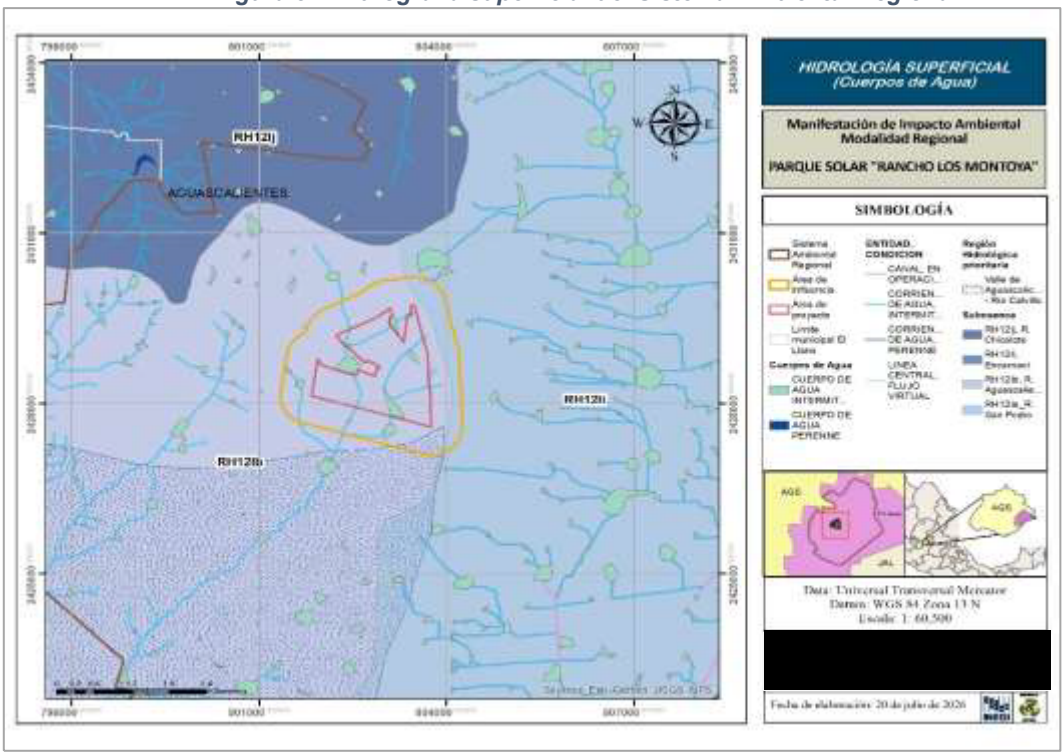


Figura 32. Cuerpos de agua presentes en el AP.

Tabla 18. Superficie del área hidrológica superficial en el SAR.

Nombre	Clave	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Subcuenca-Río Encarnación	RH12li	12,986.738	65.34	78.488	11.38	_	_
Subcuenca-Río Aguascalientes	RH12lb	51,18.235	25.75	611.491	88.62	_	_
Subcuenca-Río Chicalote	RH12lj	1,769.7	8.90	_	_	_	_
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	-	-
Región Hidrológica Prioritaria	RHP	3,219.085	16.20	19.899	2.88	_	_

El Río San Pedro, es considerado la corriente hidrológica más importante de la entidad para fines de riego agrícola. Nace de la Sierra de Barranca Milpillas, Zacatecas, con flujo de norte a sur a través del territorio de Aguascalientes y desemboca en el Río Verde en el estado de Jalisco, afluente del Río Santiago (H. Ayuntamiento de Aguascalientes, 2021).

En el trayecto del río principal, se incorporan al oeste los ríos: Pabellón, Blanco, Prieto, Santiago y Morcinique, así como los arroyos del Saucillo, Milpillas, el Pastor y la Virgen; a su vez, al este, es alimentado por el río Chicalote y los arroyos Chiquihuite, Ojo Zarco, San Nicolás, el Cedazo, Calvillito y Las Venas.

ii) Hidrología subterránea

De acuerdo con la cartografía de acuíferos Serie ll de la CONAGUA (), el proyecto se localiza dentro del área del acuífero El Llano, donde en el SAR abarca una superficie el 92.3%. En el norte se encuentra el acuífero Valle de Chicalote, con ocupación del 7.6% (Tabla 49) (Figura 48). Ambos acuíferos se encuentran en condición de déficit.

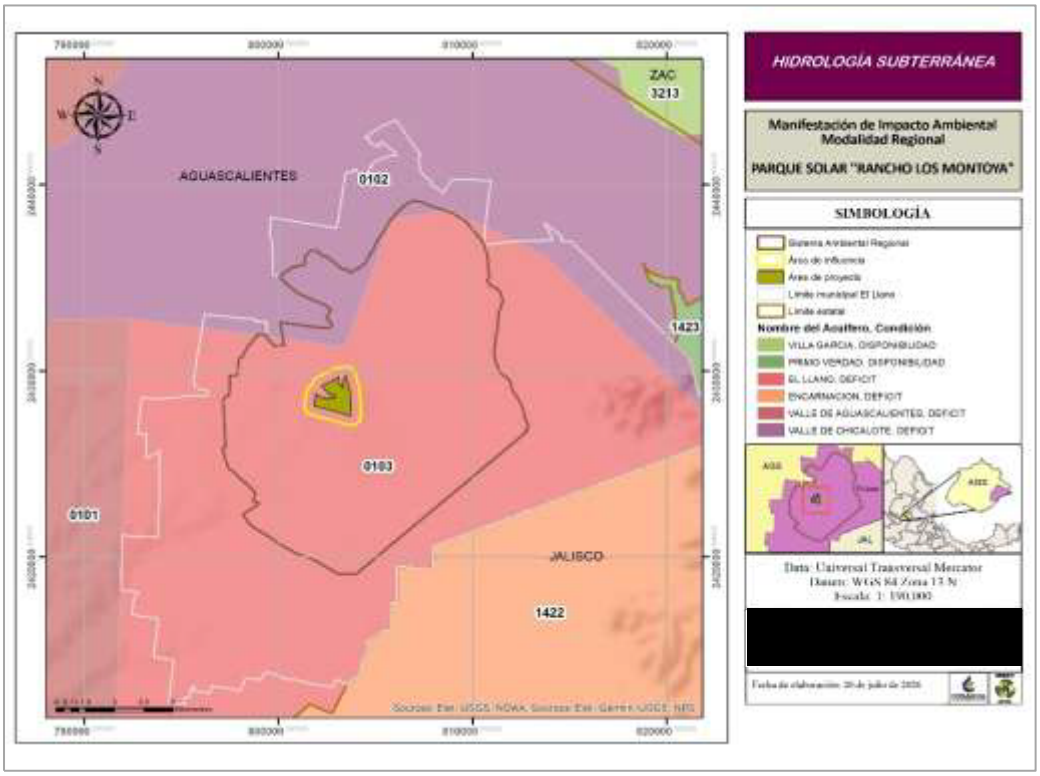


Figura 33. Hidrografía subterránea del Sistema Ambiental Regional.

Tabla 19. Superficie del área hidrológica subterránea en el SAR.

Nombre del acuífero	Condición	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
El Llano	Déficit	18,360.47	92.38	689.979	100	231.959	100
Valle de Chicalote	Déficit	1,514.20	7.62	-	-	-	-
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

El 78.58% de la extracción total de aguas del subsuelo del territorio, destinada casi en totalidad al uso agrícola y pecuario, es tomado del acuífero del Valle de Aguascalientes; 8.77% del Valle del Chicalote; 4.39% de El Llano y 7.31% del acuífero de Calvillo ((Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 2008).

iii) Procesos del medio físico: *Balance hídrico del AP y SAR*

Sistema Ambiental Regional

El concepto de balance hídrico hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables en diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

La ecuación de Balance Hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada]...]En general podemos afirmar que:

P = ETR + ES + I

--Del agua que cae en un determinado sitio (**precipitación = PP)**
--Parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (**evapotranspiración = ET**)
--Otra parte escurre por la superficie de la cuenca (**escorrentía superficial = Esc**). Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y
--El resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (**infiltración = I).**

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

CAPTACIÓN - EVAPOTRANSPIRACIÓN = ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN

Por lo que se deben calcular las siguientes variables:

- **Volumen de agua precipitado (P)**

Para el cálculo de precipitación media en el SAR donde se ubica el Proyecto se utilizaron los datos de una estación meteorológica que influye dentro de la microcuenca, dicha estación se encuentra en la tabla siguiente.

Tabla 20. Datos de Precipitación de las Estaciones Climatológicas influyentes en el SAR.

No. de estación	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
1015	**Palo Alto**	20.6	16.4	7.4	8.8	28.6	107.4	117.2	121.5	85.3	31.4	13.3	9	566.90
	PROMEDIO	20.60	16.40	7.40	8.80	28.60	107.40	117.20	121.50	85.30	31.40	13.30	9.00	**566.90**

Para el cálculo del valor de la precipitación media se toma en cuenta la precipitación media anual obtenida para el SAR. El volumen de agua que precipita se estima con la precipitación media normal y con la superficie de este.

- **Cálculo de precipitación:**

$$\boldsymbol{P} = (\boldsymbol{Precipitación\ media\ anual}) * (\boldsymbol{Superficie})$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21. Volumen de Agua Precipitada (P).

SAR		
Componente	**Cantidad**	**Unidades**
Superficie	19,874.67	ha
	198,746,730.00	m2
Captación	112,669,521.24	m^3/año

El volumen precipitado obtenido para la microcuenca es: **112,669,521.24 m^3** anuales.

- **Evapotranspiración (Eva.)**

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizaron los siguientes métodos: Método de Thornthwaite (1948) para la obtención de la evapotranspiración potencial (ETP) que es aquel proceso que causa de mayor pérdida de agua en el área de estudio, por efecto de la evaporación de las plantas, para posteriormente aplicar el Método de Blanney-Criddle, para obtener la evapotranspiración de referencia (ETR).

Método de Thornthwaite.

Para el cálculo de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite se utilizó la siguiente formula (Aparicio,1992):

Para la obtención de la evapotranspiración corregida se utiliza la siguiente expresión:

$$ETP = ETP_j * \left[\left(\frac{n}{12}\right) * \left(\frac{d}{30}\right)\right]$$

Donde:

- ETP_j = ETP mensual no corregida en mm/mes.
- n = promedio de horas luz por mes obtenido de la tabla 52
- d = días por mes

La evapotranspiración mensual no corregida se calcula con la siguiente ecuación:

$$ETP_j = 1.6K_a\left(\frac{10 * T_j}{I}\right)^a$$

En donde:

- ETP_j = ETP mensual no corregida en mm/mes
- T_j= Temperatura media en el mes j en °C.
- a = constante
- I = índice de calor anual.
- K_a es una constante, obtenida de la tabla 53.

La constante **a** se calcula con la siguiente ecuación:

$$a = 675 * 10^{-9} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 179 * 10^{-4} * I + 0.49$$

El índice de calor es expresado como la suma del índice de calor mensual de cada uno de los meses:

$$I=\sum_{1}^{12} i_j$$

El índice de calor de cada uno de los meses es calculado con la temperatura promedio mensual del mes j:

$$i_j=\left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514}$$

Tabla 22. Promedio de horas luz por mes por latitud

n= Promedio de horas luz por mes por latitud												
Lat. N	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
0°	8.5	7.66	8.49	8.21	8.5	8.22	8.5	8.49	8.21	8.5	8.22	8.5
5	8.32	7.57	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.6	8.23	8.42	8.07	8.3
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.6	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.1
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.8	9.05	8.83	8.28	8.2	7.75	7.88
16	7.93	7.35	8.44	8.46	9.07	8.83	9.07	8.85	8.27	8.24	7.72	7.83
17	7.86	7.32	8.43	8.48	9.04	8.87	9.11	8.87	8.27	8.22	7.69	7.8
18	7.83	7.3	8.42	8.5	9.09	8.92	9.16	8.9	8.27	8.21	7.66	7.74
19	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.2	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9	9.25	8.96	8.3	8.18	7.58	7.66
21	7.71	7.24	8.4	8.54	9.18	9.05	9.29	8.98	8.29	8.15	7.54	7.62
22	7.66	7.21	8.4	8.56	9.22	9.09	9.33	9	8.3	8.13	7.5	7.55
23	7.62	7.19	8.4	8.57	9.24	9.12	9.35	9.02	8.3	8.11	7.47	7.5
24	7.58	7.17	8.4	8.6	9.3	9.2	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25	7.53	7.13	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.4	7.42
26	7.49	7.12	8.4	8.64	9.38	9.3	9.49	9.1	8.31	8.06	7.36	7.31
27	7.43	7.09	8.38	8.65	9.4	9.32	9.52	9.13	8.32	8.03	7.36	7.31
28	7.4	7.07	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
29	7.35	7.04	8.37	8.7	9.49	9.43	9.61	9.19	8.32	8	7.24	7.2
30	7.3	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	8.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
31	7.25	7	8.36	8.73	9.57	9.54	9.72	9.24	8.33	7.95	7.15	7.09
32	7.2	6.97	8.37	8.76	9.62	9.59	9.77	9.27	8.34	7.95	7.11	7.05
33	7.15	6.94	8.36	8.78	9.68	9.65	9.82	9.31	8.35	7.94	7.07	6.98

Tabla 23. Valores de Ka de acuerdo a la latitud (hemisferio norte)

Valores de *Ka*												
Latitud (°)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.91
25	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
30	0.9	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.2	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.8	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.7

Con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 24. Índice de calor mensual

Mes	TPM (°C)	ij
Ene	12.4	3.96
Feb	14.3	4.91
Mar	16.4	6.04
Abr	18.9	7.49
May	21.2	8.91
Jun	21.5	9.10
Jul	20.2	8.28
Ago	20.0	8.16
Sep	19.2	7.67
Oct	17.6	6.72
Nov	15.1	5.33
Dic	12.9	4.20
	I	80.757
	a	1.792

La sumatoria de **ij** nos arroja el índice de calor anual **I** el cual es **80.757,** este valor se utilizó para calcular la constante **a** con la formula antes mencionada, lo que nos arroja un valor de **1.792.**

Después de obtener la constante **"a"** e **"I"** y con los valores de Ka extraídos de la tabla 53 se obtuvo la ETP sin corregir:

Mes	TPM (°C)	ij	Ka	ETP sin corr. (mm)
Ene	12.4	3.96	0.942	3.25
Feb	14.3	4.91	0.896	3.99
Mar	16.4	6.04	1.03	5.87
Abr	18.9	7.49	1.054	7.74
May	21.2	8.91	1.138	10.27
Jun	21.5	9.10	1.122	10.38
Jul	20.2	8.28	1.152	9.53
Ago	20.0	8.16	1.114	9.05
Sep	19.2	7.67	1.02	7.71
Oct	17.6	6.72	0.996	6.44
Nov	15.1	5.33	0.922	4.53
Dic	12.9	4.20	0.91	3.37

La evapotranspiración potencial corregida, se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{ETP = ETP\ sin\ corr.}\left(\frac{\boldsymbol{N}}{\boldsymbol{12}} * \frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{30}}\right)$$

Los resultados se muestran en la siguiente tabla, donde se utilizaron datos como el número de días y número de horas luz obtenido de la tabla 55 para implementar la fórmula propuesta. El resultado es **595.99** m^3/ ha / año.

Tabla 25. Datos de Evapotranspiración potencial sin corrección.

Mes	TPM (°C)	ij	Ka	ETP sin corr. (mm)	N° de días	Horas luz (n)	ETP (mm)	ETP (m)	ETP (m3/ha)
Ene	12.4	3.96	0.942	3.25	31	7.66	2.14	0.00214	21.44
Feb	14.3	4.91	0.896	3.99	28	7.21	2.24	0.00224	22.39
Mar	16.4	6.04	1.03	5.87	31	8.4	4.24	0.00424	42.43
Abr	18.9	7.49	1.054	7.74	30	8.56	5.52	0.00552	55.22
May	21.2	8.91	1.138	10.27	31	9.22	8.15	0.00815	81.52
Jun	21.5	9.10	1.122	10.38	30	9.09	7.86	0.00786	78.64
Jul	20.2	8.28	1.152	9.53	31	9.33	7.66	0.00766	76.58
Ago	20.0	8.16	1.114	9.05	31	9	7.02	0.00702	70.17
Sep	19.2	7.67	1.02	7.71	30	8.3	5.33	0.00533	53.30
Oct	17.6	6.72	0.996	6.44	31	8.13	4.51	0.00451	45.07
Nov	15.1	5.33	0.922	4.53	30	7.5	2.83	0.00283	28.30
Dic	12.9	4.20	0.91	3.37	31	7.55	2.19	0.00219	21.91
ANUAL TOTAL		80.76		82.13			59.70	0.5970	595.99

SAR		
		Unidades
Superficie SAR	19,874.67	ha
ETP	596.99	(m3/ha/año)
ETP en la SAR	11,864,989.47	(m3/año)

- **Escurrimiento (Esc.)**

El escurrimiento superficial depende de la cantidad e intensidad de la lluvia, la cobertura vegetal –tanto herbácea como arbórea–, la rugosidad del terreno, la textura, el contenido de materia orgánica del suelo, la pendiente y el manejo que se le dé al terreno.

Para propósitos de estimación a nivel de proyecto, en México no se cuenta con suficientes estaciones meteorológicas que registren la intensidad de la lluvia, sólo se tiene el dato de lluvia máxima en 24 horas para determinar la cantidad de la precipitación que escurre en forma superficial, por lo que se considerará el método del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA–SCS, por sus siglas en inglés, que toma en cuenta la mayoría de los parámetros que inciden en el escurrimiento superficial.

Las curvas numéricas son similares a los coeficientes de escurrimiento y fueron obtenidas por el USDA–SCS. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad.

El cálculo del escurrimiento medio –a partir de las curvas numéricas– es obtenido mediante la fórmula de escurrimiento:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde:

- Q = escurrimiento medio (mm).
- P = precipitación (mm).
- S = potencial máximo de retención de humedad (mm).

Esta fórmula sólo es válida si 0.2(S) < P, es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que, si no se cumple esto, la lluvia es retenida por el suelo, por lo tanto, no escurre y la relación máxima se define mediante la fórmula de retención:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

- S = potencial máximo de retención de humedad.
- CN = curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

El valor de las curvas numéricas está determinado por los siguientes factores:

- **Suelo:** es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración.

El USDA-SCS tomó en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases.

Tabla 26. Grupos de suelo de acuerdo a sus características.

Grupos de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm/hr.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplo: suelos migajosos, arenosos ligeros y migajosos limosos. Infiltración básica 4-8 mm/hr.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimento.Comprende suelo someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo; suelos migajosos arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo: suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm/hr.

- **Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno:**

Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno:

Tabla 27. Vegetación y condición hidrológica.

Vegetación	Condición hidrológica
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal.
	En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
	En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados y con algo de crecimiento.
	En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.

Pastizales mejorados	En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidado sistema de manejo de pastoreo.
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobre pastoreado.
	En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos.
	En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).
Buena> de 75% ; Regular entre 50 y 75% ; Mala < 50%	

- **Uso del suelo**:

Es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por tal motivo se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se entra al cuadro siguiente para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula.

Uso de suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	Curvas numéricas			
			A	B	C	D
En barbecho	Suelo desnudo	-	77	86	91	94
	Residuos de cultivo (RC)	Mala	76	85	90	93
		Buena	74	83	88	90
Suelo en descanso	Surcos rectos	-	77	86	91	94
	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	95	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	60	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales, sabana, campos de pastoreo	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	79	86	99
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva a nivel	Buena	20	35	70	79
Pradera no pastoreada		Buena	30	58	71	78
Bosque arbustivo		Mala	48	67	77	83
		Regular	35	56	70	77
		Buena	30	48	65	73
Bosque ralo con pasto, huerta, árboles frutales		Mala	57	73	82	86
		Regular	43	65	75	82
		Buena	32	58	72	79
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
		Mala		80	87	93

Vegetación herbácea árida o semiárida	Regular		71	81	89
	Buena		62	74	85
Vegetación arbustiva de montaña	Mala		66	74	79
	Regular		48	57	63
	Buena		30	41	48
Coníferas y pastos de sotobosque	Mala		75	85	89
	Regular		58	73	80
	Buena		41	61	71
Matorrales del desierto	Mala	63	77	85	85
	Regular	55	72	81	88
	Buena	49	68	79	86
Camino de tierra	Buena	72	82	87	84
Caminos pavimentados	Buena	90	90	90	90

Sin embargo, esta ecuación tiene que ser adaptada para zonas áridas para lo cual se utilizó la modificación al Método de curvas numéricas del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA–SCS adaptado por Hawkins et al 2001 a zonas áridas:

$$Q" = \frac{(P - 0.05S")^2}{P + 0.95S"}$$

(P>0.05s")

Donde S" se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S" = 1.33S^{1.15}$$

Para calcular S se utiliza la ecuación típica antes mencionada:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Sin embargo, para calcular la CN se toma en cuenta la ecuación siguiente, que adapta la curva numérica extraída del cuadro de CN adaptado a condiciones de aridez:

$$CN" = \frac{100}{1.879 * \left[\frac{100}{CN - 1}\right]^{1.15} + 1}$$

Con lo que se obtienen los siguientes resultados. Los resultados que se tomaran en cuenta son los obtenidos con el método USDA-SCS adaptado por Hawkins.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el método USDA-SCS.

Tabla 28. Escurrimiento con el método USDA-SCS

Resultados		
Componente		**Unidades**
Precipitación	566.90	mm
Tipo de suelo	C	-
Uso de suelo	En barbecho	-

Cobertura	Mala	-
CN	90.00	Adimensional
S	28.22	Adimensional
Q	534.38	mm
	0.53	m
Superficie	1.00	ha
	10,000.00	m2
Escurrimiento superficial	5,343.85	m3/ha/año
Superficie SAR	19,874.6730	ha
Escurrimiento en SAR	106,207,175.68	m3/año

Tabla 29. Resultados obtenidos con el método USDA-SCS adaptado por Hawkins

Resultados corregidos		
Componente		**Unidades**
Precipitación	566.90	mm
Tipo de suelo	C	-
Uso de suelo	En barbecho	-
Cobertura	Mala	-
CN	90.00	Adimensional
CN"	31.76	Adimensional
S	545.71	Adimensional
S"	1,949.56	Adimensional
Q"	128.33	mm
	0.13	m
Superficie	1.00	ha
	10,000.00	m^2
Escurrimiento superficial	1,283.26	m^3/ha/año
Superficie MHF	19,874.7	ha
Escurrimiento en MHF	25,504,440.47	**m^3/año**

- **Infiltración (Inf.)**

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, 1992). En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo. El agua de infiltración que se deduce de la resolución del balance hídrico es aquella que supera la retención superficial y alcanza las capas más profundas del suelo y subsuelo, conectando con el sistema del acuífero; es decir el agua de recarga.

Retomando la Ecuación general del balance hídrico, que dice:

$$P = ETR + ES + I$$

Podemos conocer el valor de la Infiltración con un despeje:

P = ETR + ES + I
I = P – ETR – ES

Por lo que los resultados del balance hídrico corregidos quedarían de la siguiente manera.

RESULTADOS SAR			
Componente		%	**Unidades**
Precipitación	112,669,521.24	100.00%	m^3/año
Evapotranspiración	11,864,989.47	10.53%	m^3/año
Escurrimiento	25,504,440.47	22.64%	m^3/año
Infiltración	75,300,091.30	66.83%	m^3/año

Área del proyecto

El concepto de balance hídrico hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables en diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

La ecuación de Balance Hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada. En general podemos afirmar que:

P = ETR + ES + I

--Del agua que cae en un determinado sitio (**precipitación = PP)**
--Parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (**evapotranspiración = ET**)
--Otra parte escurre por la superficie de la cuenca (**escorrentía superficial = Esc**). Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y
--El resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (**infiltración = I).**

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

CAPTACIÓN - EVAPOTRANSPIRACIÓN = ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN

Por lo que se deben calcular las siguientes variables:

- **Volumen de agua precipitado (P)**

Para el cálculo de precipitación media en AP se utilizó la Estación Climatológica Palo Alto, con clave 1015.

Tabla 30. Datos de Precipitación de las Estaciones Climatológicas influyentes en el SAR.

No. de estación	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
1015	**Palo Alto**	20.6	16.4	7.4	8.8	28.6	107.4	117.2	121.5	85.3	31.4	13.3	9	566.90
	PROMEDIO	20.60	16.40	7.40	8.80	28.60	107.40	117.20	121.50	85.30	31.40	13.30	9.00	**566.90**

- **Cálculo de precipitación:**

$$\boldsymbol{P} = (\boldsymbol{Precipitación\ media\ anual}) * (\boldsymbol{Superficie})$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 31. Volumen de Agua Precipitada (P).

	AREA DE PROYECTO		Unidades
	ACTUAL	Con remoción	
Componente	**Cantidad**	**Cantidad**	
Superficie	231.96	231.96	ha
	2,319,589.83	2,319,589.83	m2
Captación	1,314,975.47	1,314,975.47	m^3/año

El volumen precipitado obtenido para el AP es: **2,319,589.83 m^3** anuales.

- **Evapotranspiración (Eva.)**

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizaron los siguientes métodos: Método de Thornthwaite (1948) para la obtención de la evapotranspiración potencial (ETP) que es aquel proceso que causa de mayor pérdida de agua en el área de estudio, por efecto de la evaporación de las plantas, para posteriormente aplicar el Método de Blanney-Criddle, para obtener la evapotranspiración de referencia (ETR).

Método de Thornthwaite.

Para el cálculo de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite se utilizó la siguiente formula (Aparicio,1992):

Para la obtención de la evapotranspiración corregida se utiliza la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{ETP = ETP_j * \left[\left(\frac{n}{12}\right) * \left(\frac{d}{30}\right)\right]}$$

Donde:

- ETP_j = ETP mensual no corregida en mm/mes.
- n = promedio de horas luz por mes obtenido de la tabla 62
- d = días por mes

La evapotranspiración mensual no corregida se calcula con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{ETP_j = 1.6K_a\left(\frac{10 * T_j}{I}\right)^a}$$

En donde:

- ETP_j = ETP mensual no corregida en mm/mes
- T_j= Temperatura media en el mes j en °C.

- a = constante
- I = índice de calor anual.
- K_a es una constante, obtenida de la tabla 63.

La constante **a** se calcula con la siguiente ecuación:

$$a = 675 * 10^{-9} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 179 * 10^{-4} * I + 0.49$$

El índice de calor es expresado como la suma del índice de calor mensual de cada uno de los meses:

$$I = \sum_{1}^{12} i_j$$

El índice de calor de cada uno de los meses es calculado con la temperatura promedio mensual del mes j:

$$i_j = \left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514}$$

Tabla 32. Promedio de horas luz por mes por latitud

n= Promedio de horas luz por mes por latitud												
Lat. N	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
0°	8.5	7.66	8.49	8.21	8.5	8.22	8.5	8.49	8.21	8.5	8.22	8.5
5	8.32	7.57	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.6	8.23	8.42	8.07	8.3
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.6	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.1
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.8	9.05	8.83	8.28	8.2	7.75	7.88
16	7.93	7.35	8.44	8.46	9.07	8.83	9.07	8.85	8.27	8.24	7.72	7.83
17	7.86	7.32	8.43	8.48	9.04	8.87	9.11	8.87	8.27	8.22	7.69	7.8
18	7.83	7.3	8.42	8.5	9.09	8.92	9.16	8.9	8.27	8.21	7.66	7.74
19	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.2	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9	9.25	8.96	8.3	8.18	7.58	7.66
21	7.71	7.24	8.4	8.54	9.18	9.05	9.29	8.98	8.29	8.15	7.54	7.62
22	7.66	7.21	8.4	8.56	9.22	9.09	9.33	9	8.3	8.13	7.5	7.55
23	7.62	7.19	8.4	8.57	9.24	9.12	9.35	9.02	8.3	8.11	7.47	7.5
24	7.58	7.17	8.4	8.6	9.3	9.2	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25	7.53	7.13	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.4	7.42
26	7.49	7.12	8.4	8.64	9.38	9.3	9.49	9.1	8.31	8.06	7.36	7.31
27	7.43	7.09	8.38	8.65	9.4	9.32	9.52	9.13	8.32	8.03	7.36	7.31
28	7.4	7.07	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
29	7.35	7.04	8.37	8.7	9.49	9.43	9.61	9.19	8.32	8	7.24	7.2
30	7.3	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	8.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
31	7.25	7	8.36	8.73	9.57	9.54	9.72	9.24	8.33	7.95	7.15	7.09
32	7.2	6.97	8.37	8.76	9.62	9.59	9.77	9.27	8.34	7.95	7.11	7.05
33	7.15	6.94	8.36	8.78	9.68	9.65	9.82	9.31	8.35	7.94	7.07	6.98

Tabla 33. Valores de Ka de acuerdo a la latitud (hemisferio norte)

Valores de *Ka*												
Latitud (°)	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01

10	1	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.91
25	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
30	0.9	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.2	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.8	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.7

Con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 34. Índice de calor mensual

Mes	TPM (°C)	ij
Ene	12.4	3.96
Feb	14.3	4.91
Mar	16.4	6.04
Abr	18.9	7.49
May	21.2	8.91
Jun	21.5	9.10
Jul	20.2	8.28
Ago	20.0	8.16
Sep	19.2	7.67
Oct	17.6	6.72
Nov	15.1	5.33
Dic	12.9	4.20
I		80.757
a		1.792

La sumatoria de **ij** nos arroja el índice de calor anual **I** el cual es **80.757** este valor se utilizó para calcular la constante **a** con la formula antes mencionada, lo que nos arroja un valor de **1.792.**

Después de obtener la constante **"a"** e **"I"** y con los valores de Ka extraídos de la tabla 64 se obtuvo la ETP sin corregir:

Mes	TPM (°C)	ij	Ka	ETP sin corr. (mm)
Ene	12.4	3.96	0.942	3.25
Feb	14.3	4.91	0.896	3.99
Mar	16.4	6.04	1.03	5.87
Abr	18.9	7.49	1.054	7.74
May	21.2	8.91	1.138	10.27
Jun	21.5	9.10	1.122	10.38
Jul	20.2	8.28	1.152	9.53
Ago	20.0	8.16	1.114	9.05
Sep	19.2	7.67	1.02	7.71
Oct	17.6	6.72	0.996	6.44
Nov	15.1	5.33	0.922	4.53
Dic	12.9	4.20	0.91	3.37

La evapotranspiración potencial corregida, se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{ETP = ETP\ sin\ corr.}\left(\frac{\boldsymbol{N}}{\boldsymbol{12}} * \frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{30}}\right)$$

Los resultados se muestran en la siguiente tabla, donde se utilizaron datos como el número de días y número de horas luz obtenido de la tabla 65 para implementar la fórmula propuesta. El resultado es **596.99** m^3/ ha / año.

Tabla 35. Datos de Evapotranspiración potencial corregida.

Mes	TPM (°C)	ij	Ka	ETP sin corr. (mm)	N° de días	Horas luz (n)	ETP (mm)	ETP (m)	ETP (m3/ha)
Ene	12.4	3.96	0.942	3.25	31	7.66	2.14	0.00214	21.44
Feb	14.3	4.91	0.896	3.99	28	7.21	2.24	0.00224	22.39
Mar	16.4	6.04	1.03	5.87	31	8.4	4.24	0.00424	42.43
Abr	18.9	7.49	1.054	7.74	30	8.56	5.52	0.00552	55.22
May	21.2	8.91	1.138	10.27	31	9.22	8.15	0.00815	81.52
Jun	21.5	9.10	1.122	10.38	30	9.09	7.86	0.00786	78.64
Jul	20.2	8.28	1.152	9.53	31	9.33	7.66	0.00766	76.58
Ago	20.0	8.16	1.114	9.05	31	9	7.02	0.00702	70.17
Sep	19.2	7.67	1.02	7.71	30	8.3	5.33	0.00533	53.30
Oct	17.6	6.72	0.996	6.44	31	8.13	4.51	0.00451	45.07
Nov	15.1	5.33	0.922	4.53	30	7.5	2.83	0.00283	28.30
Dic	12.9	4.20	0.91	3.37	31	7.55	2.19	0.00219	21.91
ANUAL TOTAL		**80.76**		**82.13**			**59.70**	**0.05970**	**595.99**

Con estas cifras se obtuvo que para la totalidad del SAR se tiene un ETP potencial de **138,477.29 m^3/Año.**

	Predio total		Unidades
	Actual	**Con remoción**	
	Cantidad	**Cantidad**	
Superficie	231.96	231.96	ha
ETP	596.99	596.99	(m3/ha/año)
ETP/ SAR	138,477.29	138,477.29	(m3/AP/año)

- **Escurrimiento (Esc.)**

El escurrimiento superficial depende de la cantidad e intensidad de la lluvia, la cobertura vegetal –tanto herbácea como arbórea–, la rugosidad del terreno, la textura, el contenido de materia orgánica del suelo, la pendiente y el manejo que se le dé al terreno.

Para propósitos de estimación a nivel de proyecto, en México no se cuenta con suficientes estaciones meteorológicas que registren la intensidad de la lluvia, sólo se tiene el dato de lluvia máxima en 24 horas para determinar la cantidad de la precipitación que escurre en forma superficial, por lo que se considerará el método del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA–SCS, por sus siglas en inglés, que toma en cuenta la mayoría de los parámetros que inciden en el escurrimiento superficial.

Las curvas numéricas son similares a los coeficientes de escurrimiento y fueron obtenidas por el USDA–SCS. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad.

El cálculo del escurrimiento medio –a partir de las curvas numéricas– es obtenido mediante la fórmula de escurrimiento:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde:

- Q = escurrimiento medio (mm).
- P = precipitación (mm).
- S = potencial máximo de retención de humedad (mm).

Esta fórmula sólo es válida si 0.2(S) < P, es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que, si no se cumple esto, la lluvia es retenida por el suelo, por lo tanto, no escurre y la relación máxima se define mediante la fórmula de retención:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

- S = potencial máximo de retención de humedad.
- CN = curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

El valor de las curvas numéricas está determinado por los siguientes factores:

- **Suelo:** es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración.

El USDA-SCS tomó en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases.

Tabla 36. Grupos de suelo de acuerdo a sus características.

Grupos de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm/hr.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplo: suelos migajosos, arenosos ligeros y migajosos limosos. Infiltración básica 4-8 mm/hr.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimento.Comprende suelo someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo; suelos migajosos arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo: suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm/hr.

- **Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno:**

Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno:

Tabla 37. Vegetación y condición hidrológica.

Vegetación	Condición hidrológica
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal.
	En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
	En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados y con algo de crecimiento.
	En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidado sistema de manejo de pastoreo.
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobre pastoreado.
	En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos.
	En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).
Buena> de 75% ; Regular entre 50 y 75% ; Mala < 50%	

- **Uso del suelo**:

Es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por tal motivo se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se entra al cuadro siguiente para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula.

Uso de suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	Curvas numéricas			
			A	B	C	D
En barbecho	Suelo desnudo	-	77	86	91	94
	Residuos de cultivo (RC)	Mala	76	85	90	93
		Buena	74	83	88	90
Suelo en descanso	Surcos rectos	-	77	86	91	94
	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	95	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	60	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	79	86	99

Pastizales, sabana, campos de pastoreo	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva a nivel	Buena	20	35	70	79
Pradera no pastoreada		Buena	30	58	71	78
Bosque arbustivo		Mala	48	67	77	83
		Regular	35	56	70	77
		Buena	30	48	65	73
Bosque ralo con pasto, huerta, árboles frutales		Mala	57	73	82	86
		Regular	43	65	75	82
		Buena	32	58	72	79
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Vegetación herbácea árida o semiárida		Mala		80	87	93
		Regular		71	81	89
		Buena		62	74	85
Vegetación arbustiva de montaña		Mala		66	74	79
		Regular		48	57	63
		Buena		30	41	48
Coníferas y pastos de sotobosque		Mala		75	85	89
		Regular		58	73	80
		Buena		41	61	71
Matorrales del desierto		Mala	63	77	85	85
		Regular	55	72	81	88
		Buena	49	68	79	86
Camino de tierra		Buena	72	82	87	84
Caminos pavimentados		Buena	90	90	90	90

Sin embargo, esta ecuación tiene que ser adaptada para zonas áridas para lo cual se utilizó la modificación al Método de curvas numéricas del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA–SCS adaptado por Hawkins et al 2001 a zonas áridas:

$$Q" = \frac{(P - 0.05S")^2}{P + 0.95S"}$$

(P>0.05s")

Donde S" se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S" = 1.33S^{1.15}$$

Para calcular S se utiliza la ecuación típica antes mencionada:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Sin embargo, para calcular la CN se toma en cuenta la ecuación siguiente, que adapta la curva numérica extraída del cuadro de CN adaptado a condiciones de aridez:

$$CN" = \frac{100}{1.879 * \left[\frac{100}{CN - 1}\right]^{1.15} + 1}$$

Con lo que se obtienen los siguientes resultados. Los resultados que se tomaran en cuenta son los obtenidos con el método USDA-SCS adaptado por Hawkins.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el método USDA-SCS.

Tabla 38. Escurrimiento con el método USDA-SCS

RESULTADOS			
Componente	PREDIO TOTAL		
	ACTUAL	Con remoción	**Unidades**
	Cantidad	Cantidad	
Precipitación	566.90	566.90	mm
Tipo de suelo	C		-
Uso de suelo	En barbecho	-------	-
Cobertura	Mala	Suelo desnudo	-
CN	90	91.00	Adimensional
S	28.22	25.12	Adimensional
Q	534.38	537.83	mm
	0.53	0.54	m
Superficie	1.00	1.00	ha
	10,000.00	10,000.00	m^2
Escurrimiento superficial	5,343.85	5,378.30	m^3/ha/año
Superficie AP	231.9590	231.9590	ha
Escurrimiento en AP	1,239,552.90	1,247,545.02	**m^3/AP/año**

Tabla 39. Resultados obtenidos con el método USDA-SCS adaptado por Hawkins

RESULTADOS CORREGIDOS			
Componente	PREDIO TOTAL		
	ACTUAL	Con remoción	**Unidades**
	Cantidad	Cantidad	
Precipitación	566.90	566.90	mm
Tipo de suelo	C		-
Uso de suelo	En barbecho	-------	-
Cobertura	Mala	Suelo desnudo	-
CN	90.00	91.00	
CN"	31.76	32.04	Adimensional
S	545.71	538.74	
S"	1,949.56	1,920.96	Adimensional
Q"	128.33	129.85	mm
	0.13	0.13	m
Superficie	1.00	1.00	ha
	10,000.00	10,000.00	m^2
Escurrimiento superficial	1,283.26	1,298.51	m^3/ha/año
Superficie AP	231.96	231.96	ha
Escurrimiento en AP	297,664.47	301,199.90	**m^3/AP/año**

- **Infiltración (Inf.)**

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, 1992). En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo. El agua de infiltración que se deduce de la resolución del balance hídrico es aquella que supera la retención superficial y alcanza las capas más profundas del suelo y subsuelo, conectando con el sistema del acuífero; es decir el agua de recarga.
Retomando la Ecuación general del balance hídrico, que dice:

$$P = ETR + ES + I$$

Podemos conocer el valor de la Infiltración con un despeje:

$$P = ETR + ES + I$$
$$I = P - ETR - ES$$

Por lo que los resultados del balance hídrico corregidos quedarían de la siguiente manera.

Resultados del predio				
	Sin Proyecto	Con Proyecto	DIFERENCIA	UNIDAD
Precipitación	1,314,975.47	1,314,975.47	0.00	**m^3/AP/año**
Evapotranspiración	138,477.29	138,477.29	0.00	**m^3/AP/año**
Escurrimiento	297,664.47	301,199.90	-3,535.43	**m^3/AP/año**
Infiltración	878,833.71	875,298.28	3,535.43	**m^3/AP/año**

El balance hídrico permitió caracterizar la distribución de la precipitación entre los principales componentes del ciclo hidrológico dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y evaluar los cambios potenciales asociados con la implementación del proyecto en el Área del Proyecto (AP).

Para el SAR, con una superficie de 19,874.673 ha, se estimó una precipitación total de 112,669,521.24 m³/año, equivalente al 100 % de la entrada de agua al sistema. De este volumen, aproximadamente 11,864,989.47 m³/año (10.53 %) corresponden a evapotranspiración, mientras que 25,504,440.47 m³/año (22.64 %) se distribuyen como escurrimiento superficial y 75,300,091.30 m³/año (66.83 %) corresponden a infiltración.

Los resultados muestran que la infiltración constituye el componente predominante del balance hídrico del SAR, representando aproximadamente dos terceras partes de la precipitación anual estimada. Esto indica que, bajo las condiciones consideradas en el modelo, una proporción importante del agua precipitada presenta potencial de incorporación al suelo, mientras que una fracción menor se pierde mediante evapotranspiración o es movilizada como escurrimiento superficial.

En el AP, con una superficie de 231.959 ha, se estimó una precipitación anual de 1,314,975.47 m³, de la cual 138,477.29 m³/año corresponden a evapotranspiración. Tanto la precipitación como la evapotranspiración permanecen constantes entre los escenarios

sin proyecto y con proyecto, por lo que las modificaciones derivadas de la implementación del proyecto se concentran en la relación entre escurrimiento e infiltración.

En el escenario sin proyecto se estimó un escurrimiento de 297,664.47 m³/año y una infiltración de 878,833.71 m³/año. Para el escenario con proyecto, el escurrimiento aumenta a 301,199.90 m³/año, mientras que la infiltración disminuye a 875,298.28 m³/año. Por lo tanto, el proyecto representa un incremento estimado del escurrimiento de 3,535.43 m³/año y una disminución equivalente de la infiltración.

En términos relativos, el incremento del escurrimiento representa aproximadamente 1.19 % respecto al escurrimiento estimado para el escenario sin proyecto, mientras que la disminución de la infiltración representa aproximadamente 0.40 % respecto a la infiltración del escenario sin proyecto. Asimismo, el volumen de agua que modifica su comportamiento entre ambos componentes equivale aproximadamente al 0.27 % de la precipitación anual estimada para el AP, por lo que el cambio en el balance hídrico resulta reducido en relación con el volumen total de precipitación que recibe el área.

Considerando la escala regional, el AP representa aproximadamente el 1.17 % de la superficie del SAR, por lo que la modificación estimada en los componentes de escurrimiento e infiltración se encuentra espacialmente acotada al área de intervención y representa una proporción reducida respecto al balance hídrico regional. No obstante, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la modificación de la cobertura y las características superficiales del terreno puede favorecer incrementos locales en el escurrimiento y reducir temporalmente la infiltración, particularmente en las áreas donde se desarrollen superficies impermeables o compactadas.

En este sentido, la implementación de medidas de manejo de escorrentías, obras de drenaje adecuadamente dimensionadas, conservación del suelo, reducción de superficies impermeables innecesarias y manejo de las áreas que no formen parte de la infraestructura permanente permitirá controlar el incremento del escurrimiento superficial y favorecer la infiltración del agua de lluvia en las áreas donde las condiciones del proyecto lo permitan.

En conclusión, los resultados del balance hídrico indican que la ejecución del proyecto generará una modificación cuantitativamente limitada en la distribución del agua dentro del AP, manifestada principalmente por un incremento de 3,535.43 m³/año en el escurrimiento y una disminución equivalente en la infiltración. Bajo las condiciones consideradas en el modelo y mediante la aplicación de las medidas de manejo ambiental propuestas, se prevé que estas modificaciones permanezcan acotadas espacialmente y sin representar una alteración significativa del comportamiento hídrico a escala del SAR.

IV.3.2. Medio biótico.

a). Vegetación

i) Usos del suelo y vegetación

Con base a la carta de tipos de uso de suelo y vegetación Serie VII, con escala 1: 250,000 (INEGI, 2021), se contempla en el SAR principalmente el uso de suelo para agricultura de temporal anual y de riego anual (Figura 49), con ocupación de la superficie de 82.46% y 10.76% respectivamente. Así mismo, en el área de proyecto se presenta con mayor superficie destinada para uso agrícola de tipo temporal anual con 70.8 %, seguido por el uso agrícola de riego anual con 29.12% (Tabla 70).

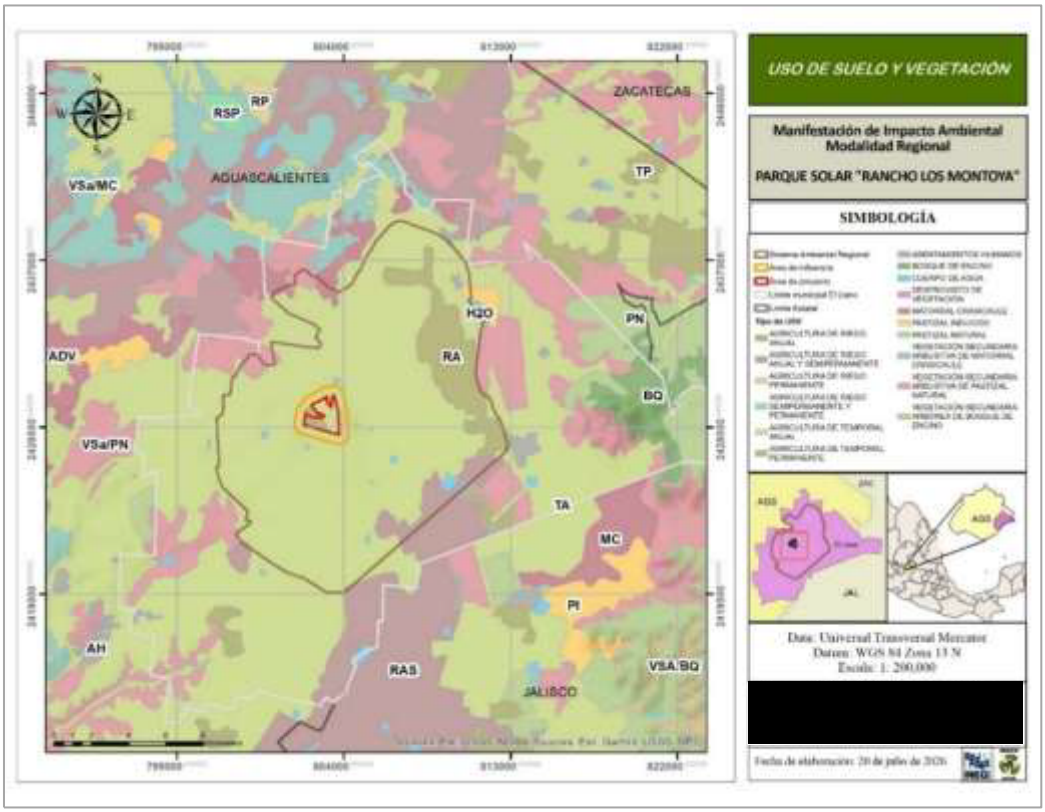


Figura 34. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla 40. Superficie de Uso de suelo en el SAR.

Tipo de Uso de Suelo y Vegetación	Clave	Sistema Ambiental Regional (SAR)		Área de influencia		Área del proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Agricultura de temporal anual	TA	16,389.394	82.46	588.283	85.41	164.416	70.88
Agricultura de riego anual	RA	2,138.434	10.76	100.684	14.59	67.543	29.12
Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	713.923	3.59	_	_	_	_
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	251.048	1.26	_	_	_	_
Cuerpo de agua	H2O	151.914	0.76	-	-	-	-
Matorral crasicaule	MC	131.117	0.66	-	-	-	-
Asentamientos humanos	AH	65.075	0.33	-	-	-	-
Pastizal inducido	PI	31.849	0.16	-	-	-	-
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	VSa/MC	1.919	0.01	-	-	-	-
Total	-	19,874.673	100	689.979	100	231.959	100

La vegetación secundaria arbustiva de pastizal, representa la principal cobertura vegetal natural en el SA con 1.26% de la superficie (Tabla 70). Esta vegetación tiene utilidad principalmente para fines pecuarios como forraje, que incluyen especies como el zacatón (*Muhlenbergia sp.*), navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate amarillo (*Andropogon, sp*) y zacate

tres barbas (*Aristida sp.*). Así mismo, se encuentra matorral crasicaule con ocupación de 0.66% (Tabla 70), donde las especies predominantes son nopales (*Opuntia spp*.), uña de gato (*Mimosa monancistra*), huizache (*Acacia spp*), biznaga (*Mammillaria sp*.), vara dulce (*Eysenhardita sp.)* y Mezquite (*Prosopis laevigata*). En áreas aledañas, se tiene la presencia de la especie *Quercus grisea*. (INEGI, 2006).

Los tipos de vegetación identificados en el Sistema Ambiental Regional, corresponden principalmente a comunidades arbóreas, arbustivas, cactáceas, herbáceas, las cuales se encuentran distribuidas de acuerdo a las condiciones ambientales y edáficas y topográficas de la zona. Así mismo, se identificaron diversas especies representativas de cada cobertura vegetal permitiendo reconocer la composición y estructura de tales comunidades en el área del proyecto.

ii) Metodología de muestreo y estimación de diversidad, importancia y dominancia de las especies.

El método de muestreo empleado fue de tipo aleatorio simple, el cual permitió obtener una mejor distribución de los puntos de muestreo. Dentro del área del SAR, se estableció un total de 30 puntos de muestreo, de los cuales 12 corresponden al área del proyecto (Fig 51). En el área del proyecto, el muestreo se realizó en dos zonas para una caracterización más específica: la zona de vegetación natural, donde se efectuaron 12 levantamientos, y la zona de pradera 6 con levantamientos (Figura 50).

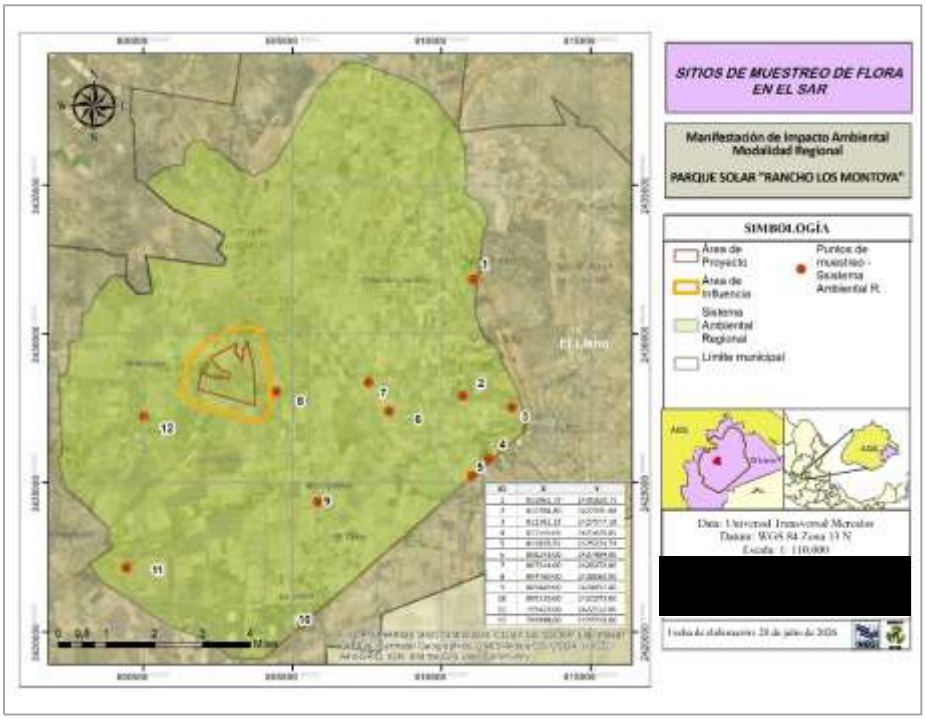


Figura 35.Puntos de Muestreo de vegetación en el Sistema Regional Ambiental.

Tabla 41. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de vegetación en el SAR.

Puntos de vegetación-SAR		
ID	X	Y
1	811061.79	2431820.71
2	810704.80	2427931.68
3	812361.15	2427547.18
4	811595.05	2425820.85
5	811015.51	2425234.74
6	808243.00	2427404.00
7	807544.00	2428372.00
8	804460.00	2428060.00
9	805849.00	2424357.00
10	805330.00	2420273.00
11	799423.00	2422152.00
12	799998.00	2427240.00

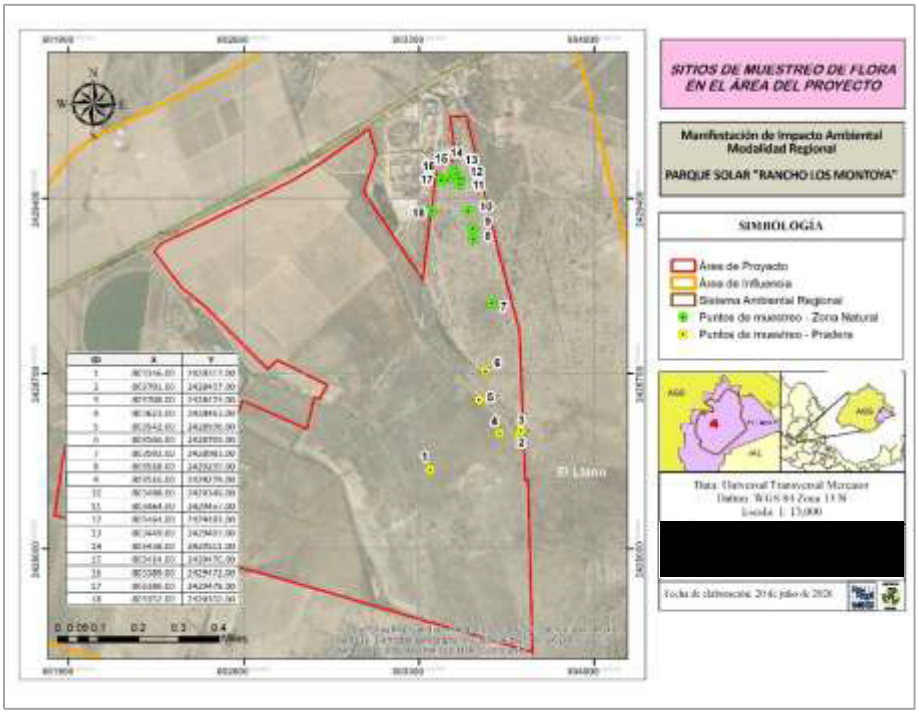


Figura 36. Puntos de Muestreo de vegetación en el Área del proyecto.

Tabla 42. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de vegetación dentro del AP.

Puntos de vegetación-AP		
ID	X	Y
1	803346.00	2428317.00
2	803701.00	2428457.00
3	803708.00	2428474.00
4	803623.00	2428463.00
5	803542.00	2428596.00
6	803566.00	2428709.00
7	803592.00	2428983.00
8	803518.00	2429239.00

9	803516.00	2429279.00
10	803498.00	2429349.00
11	803464.00	2429457.00
12	803464.00	2429483.00
13	803449.00	2429497.00
14	803438.00	2429511.00
15	803414.00	2429476.00
16	803389.00	2429472.00
17	803386.00	2429478.00
18	803352.00	2429350.00

iii) Análisis cuantitativos

Para caracterizar la vegetación con base en la información obtenida durante los muestreos de campo, se realizarán análisis cuantitativos mediante el cálculo de índices de riqueza y diversidad. Estos permitirán determinar la composición de especies y conocer la distribución de su abundancia dentro de las comunidades vegetales evaluadas. Asimismo, la comparación de los resultados entre los distintos sitios de muestreo permitirá identificar diferencias en la composición y estructura de la vegetación, así como reconocer posibles variaciones en la diversidad y las condiciones de las comunidades estudiadas.

iv) Parámetros ecológicos

Frecuencia, dominancia y densidad relativa

Los parámetros ecológicos frecuencia, dominancia y densidad relativas, son necesarios para estimar el valor de importancia ecológica de las especies observadas (Franco et al., 1989).

Tabla 43. Fórmulas de índices de frecuencia, dominancia y abundancia de especies.

Frecuencia (Fr)	$\boldsymbol{Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100}$	• Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie, • Ft = Número total de sitios de muestreo.
Dominancia (Dr)	$\boldsymbol{Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100}$	• ABi = área basal de la especie i • ABT = área basal de todas las especies.
Abundancia (Ar)	$\boldsymbol{Ar = \frac{NAi}{NAT} * 100}$	• NAi = número de árboles de la especie i • NAT = número de árboles de las especies presentes.

Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria

de la frecuencia relativa (Fr), la abundancia relativa (Ar) y la dominancia relativa (Dr) (Campo y Duval, 2014):

$$\boldsymbol{IVI = Ar + Dr + Fr}$$

Riqueza específica

La riqueza específica (S) se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad. **Riqueza específica (S) =** Número total de especies obtenido por muestreo.

Índice de riqueza de especies de Margalef

El índice de Margalef, es un indicador de riqueza de especies que relaciona el número de especies presentes con el número total de individuos muestreados, donde S es el número de especies y N el número total de individuos, Un valor alto de DMg mayor a 4, indica una mayor riqueza de especies, mientras que un valor bajo o menor a 2, representa una menor riqueza; por ello, permite comparar la diversidad biológica entre diferentes sitios o muestras.

$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$	Dónde: S = Número de especies recolectadas en una muestra N= Número total de individuos sumando todos los de las S especies Ln= Es el Logaritmo Natural.

Índice de Riqueza de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Esté se calcula a partir de la siguiente ecuación (Shannon et al., 1949):

$H = -\sum pi(\ln pi)$ $pi = ni/N$	Dónde: ni = frecuencia de cada especie en una muestra N = número total de individuos en esa muestra.

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Índice de diversidad de Simpson (D)

El índice de diversidad manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – D (Lande, 1996)

$D = \sum \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}$	Dónde: ni es el número de individuos de la i- ésima especie y N es el número total de individuos.

Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1-1/S] (Simpson, 1949) o dicho de otra forma:

Cuanto más se acerca el valor de D a 1, menor es la diversidad del hábitat y cuanto más se acerca el valor de D a 0, mayor es la diversidad del hábitat.

Es decir, cuanto mayor es el valor de D, menor es la diversidad. Esto no es fácil de interpretar de manera intuitiva y podría generar confusión, razón por la cual se llegó al consenso de restar el valor de D a 1, quedando de la siguiente manera: 1- D. En este caso, el índice representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a diferentes especies.

Equidad de Pielou (J')

La equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$J' = \frac{H'}{H'max}$	Dónde: H': Índice de Shannon H'max: Ln(S)

v) Caracterización y análisis de diversidad de la vegetación

A partir del muestreo en campo, se registraron 43 especies en las áreas analizadas del proyecto (Sistema Ambiental Regional (SAR) y Área del proyecto (AP)) (Tabla 74). La mayor frecuencia de especies registradas correspondió a la familia Asteraceae con el 20.93%, seguido de Poaceae con 16.28% y Fabaceae con 11.63%. Ninguna de las especies identificadas se encuentra bajo una categoría de riesgo establecida en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Tabla 44. Especies vegetales registradas en el SAR y AP.

ID	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato	Origen	Estatus			Presencia	
						NOM 059	UICN	CITES	SAR	AP
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	Arbórea	Nativa	-	LC	-	X	X

2	Flor de muerto	*Adenophyllum cancellatum*	Asteraceae	Herbácea	Endémica	-	LC	-	X	X
3	Maguey Americano	*Agave Americana*	Asparagaceae	Arbustiva	Nativa	-	LC	-	X	
4	Maguey	*Agave salmiana*	Asparagaceae	Arbustiva	Endémica	-	LC	-	X	
5	Pinillo	*Asclepias linaria*	Apocynaceae	Arbustiva	Nativa	-	LC	-	X	
6	Navajita	*Bouteloua gracilis*	Poaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	X
7	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	Rubiaceae	Arbustiva	Endémica	-	LC	-	X	X
8	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	Rubiaceae	Arbustiva	Nativa	-	LC	-		X
9	Brickela	*Brickellia veronicifolia*	Asteraceae	Arbustiva	Endémica	-	LC	-	X	
10	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	Poaceae	Herbácea	Introducida	-	LC	-	X	X
11	Abrojo	*Cenchrus echinatus*	Poaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	
12	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	Cactaceae	Cactácea	Endémica	-	LC	II	X	X
13	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Cactaceae	Cactácea	Nativa	-	LC	II	X	
14	Grama	*Cynodon dactylon*	Poaceae	Herbácea	Introducida	-	LC	-		X
15	Dalea	*Dalea polygonoides*	Fabaceae	Herbácea	Endémica	-	NE	-	X	X
16	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	Convolvulaceae	Herbácea	Nativa	-	NE	-	X	X
17	Pata de gallo	*Digitaria sanguinalis*	Poaceae	Herbácea	Introducida	-	LC	-		X
18	Flamenco	*Dissodia popposa*	Asteraceae	Herbácea	Nativa	-	NE	-	X	X
19	Eryngo	*Eryngium heterophyllum*	Apiaceae	Herbácea	Endémica	-	LC	-	X	
20	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	Euphorbiaceae	Herbácea	Endémica	-	NE	-	X	X
21	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	Fabaceae	Arbustiva	Nativa	-	LC	-	X	X
22	Arnica	*Heterotheca inuloides*	Asteraceae	Herbácea	Endémica	-	LC	-	X	
23	Pasto	*Hilaria mutica*	Poaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-		X
24	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	Euphorbiaceae	Arbustiva	Endémica	-	LC	-	X	X
25	Malva	*Malva parviflora*	Malvaceae	Herbácea	Introducida	-	LC	-	X	
26	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	Cactaceae	Cactácea	Endémica	-	LC	II	X	X
27	Pasto rosa	*Melinis repens*	Poaceae	Herbácea	Introducida	-	LC	-	X	
28	Azucena	*Milla biflora*	Asparagaceae	Herbácea	Endémica	-	NE	-	X	
29	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	Fabaceae	Arbustiva	Endémica	-	NE	-	X	X
30	Nopal	*Opuntia streptacantha*	Cactaceae	Cactácea	Endémica	-	LC	II	X	X
31	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	Portulacaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	X

32	Mezquite	*Prosopis laevigata*	Fabaceae	Arbórea	Endémica	-	LC	-	X	X
33	Helecho	*Pteridium aquilinum*	Dennstaedtiaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-		X
34	Ojo de pollo	*Sanvitalia procumbens*	Asteraceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	
35	Pirul	*Schinus molle*	Anacardiaceae	Arbórea	Introducida	-	LC	-	X	X
36	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	Asteraceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	X
37	Pera	*Solanum elaeagnifolium*	Solanaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	
38	Mala mujer	*Solanum rostratum*	Solanaceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-	X	
39	Suculenta	*Talinopsis frutescens*	Anacampserotaceae	Herbácea	Nativa	-	NE	-		X
40	Vara blanca	*Verbesina serrata*	Asteraceae	Arbustiva	Nativa	-	LC	-	X	X
41	Yuca	*Yucca filifera*	Asparagaceae	Arbórea	Endémica	-	LC	-	X	X
42	Gigantón	*Zaluzania augusta*	Asteraceae	Arbustiva	Endémica	-	NE	-	X	X
43	Flor roja	*Zinnia peruvian*	Asteraceae	Herbácea	Nativa	-	LC	-		X

Área del Proyecto

a) Zona de vegetación natural - Matorral crasicaule

❖ Estrato arbóreo

- **Densidad de vegetación**

En la zona de vegetación natural del proyecto se identificaron cuatro especies pertenecientes al estrato arbustivo, registrando un total de 95 individuos por hectárea, donde la especie de mayor número de individuos fue *Acacia farnesiana* con 87 individuos y con menor número la especie *Yucca filifera* con 2 individuos.

Tabla 45. Densidad de especies arbóreas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	87
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	3
3	Pirul	*Schinus molle*	3
4	Yuca	*Yucca filifera*	2
TOTAL			**95**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

Las especies de mayor importancia ecológica por su parte fueron: *Acacia farnesiana,* con el mayor índice de valor de importancia de 147.87% así como una alta densidad relativa de 91.23% y frecuencia relativa de 52.63%; *Yucca filifera* presentó un IVI de 67.17%; y la especie Schinus molle (Tabla 76).

Tabla 46. Valores del índice de valor de importancia de especies arbóreas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	52.63	91.23	4.01	147.87	1
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	21.05	3.51	16.04	40.60	4
3	Pirul	*Schinus molle*	15.79	3.51	25.06	44.36	3
4	Yuca	*Yucca filifera*	10.53	1.75	54.89	67.17	2
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

En la siguiente tabla, se muestran los datos de composición y parámetros para la obtención de índices de diversidad, abundancia y equitatividad de individuos registrados en el estrato arbóreo, perteneciente a la zona de vegetación natural. (Tabla 77).

Tabla 47. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbóreo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	87	0.91	-0.09	-0.0838	0.8323
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	3	0.04	-3.35	-0.1175	0.0012
3	Pirul	*Schinus molle*	3	0.04	-3.35	-0.1175	0.0012
4	Yuca	*Yucca filifera*	2	0.02	-4.04	-0.0709	0.0003
N			95	1	-11	-0.39	0.84

Los resultados obtenidos para el estrato arbóreo (Tabla 78) indican que la riqueza específica (DMg = 0.66) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica de acuerdo a los criterios del índice de Margalef.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.39) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad relativamente baja. Comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.39), se observa una diferencia de 1.00, valor debajo de la máxima, lo que indica que los individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes.

Por su parte, el índice de Simpson (DSi = 0.84), presenta un valor cercano a 1, el cual indica mayor dominancia de una especie, en este caso *Acacia farnesiana*. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.28), se encuentra del intervalo de 0 a 1 con y lejano a 1, por lo que evidencia una baja equidad.

Tabla 48. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbóreo en la zona de vegetación natural.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.66
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	0.39
Simpson: *DSi= ∑Pi^2*	0.84
Riqueza S	4.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	0.39
H max *(Ln S)*	1.39
Equidad J *(H´/H máx)*	0.28
H max - H calculada	1.00
ln(N)	**4.55**

❖ Estrato arbustivo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato arbustivo de la zona de vegetación natural, se identificaron siete especies y 1,929 individuos, de los cuales la especie *Jatropha dioica* tuvo mayor número de individuos con valor de 1,312, seguido de la especie *Mimosa monancistra* y *Bouvardia glabra* con 316 y 221 respectivamente. En cuanto al menor número de registro, de la especie *Verbesina serrata* solo se reportaron dos individuos (Tabla 79).

Tabla 49. Densidad de especies arbustivas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	316
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	1,312
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	221
4	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	12
5	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	45
6	Vara blanca	*Verbesina serrata*	2
7	Gigantón	*Zaluzania augusta*	23
TOTAL			**1,929**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

El primer lugar de importancia resultó ser la especie *Eysenhardtia polystachya* con el IVI de 113.36% y de mayor dominancia relativa con 98%, seguido de la especie *Jatropha dioica* con 91.55% de IVI y mayor densidad relativa con 67.99%; y en tercer lugar *Mimosa monancistra* con 40.02% de IVI (Tabla 80).

Tabla 50. Valores del índice de valor de importancia de especies arbustivas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	23.40	16.37	0.25	40.02	3
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	23.40	67.99	0.16	91.55	2
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	19.15	11.45	0.16	30.75	4
4	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	8.51	0.60	0.04	9.15	6
5	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	12.77	2.33	98.26	113.36	1
6	Vara blanca	*Verbesina serrata*	4.26	0.09	0.16	4.50	7
7	Gigantón	*Zaluzania augusta*	8.51	1.17	0.98	10.66	5
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

La siguiente tabla, muestra los datos de composición y parámetros para la obtención de índices de diversidad, abundancia y equitatividad de especies en el estrato arbustivo de la zona de vegetación natural. (Tabla 81).

Tabla 51. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbustivo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi²
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	316	0.16	-1.81	-0.2963	0.0268
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	1312	0.68	-0.39	-0.2623	0.4623
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	221	0.11	-2.17	-0.2481	0.0131
4	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	12	0.01	-5.11	-0.0309	0.0000
5	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	45	0.02	-3.76	-0.0877	0.0005
6	Vara blanca	*Verbesina serrata*	2	0.00	-7.05	-0.0061	0.0000
7	Gigantón	*Zaluzania augusta*	23	0.01	-4.45	-0.0519	0.0001
N			**1929**	**1**	**-25**	**-0.98**	**0.50**

Los resultados obtenidos para el estrato arbustivo (Tabla 82) indican que la riqueza específica (DMg = 0.79) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica de acuerdo a los criterios del índice de Margalef.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.98) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad baja. Comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.95), se observa una diferencia de 0.97, por lo que se encuentra por debajo de la máxima, indicando su distribución de forma irregular.

Por su parte, el índice de Simpson (DSi = 0.50), indica una dominancia moderada de la comunidad vegetal. Al igual que el índice de equidad de Pielou (J=0.50), se evidencia una equidad moderada.

Tabla 52. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbustivo en la zona de vegetación natural.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.79
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	0.98
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.50
Riqueza S	7.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	0.98
H max *(Ln S)*	1.95
Equidad J *(H´/H máx)*	0.50
H max - H calculada	0.97
ln(N)	**7.56**

❖ Estrato cactáceo

- **Densidad de vegetación**

Entre las cactáceas, se identificaron tres especies con un registro total de 365 individuos, de los cuales predominó la especie *Opuntia streptacantha* con 278 individuos, seguido de *Mammillaria heyderi* con 85 individuos y en menor cantidad la especie *Coryphantha ottonis* con dos individuos (Tabla 83).

Tabla 53. Densidad de especies cactáceas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	278
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	2
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	85

TOTAL	**365**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

La especie *Opuntia streptacantha* obtuvo el mayor porcentaje del índice de valor de importancia (IVI) con un porcentaje de 175.89%, con densidad relativa de 76.25% y frecuencia relativa de 54.55%. Posteriormente la especie con mayor IVI fue *Mammillaria heyderi* con 104.74% y *Coryphantha ottonis* con un porcentaje de 19% (Tabla 84).

Tabla 54. Valores del índice de valor de importancia de especies cactáceas en la zona de vegetación natural. .

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	54.55	76.25	45.09	175.89	1
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	9.09	0.45	9.82	19.37	3
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	36.36	23.28	45.09	104.74	2
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

De la misma forma, de la comunidad de las cactáceas se obtuvieron los datos y parámetros para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad en la zona de vegetación natural (Tabla 85).

Tabla 55. Composición y parámetros de diversidad del estrato cactáceo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	278	0.7626	-0.2711	-0.2067	0.5815
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	2	0.0046	-5.3891	-0.0246	0.0000
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	85	0.2329	-1.4572	-0.3394	0.0542
N			365.00	1.00	-7.12	-0.57	0.64

Los resultados obtenidos para el estrato cactáceo (Tabla 86) indican que la riqueza específica (DMg = 0.34) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica de acuerdo a los criterios del índice de Margalef.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.57) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad baja. Comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.10), se observa una diferencia de 0.53, por lo que se encuentra por debajo de la máxima, indicando su distribución de forma irregular.

El índice de Simpson (DSi = 0.64), indica una dominancia alta, en particular de la especie *Opuntia streptacantha.* Al igual que el índice de equidad de Pielou (J=0.52), mostró una alta equidad en la comunidad vegetal.

Tabla 56. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato cactáceo en la zona de vegetación natural

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/In(N)*	0.34
Shanoon: *H´= - ∑ In Pi(Pi)*	0.57
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.64
Riqueza S	3.00
H´Calculada *(- ∑ In Pi(Pi))*	0.57
H max *(Ln S)*	1.10
Equidad J *(H´/H máx)*	0.52
H max - H calculada	0.53
In(N)	**5.90**

❖ Estrato herbáceo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato herbáceo se identificaron quince especies, con un registro total de 178,333 individuos por hectárea, de los cuales se obtuvo un mayor registro de la especie *Dissodia popposa* con 45,833 individuos, seguido de *Hilaria mutica* con 37,500 individuos y *Bouteloua gracilis* con 30,833 individuos. La especie con menor cantidad de registros de la comunidad vegetal fue *Simsia amplexicaulis* con un solo individuo (Tabla 87).

Tabla 57. Densidad de especies herbáceas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Pasto	*Hilaria mutica*	37,500
2	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	1,4167
3	Suculenta	*Talinopsis frutescens*	3,333
4	Navajita	*Bouteloua gracilis*	30,833
5	Flamenco	*Dissodia popposa*	45,833
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	1,4167
7	Helecho	*Pteridium aquilinum*	1,667
8	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	7,500
9	Grama	*Cynodon dactylon*	2,500
10	Dalea	*Dalea polygonoides*	10,833
11	Flor roja	*Peruvian zinnia*	1,667
12	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	833
13	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	3,333
14	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	2,500
15	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1,667
TOTAL			**178,333**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

Las especies de mayor importancia ecológica pertenecientes al estrato herbáceo de la zona de vegetación natural fueron: *Bouteloua gracilis* con IVI de 52.01%, con mayor frecuencia de 21.43 % y densidad relativa con 25.70%; *Pteridium aquilinum* con 38%; y *Talinopsis frutescens* con 34.07% de IVI (Tabla 88).

Tabla 58. Valores del índice de valor de importancia de especies herbáceas en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Pasto	*Hilaria mutica*	7.14	7.94	4.88	19.96	6
2	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	7.14	1.87	10.98	19.99	5
3	Suculenta	*Talinopsis frutescens*	11.90	17.29	4.88	34.07	3
4	Navajita	*Bouteloua gracilis*	21.43	25.70	4.88	52.01	1
5	Flamenco	*Dissodia popposa*	4.76	7.94	4.88	17.58	7
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	4.76	0.93	10.98	16.67	8
7	Helecho	*Pteridium aquilinum*	14.29	4.21	19.51	38.00	2
8	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	2.38	1.40	4.88	8.66	11
9	Grama	*Cynodon dactylon*	4.76	6.07	4.88	15.71	9
10	Dalea	*Dalea polygonoides*	2.38	0.93	4.88	8.19	13
11	Flor roja	*Peruvian zinnia*	2.38	0.47	4.88	7.73	15
12	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	7.14	1.87	4.88	13.89	10
13	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	2.38	1.40	4.88	8.66	11
14	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	2.38	0.93	4.88	8.19	13
15	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	4.76	21.03	4.88	30.67	4
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

Del estrato herbáceo, se obtuvieron los siguientes datos y parámetros para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad en la zona de vegetación natural (Tabla 89).

Tabla 59. Composición y parámetros de diversidad del estrato herbáceo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Pasto	*Hilaria mutica*	37,500	0.21	-1.56	-0.3279	0.0442
2	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	14,167	0.08	-2.53	-0.2012	0.0063
3	Suculenta	*Talinopsis frutescens*	3,333	0.02	-3.98	-0.0744	0.0003
4	Navajita	*Bouteloua gracilis*	30,833	0.17	-1.76	-0.3034	0.0299
5	Flamenco	*Dissodia popposa*	45,833	0.26	-1.36	-0.3492	0.0661
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	14,167	0.08	-2.53	-0.2012	0.0063
7	Helecho	*Pteridium aquilinum*	1,667	0.01	-4.67	-0.0437	0.0001
8	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	7,500	0.04	-3.17	-0.1333	0.0018
9	Grama	*Cynodon dactylon*	2,500	0.01	-4.27	-0.0598	0.0002
10	Dalea	*Dalea polygonoides*	10,833	0.06	-2.80	-0.1702	0.0037
11	Flor roja	*Peruvian zinnia*	1,667	0.01	-4.67	-0.0437	0.0001
12	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	833	0.00	-5.37	-0.0251	0.0000
13	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	3,333	0.02	-3.98	-0.0744	0.0003
14	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	2,500	0.01	-4.27	-0.0598	0.0002
15	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1,667	0.01	-4.67	-0.0437	0.0001
N			**178,333**	**1**	**-52**	**-2**	**0.16**

El índice de Margalef para el estrato herbáceo (Tabla 90) indica una baja riqueza específica (DMg = 1.16) debido a que presenta un valor por debajo de 2. El índice de Shannon–Wiener (H´= 2.11) indica una diversidad alta de especies; comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 0.60), se encuentra por encima del calor máximo.

En cuanto al índice de Simpson (DSi = 0.16), indica una baja dominancia de especies, Por otra parte, el índice de equidad de Pielou (J=1.00), mostró una alta equidad en la comunidad vegetal.

Tabla 60. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato herbáceo en la zona de vegetación natural.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	1.16
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	2.11
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.16
Riqueza S	15.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	2.11
H max *(Ln S)*	2.11
Equidad J *(H´/H máx)*	1.00
H max - H calculada	0.60
ln(N)	12.09

b) Pradera - Matorral crasicaule

❖ Estrato arbóreo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato arbóreo de la zona de pradera en el área del proyecto, se identificaron dos especies, con un registro total de 27 individuos por hectárea, la especie *Acacia farnesiana* con 20 individuos y *Prosopis laevigata* con 7 individuos (Tabla 91).

Tabla 61. Densidad de especies arbóreo en la zona de pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	20
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	7
TOTAL			**27**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

El área muestreada y determinada como pradera dentro del área de estudio, se registraron dos especies pertenecientes al estrato arbóreo, con mayor IVI de la especie *Acacia farnesiana* con 166.43% y *Prosopis laevigata* con 133.57% (Tabla 92).

Tabla 62. Valores del índice de valor de importancia de especies arbóreas en la pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	71.43	75	20	166.43	1

2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	28.57	25	80	133.57	2
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

A partir de la composición y parámetros obtenidos (Tabla 93), se evaluó los diferentes índices ecológicos para el estrato arbóreo en la zona de vegetación natural.

Tabla 63. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbóreo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi²
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	20	0.7500	-0.2877	-0.2158	0.5625
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	6.7	0.2500	-1.3863	-0.3466	0.0625
N			**27**	**1.00**	**-1.67**	**-0.56**	**0.63**

Los resultados obtenidos para el estrato arbóreo (Tabla 94) indican que la riqueza específica (DMg = 0.30) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una muy baja riqueza específica de acuerdo a los criterios del índice de Margalef.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.56) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad relativamente baja, ya que comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 0.69), se observa una diferencia de 0.13, valor debajo de la máxima, lo que indica que los individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes.

Por su parte, el índice de Simpson (DSi = 0.63), presenta un valor cercano a 1, el cual indica mayor dominancia, en este caso la especie *Acacia farnesiana*. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.81), se encuentra del intervalo de 0 a 1 con y cercano a 1, por lo que evidencia una alta equidad.

Tabla 64. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbóreo en la zona de matorral.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.30
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	0.56
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.63
Riqueza S	2.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	0.56
H max *(Ln S)*	0.69
Equidad J *(H´/H máx)*	0.81
H max - H calculada	0.13
ln(N)	**3.28**

❖ Estrato arbustivo

- **Densidad de vegetación**

Del estrato arbustivo correspondiente a la zona de pradera, se identificaron cuatro especies representativas y un total de 17 individuos por hectárea. La especie *Mimosa monancistra* tuvo mayores registros con 8 individuos, seguido de *Bouvardia glabra* y *Bouvardia Ternifolia* ambos con tres registros y *Eysenhardtia polystachya* con dos registros.

Tabla 65. Densidad de especies arbustiva en la zona de pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	8
2	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	3
3	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	3
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	2
TOTAL			**17**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

La especie *Eysenhardtia polystachya* se consideró de mayor importancia en la comunidad vegetal con el valor más alto de IVI de 126.11%, así como la especie de mayor dominancia relativa con 99.44%, seguido de la especie *Mimosa monancistra* con 100.36% de IVI y mayor frecuencia y densidad relativa con 50%; y en menor porcentaje *Bouvardia glabra* con 36.86% y *Bouvardia Ternifolia* con 36.71% de IVI (Tabla 96).

Tabla 66. Valores del índice de valor de importancia de especies arbustivas en la pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	50	50	0.36	100.36	2
2	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	16.67	20	0.16	36.83	3
3	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	16.67	20	0.04	36.71	4
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	16.67	10	99.44	126.11	1
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica.**

A partir de la composición y parámetros obtenidos (Tabla 97), se evaluó los diferentes índices ecológicos para el estrato arbustivo en la zona de vegetación natural.

Tabla 67. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbustivo en la zona de vegetación natural

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	8	0.5000	-0.6931	-0.3466	0.2500
2	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	3	0.2000	-1.6094	-0.3219	0.0400
3	Flor naranja	*Bouvardia Ternifolia*	3	0.2000	-1.6094	-0.3219	0.0400
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	2	0.1000	-2.3026	-0.2303	0.0100
N			**17**	**1**	**-6**	**-1**	**0.34**

El índice de Margalef para el estrato arbustivo (Tabla 98) indica que la riqueza específica (DMg = 1.07) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 1.22) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad baja y comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.39), se observa una diferencia de 0.17, valor debajo de la máxima, lo que indica que los

individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes en la zona.

Por su parte, el índice de Simpson (DSi = 0.34), presenta un valor lejano a 1, el cual indica menor dominancia de especies. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.88), se encuentra en el intervalo de 0 a 1 con y cercano a 1, presentando una mayor equidad de especies en la comunidad vegetal.

Tabla 68. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbustivo en la zona de vegetación natural.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	1.07
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	1.22
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.34
Riqueza S	4.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	1.22
H max *(Ln S)*	1.39
Equidad J *(H´/H máx)*	0.88
H max - H calculada	0.17
ln(N)	**2.81**

❖ Estrato cactáceo

- **Densidad de vegetación**

Entre las cactáceas, se identificaron tres especies representativas y un total de 228 individuos por hectárea. La especie *Opuntia streptacantha* tuvo mayores registros con 208 individuos, seguido de *Coryphantha ottonis* y *Mammillaria heyderi* con doce y ocho registros respectivamente.

Tabla 69. Densidad de especies cactáceas en la zona de pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	208
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	12
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	8
TOTAL			**228**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

La especie *Opuntia streptacantha* obtuvo el nivel más alto de IVI con el 182.48%, así como la densidad relativa de 91.24% y frecuencia relativa de 46. 15%; posteriormente la especie *Mammillaria heyderi* obtuvo un porcentaje de 71.82% y *Coryphantha ottonis* de 45.70% de IVI (Tabla 100).

Tabla 70. Valores del índice de valor de importancia de especies cactáceas en la Pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	46.15	91.24	45.09	182.48	1
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	30.77	5.11	9.82	45.70	3
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	23.08	3.65	45.09	71.82	2
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

Para el estrato cactáceo en la zona de vegetación natural, se obtuvieron los datos y parámetros y se evaluaron los diferentes índices ecológicos (Tabla 101).

Tabla 71. Composición y parámetros de diversidad del estrato cactáceo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	208	0.9124	-0.0917	-0.0836	0.8325
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	12	0.0511	-2.9741	-0.1520	0.0026
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	8	0.0365	-3.3105	-0.1208	0.0013
N			**228**	**1.00**	**-6.38**	**-0.36**	**0.84**

El índice de Margalef para el estrato arbustivo (Tabla 102) indica que la riqueza específica (DMg = 0.37) corresponde a una muy baja riqueza específica. El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.36) también se presenta una diversidad baja, comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.10), se observa una diferencia de 0.74, valor debajo de la máxima, lo que indica que los individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes en la zona.

El índice de Simpson (DSi = 0.84), presenta un valor cercano a 1, el cual indica mayor dominancia, en este caso la especie *Opuntia streptacantha*. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.33), presentó un valor muy alejado a 1, presentando una menor equidad de especies en la comunidad vegetal.

Tabla 72. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato cactáceo en la zona de vegetación natural

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.37
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	0.36
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.84
Riqueza S	3.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	0.36
H max *(Ln S)*	1.10
Equidad J *(H´/H máx)*	0.33
H max - H calculada	0.74
ln(N)	**5.43**

❖ Estrato herbáceo

- **Densidad de vegetación**

Del estrato herbáceo se identificaron seis especies y un total de 171,667 individuos por hectárea. La especie *Dissodia popposa* tuvo mayores registros con 71,667 individuos, seguido de *Adenophyllum cancellatum* con 43,333 individuos y *Bouteloua gracilis* con 21,667 individuos.

Tabla 73. Densidad de especies herbáceas en la zona de pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	43,333
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	71,667
3	Navajita	*Bouteloua gracilis*	21,667

4	Grama	*Cynodon dactylon*	11,667
5	Pata de gallo	*Digitaria sanguinalis*	13,333
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	10,000
TOTAL			**171,667**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

Las especies de mayor importancia ecológica fueron: *Dissodia popposa* con IVI de 82.86%, con frecuencia relativa de 30% y densidad relativa con 41.75%; *Cynodon dactylon* con 66.24% y mayor dominancia con 44.44%; y *Adenophyllum cancellatum* con 61.35% de IVI (Tabla 104).

Tabla 74. Valores del índice de valor de importancia de especies herbáceas en la Pradera.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	25	25.24	11.11	61.35	3
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	30	41.75	11.11	82.86	1
3	Navajita	*Bouteloua gracilis*	20	12.62	11.11	43.73	4
4	Grama	*Cynodon dactylon*	15	6.80	44.44	66.24	2
5	Pata de gallo	*Digitaria sanguinalis*	5	7.77	11.11	23.88	5
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	5	5.83	11.11	21.94	6
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

Para el estrato herbáceo en la zona de vegetación natural, se obtuvieron los parámetros y se evaluaron los diferentes índices ecológicos (Tabla 105).

Tabla 75. Composición y parámetros de diversidad del estrato cactáceo en la zona de vegetación natural.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Flor muerto	*Adenophyllum cancellatum*	43333	0.2524	-1.3766	-0.3475	0.0637
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	71667	0.4175	-0.8735	-0.3647	0.1743
3	Navajita	*Bouteloua gracilis*	21667	0.1262	-2.0698	-0.2612	0.0159
4	Grama	*Cynodon dactylon*	11667	0.0680	-2.6888	-0.1827	0.0046
5	Pata de gallo	*Digitaria sanguinalis*	13333	0.0777	-2.5553	-0.1985	0.0060
6	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	10000	0.0583	-2.8430	-0.1656	0.0034
N			**171667**	**1.00**	**-12.41**	**-1.52**	**0.27**

El índice de Margalef para el estrato arbustivo (Tabla 106) indica que la riqueza específica (DMg = 0.41) corresponde a una muy baja riqueza específica. El índice de Shannon–Wiener (H´= 1.52) también se presenta una diversidad baja, comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.79), se observa una diferencia de 0.27, valor debajo de la máxima, lo que indica que los individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes en la zona.

El índice de Simpson (DSi = 0.27), presenta un valor lejano a 1, el cual indica una menor dominancia de especies. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.85), presentó un

valor cercano a 1, presentando una mayor equidad de especies en el estrato herbáceo correspondiente a la zona de pradera.

Tabla 76. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato herbáceo en la zona de vegetación natural

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.41
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	1.52
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.27
Riqueza S	6.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	1.52
H max *(Ln S)*	1.79
Equidad J *(H´/H máx)*	0.85
H max - H calculada	0.27
ln(N)	**12.05**

Sistema Ambiental Regional

Sistema Ambiental Regional (SAR) - Matorral crasicaule

❖ Estrato arbóreo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato arbóreo del SAR se identificaron cuatro especies y 53 individuos por hectárea con mayor registro de la especie *Prosopis laevigata* con 22 individuos, seguido de *Acacia farnesiana* con 27 individuos, y en menores cantidades *Schinus molle* con 3 individuos y *Yucca filifera* con 2 individuos (Tabla 107).

Tabla 77. Densidad de especies arbóreas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Mezquite	*Prosopis laevigata*	22
2	Huizache	*Acacia farnesiana*	27
3	Pirul	*Schinus molle*	3
4	Yuca	*Yucca filifera*	2
TOTAL			**53**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

De las cuatro especies identificadas, *Prosopis laevigata* presentó el mayor índice de valor de importancia (IVI) con 90.82%, debido a su alta densidad relativa (50.79%) y frecuencia relativa (42.11%) seguido por *Acacia farnesiana* con IVI del 86.45%, con densidad relativa de 41.27% y frecuencia relativa de 42.11% (Tabla 108).

Estos resultados indican que ambas especies presentan una mayor importancia ecológica, así como una amplia presencia y distribución dentro del SAR.

Tabla 78. Valores del índice de valor de importancia de especies arbóreas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Mezquite	*Prosopis laevigata*	42.11	50.79	6.92	99.82	1
2	Huizache	*Acacia farnesiana*	42.11	41.27	3.08	86.45	2

3	Pirul	*Schinus molle*	10.53	4.76	27.69	42.98	4
4	Yuca	*Yucca filifera*	5.26	3.17	62.31	70.75	3
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

El análisis de la composición vegetal del estrato arbóreo se complementó mediante la aplicación de índices de diversidad y riqueza calculados, proporcionando información de forma cuantitativa sobre la variedad de especies presentes en la comunidad vegetal, su abundancia y equitatividad en la distribución de individuos de las diferentes especies (Tabla 109).

Tabla 79. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbóreo en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi²
1	Huizache	*Acacia farnesiana*	22	0.4127	-0.8850	-0.3653	0.1703
2	Mezquite	*Prosopis laevigata*	27	0.5079	-0.6774	-0.3441	0.2580
3	Pirul	*Schinus molle*	3	0.0476	-3.0445	-0.1450	0.0023
4	Yuca	*Yucca filifera*	2	0.0317	-3.4500	-0.1095	0.0010
N			**53**	**1.00**	**-8.06**	**-0.96**	**0.43**

Los resultados obtenidos para el estrato arbóreo (Tabla 110) indican que el índice de Margalef (DMg = 0.76) presenta un valor por debajo de 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica, ya que los valores superiores a 5 hacen referencia a una diversidad alta de acuerdo con Kreps (1985). Este resultado es consistente con las cuatro especies registradas (S=4), por lo que el estrato presenta una composición florística poco diversa.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.96) también se encuentra por debajo de 2, por lo que corresponde a una diversidad relativamente baja. Comparado con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.39), se observa que el valor registrado es inferior (0.96), con una diferencia de 0.43, lo que indica que los individuos no se distribuyen de forma completamente uniforme entre las especies presentes.

Por su parte, el índice de dominancia de Simpson (DSi = 0.43) se mantiene por debajo de los valores que se aproximan a 1, los cuales indican mayor dominancia de una especie (Kreps,1985). Por lo tanto, el valor obtenido sugiere que no existe una dominancia alta, aunque si con cierta concentración de individuos en algunas especies.

En cuanto al índice de equidad de Pielou (J=0.69), se encuentra del intervalo de 0 a 1 con base a lo establecido por Magurran (1988). Al aproximarse a 1, indica una distribución más uniforme de los individuos entre las especies; en este caso, el valor de 0.69 evidencia una equidad intermedia en el estrato arbóreo, donde no presentan abundancias completamente similares y algunas tienen mayor representación en la comunidad vegetal.

Tabla 80. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbóreo en el SAR.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: DMg= S-1/ln(N)	0.76
Shanoon: H´= - ∑ ln Pi(Pi)	0.96
Simpson: DSi= ∑Pi²	0.43
Riqueza S	4.00
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))	0.96
SH max (Ln S)	1.39
Equidad J (H´/H máx)	0.69

H max - H calculada	0.43
ln(N)	**3.96**

❖ Estrato arbustivo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato arbustivo se identificaron diez especies y 292 individuos en total por hectárea, donde se obtuvo con mayor registro la especie *Mimosa monancistra* con 237 individuos, seguido de *Jatropha dioica* con 26 individuos. En cuanto a las especies con menos registro fueron *Bouvardia glabra, Zaluzania augusta* y *Agave Americana* con 1 individuo (Tabla 111).

Tabla 81. Densidad de especies arbustivas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	237
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	26
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	1
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	5
5	Gigantón	*Zaluzania augusta*	1
6	Maguey	*Agave salmiana*	5
7	Brickela	*Brickellia veronicifolia*	10
8	Vara blanca	*Verbesina serrata*	3
9	Maguey Americano	*Agave Americana*	1
10	Pinillo	*Asclepias linaria*	4
TOTAL			**292**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

Respecto a las especies de mayor importancia ecológica, se obtuvieron: la *Mimosa monancistra,* la cual presentó el mayor índice de valor de importancia (IVI) con 123.35%, así como una alta densidad relativa de 81.14% y frecuencia relativa de 41.67%; y en segundo lugar la especie *Eysenhardtia polystachya* presentó un IVI de 78.65% (Tabla 112).

Tabla 82. Valores del índice de valor de importancia de especies arbustivas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	41.67	81.14	0.54	123.35	1
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	12.50	8.86	0.03	21.39	4
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	4.17	0.29	0.03	4.49	10
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	8.33	1.71	68.60	78.65	2
5	Gigantón	*Zaluzania augusta*	4.17	0.29	0.54	4.99	9
6	Maguey	*Agave salmiana*	8.33	1.71	13.55	23.60	3
7	Brickela	*Brickellia veronicifolia*	4.17	3.43	0.85	8.44	7
8	Vara blanca	*Verbesina serrata*	4.17	0.86	2.17	7.19	8
9	Maguey Americano	*Agave Americana*	4.17	0.29	13.55	18.00	5
10	Pinillo	*Asclepias linaria*	8.33	1.43	0.14	9.90	6

TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

El estrato arbustivo se evaluó mediante la aplicación de índices ecológicos con el fin de caracterizar de forma cuantitativa la estructura la comunidad vegetal. La siguiente tabla (Tabla 113) muestra los datos de composición y parámetros para la obtención de índices de diversidad, abundancia y equitatividad en la distribución de individuos registrados (Tabla 110).

Tabla 83. Composición y parámetros de diversidad del estrato arbustivo en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi²
1	Uña de gato	*Mimosa monancistra*	237	0.8114	-0.2090	-0.1696	0.6584
2	Sangre de grado	*Jatropha dioica*	26	0.0886	-2.4239	-0.2147	0.0078
3	Bouvardia	*Bouvardia glabra*	1	0.0029	-5.8579	-0.0167	0.0000
4	Palo Azul	*Eysenhardtia polystachya*	5	0.0171	-4.0662	-0.0697	0.0003
5	Gigantón	*Zaluzania augusta*	1	0.0029	-5.8579	-0.0167	0.0000
6	Maguey	*Agave salmiana*	5	0.0171	-4.0662	-0.0697	0.0003
7	Brickela	*Brickellia veronicifolia*	10	0.0343	-3.3730	-0.1156	0.0012
8	Vara blanca	*Verbesina serrata*	3	0.0086	-4.7593	-0.0408	0.0001
9	Maguey Americano	*Agave Americana*	1	0.0029	-5.8579	-0.0167	0.0000
10	Pinillo	*Asclepias linaria*	4	0.0143	-4.2485	-0.0607	0.0002
N			**292**	**1.00**	**-40.72**	**-0.79**	**0.67**

Los resultados obtenidos para el estrato arbustivo (Tabla 114) indican que el índice de Margalef (DMg = 1.59) presenta un valor inferior a 2, lo que corresponde a una baja riqueza específica. No obstante, se registraron 10 especies (S=10), lo que representa una alta riqueza.

El índice de Shannon–Wiener (H´= 0.79) presenta un valor inferior a 2, siendo considerada con diversidad relativamente baja. En comparación con la diversidad máxima esperada para las 10 especies registradas (H´máx = 2.30), se observa una diferencia de 1.51 unidades, que se encuentra por debajo del valor máximo. Esto indica que los individuos no se distribuyen de forma uniforme entre las especies presentes.

El índice de dominancia de Simpson (DSi = 0. 67) presenta un valor cercano a 1, lo que indica una dominancia elevada en determinadas especies y concentración de los individuos en una especie.

En cuanto al índice de equidad de Pielou (J= 0.34), se encuentra del intervalo de 0 a 1 (Magurran, 1988), por lo que indica una baja equidad en el estrato arbustivo.

Tabla 84. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbustivo en el SAR.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	1.59
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	0.79
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.67
Riqueza S	10.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	0.79
H max *(Ln S)*	2.30
Equidad J *(H´/H máx)*	0.34

H max - H calculada	1.51
ln(N)	**5.68**

❖ Estrato cactáceo

- **Densidad de vegetación**

En cuanto a las cactáceas, se identificaron cuatro especies y un total de 169 individuos por hectárea. La especie *Opuntia streptacantha* tuvo mayor cantidad de registros con 133 individuos, seguido de *Coryphantha ottonis* con 25 individuos, *Mammillaria heyderi* con 8 individuos y *Cylindropuntia imbricata* con 4 individuos (Tabla 115).

Tabla 85. Densidad de especies cactáceas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	133
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	25
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	8
4	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	4
TOTAL			**169**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

La especie *Opuntia streptacantha* obtuvo el mayor porcentaje del índice de valor de importancia (IVI) de 164.85%, con densidad relativa de 78.33% y frecuencia relativa de 61.11%. Posteriormente la especie con mayor IVI fue *Cylindropuntia imbricata* con 65.20%, con mayor dominancia relativa con 57.18% (Tabla 116).

Tabla 86. Valores del índice de valor de importancia de especies cactáceas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	61.11	78.33	25.41	164.85	1
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	16.67	14.78	3.11	34.56	4
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	16.67	4.43	14.29	35.39	3
4	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	5.56	2.46	57.18	65.20	2
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica**

De la misma forma, la comunidad de las cactáceas se evaluó mediante la aplicación de índices ecológicos con base a los datos de composición y parámetros obtenidos para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad en la comunidad vegetal (Tabla 117).

Tabla 87. Composición y parámetros de diversidad del estrato cactáceo en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi^2
1	Nopal	*Opuntia streptacantha*	133	0.7833	-0.2443	-0.1913	0.6135
2	Coryphanta	*Coryphantha ottonis*	25	0.4762	-0.7419	-0.3533	0.2268
3	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	8	0.1429	-1.9459	-0.2780	0.0204

4	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	4	0.0794	-2.5337	-0.2011	0.0063
N			169	1.48	-5.47	-1.02	0.87

El índice de Margalef (DMg = 0.58) presenta un valor inferior a 2, indicando una baja riqueza específica acorde con las cuatro especies identificadas en el estrato evaluado (Tabla 118). El valor del índice de Shannon–Wiener (H´= 1.02) aun siendo un valor inferior a 2, se considera que el estrato presenta una diversidad moderada. En comparación con la diversidad máxima esperada (H´máx = 1.39), se tiene una diferencia de 0.37, valor próximo al esperado. Esto indica que algunas especies presentan una mayor representación de individuos que otras.

El índice de dominancia de Simpson (DSi= 0. 87) presenta un valor cercano a 1, lo que indica una alta dominancia en la comunidad vegetal. Por otra parte, el índice de equidad de Pielou (J= 0.74), se tiene una alta equidad, debido a su valor cercano a 1 (Magurran, 1988).

Tabla 88. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato arbustivo en el SAR.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	0.58
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	1.02
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.87
Riqueza S	4.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	1.02
H max *(Ln S)*	1.39
Equidad J *(H´/H máx)*	0.74
H max - H calculada	0.37
ln(N)	**5.13**

❖ Estrato herbáceo

- **Densidad de vegetación**

En el estrato herbáceo del SAR se identificaron diecinueve especies y 76,667 individuos por hectárea, con mayor registro de la especie *Bouteloua gracilis* con 15,000 individuos, seguido de *Dissodia popposa* y *Dichondra argentea* con 10.833 individuos, y en menores cantidades *Zaluzania augusta, Simsia amplexicaulis, Portulaca oleracea, Solanum elaeagnifolium, Heterotheca inuloides, Cenchrus echinatus, Eryngium heterophyllum* y *Malva parviflora* con 833 individuos (Tabla 119).

Tabla 89. Densidad de especies herbáceas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha
1	Navajita	*Bouteloua gracilis*	15,000
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	10,833
3	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	833
4	Flor de muerto	*Adenophyllum cancellatum*	9,167
5	Dalea	*Dalea polygonoides*	5,000
6	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	833
7	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	833
8	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	5,833
9	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1,667
10	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	10,833
11	Azucena	*Milla biflora*	1,667
12	Pasto rosa	*Melinis repens*	4,167

13	Pera	*Solanum elaeagnifolium*	833
14	Mala mujer	*Solanum rostratum*	2,500
15	Arnica	*Heterotheca inuloides*	833
16	Abrojo	*Cenchrus echinatus*	833
17	Eryngo	*Eryngium heterophyllum*	833
18	Ojo de pollo	*Sanvitalia procumbens*	3,333
19	Malva	*Malva parviflora*	833
TOTAL			**76,667**

- **Índice de valor de importancia (IVI).**

En primer lugar, de acuerdo con el índice valor de importancia, la especie con mayor relevancia dentro de la comunidad vegetal fue *Dissodia popposa* con 60.79%, seguida de la especie *Zaluzania augusta* con 49.79% y *Bouteloua gracilis* con 31.68% de IVI (Tabla 120).

Tabla 90. Valores del índice de valor de importancia de especies herbáceas en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (%)	Lugar de importancia
1	Navajita	*Bouteloua gracilis*	11.54	19.57	0.58	31.68	3
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	9.62	14.13	37.05	60.79	1
3	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	1.92	1.09	46.89	49.90	2
4	Flor de muerto	*Adenophyllum cancellatum*	17.31	11.96	2.32	31.58	4
5	Dalea	*Dalea polygonoides*	5.77	6.52	3.62	15.91	6
6	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
7	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
8	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	7.69	7.61	0.58	15.88	7
9	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	3.85	2.17	0.58	6.60	11
10	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	7.69	14.13	0.58	22.40	5
11	Azucena	*Milla biflora*	3.85	2.17	0.58	6.60	11
12	Pasto rosa	*Melinis repens*	5.77	5.43	0.58	11.78	8
13	Pera	*Solanum elaeagnifolium*	1.92	1.09	1.30	4.31	13
14	Mala mujer	*Solanum rostratum*	5.77	3.26	0.58	9.61	10
15	Arnica	*Heterotheca inuloides*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
16	Abrojo	*Cenchrus echinatus*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
17	Eryngo	*Eryngium heterophyllum*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
18	Ojo de pollo	*Sanvitalia procumbens*	5.77	4.35	1.30	11.42	9
19	Malva	*Malva parviflora*	1.92	1.09	0.58	3.59	14
TOTAL			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	

- **Índices de diversidad y riqueza específica.**

Para la evaluación de la comunidad de las herbáceas en el SAR, se obtuvieron los parámetros ecológicos para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad en la comunidad vegetal (Tabla 121).

Tabla 91. Composición y parámetros de diversidad del estrato herbáceo en el SAR.

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Individuos/ha	Pi	ln(pi)	ln(pi) pi H' (Shannon)	Pi²
1	Navajita	*Bouteloua gracilis*	15000	0.1957	-1.6314	-0.3192	0.0383
2	Flamenco	*Dissodia popposa*	10833	0.1413	-1.9568	-0.2765	0.0200
3	Flor blanca	*Zaluzania augusta*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
4	Flor de muerto	*Adenophyllum cancellatum*	9167	0.1196	-2.1239	-0.2539	0.0143
5	Dalea	*Dalea polygonoides*	5000	0.0652	-2.7300	-0.1780	0.0043
6	Cahual amarillo	*Simsia amplexicaulis*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
7	Verdolaga	*Portulaca oleracea*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
8	Euphorbia	*Euphorbia indivisa*	5833	0.0761	-2.5759	-0.1960	0.0058
9	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1667	0.0217	-3.8286	-0.0832	0.0005
10	Orejas de conejo	*Dichondra argentea*	10833	0.1413	-1.9568	-0.2765	0.0200
11	Azucena	*Milla biflora*	1667	0.0217	-3.8286	-0.0832	0.0005
12	Pasto rosa	*Melinis repens*	4167	0.0543	-2.9124	-0.1583	0.0030
13	Pera	*Solanum elaeagnifolium*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
14	Mala mujer	*Solanum rostratum*	2500	0.0326	-3.4232	-0.1116	0.0011
15	Arnica	*Heterotheca inuloides*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
16	Abrojo	*Cenchrus echinatus*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
17	Eryngo	*Eryngium heterophyllum*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
18	Ojo de pollo	*Sanvitalia procumbens*	3333	0.0435	-3.1355	-0.1363	0.0019
19	Malva	*Malva parviflora*	833	0.0109	-4.5218	-0.0491	0.0001
N			**76,667**	**1**	**-66**	**-2.5**	**0.11**

Los resultados obtenidos (Tabla 122), indican que el índice de Margalef (DMg = 1.60) presenta una riqueza específica relativamente baja, considerando las 19 especies (S=19) identificadas (Tabla 122).

El valor del índice de Shannon–Wiener (H´= 2.50), se considera que el estrato presenta una diversidad alta, de acuerdo a los criterios empleados por Kreps (1998), donde los valores mayores a 2 representan alta diversidad. La diversidad máxima esperada (H´máx = 2.94), se tiene una diferencia de 0.44, valor próximo al esperado, por lo que su distribución es relativamente uniforme.

El índice de dominancia de Simpson (DSi= 0. 11) indica una dominancia baja en la comunidad vegetal, ya que no es cercano a 1 de acuerdo con los criterios de Kreps (1998). Por otra parte, el índice de equidad de Pielou (J= 0.85), se tiene una alta equidad, debido a su valor cercano a 1 (Magurran, 1988), lo que representa una uniformidad de distribución de individuos en el estrato.

Tabla 92. Parámetros e índices de diversidad, riqueza y equidad del estrato herbáceo en el SAR.

Índices de diversidad	Valor
Margalef: *DMg= S-1/ln(N)*	1.60
Shanoon: *H´= - ∑ ln Pi(Pi)*	2.50
Simpson: *DSi= ∑Pi²*	0.11
Riqueza S	19.00
H´Calculada *(- ∑ ln Pi(Pi))*	2.50
H max *(Ln S)*	2.94
Equidad J *(H´/H máx)*	0.85
H max - H calculada	0.44
ln(N)	**11.25**

vi. Curvas de acumulación de especies de vegetación

Curva de acumulación del SAR.

Para evaluar la suficiencia del esfuerzo de muestreo y estimar la riqueza de especies de la vegetación registrada en el SAR (Tabla 123), se analizaron los datos obtenidos en las doce unidades de muestreo mediante una curva de acumulación de especies. Para ello, se comparó la riqueza observada (S(est)) mediante los estimadores no paramétricos ACE (Abundance-based Coverage Estimator)., Chao 1 y Jackknife.

Tabla 93. Valores de riqueza de especies observados en función del esfuerzo de muestreo.

Unidad de muestreo	S(est)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Jack 1 Mean
1	9.42	17.63	17.95	9.31
2	14.95	25.95	27.9	20.78
3	19	28.58	32.25	26.75
4	22.28	33.52	40.58	32.45
5	25.05	36.2	43.46	36.45
6	27.43	37.25	42.53	38.91
7	29.5	39.49	45.16	42.01
8	31.32	41.42	48.71	44.06
9	32.95	43.05	50.75	45.95
10	34.41	44.33	52.39	47.42
11	35.75	45.97	57.78	49.12
12	37	47.22	57.14	50.75

La curva de acumulación de especies muestra un incremento progresivo de la riqueza conforme aumenta el número de unidades de muestreo, pasando de aproximadamente 9 especies en el primer sitio a 37 especies observadas de los 12 sitios (Figura 52)

El 78.36 % corresponde a la riqueza estimada mediante ACE, el 64.75 % mediante Chao 1 y el 72.91 % mediante Jack 1. El estimador Chao 1 presenta la mayor riqueza potencial, con 57.14 especies, mientras que ACE y Jack 1 estimaron 47.22 y 50.75 especies, respectivamente, frente a las 37 especies observadas (Tabla 124). En conjunto, estos resultados indican que el muestreo permitió registrar una proporción importante de la riqueza vegetal, aunque existe la posibilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo. Los valores obtenidos también son consistentes con la curva de acumulación, que muestra una tendencia hacia la estabilización en los últimos sitios muestreados.

Tabla 94. Estimadores de riqueza total de especies en el SAR.

ACE	Chao 1	Jack
78.36	64.75	72.91

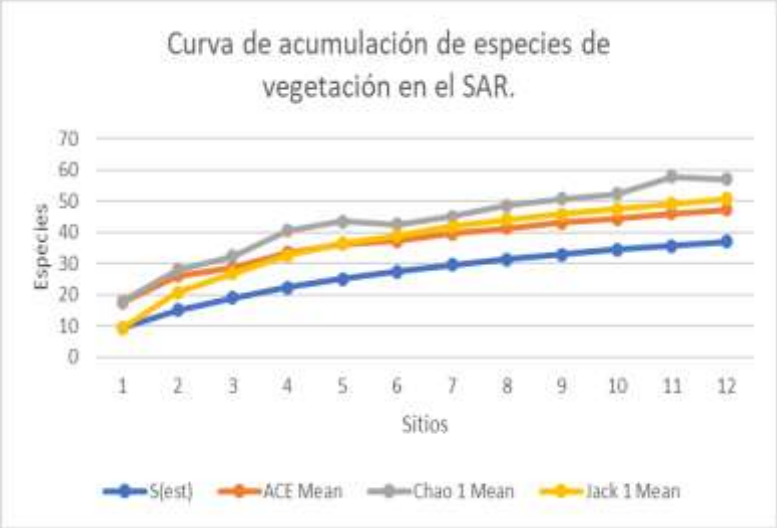


Figura 37. Curva de acumulación de especies de flora en el SAR.

Curva de acumulación de la zona de vegetación natural

Se evaluó el esfuerzo de muestreo y estimación de la riqueza de especies de flora en la zona de vegetación natural (Tabla 125). Se analizaron los datos obtenidos en las doce unidades de muestreo comparando la riqueza observada (S(est)) mediante los estimadores no paramétricos ACE (Abundance-based Coverage Estimator)., Chao 1 y Jackknife.

Tabla 95. Valores de riqueza de especies observados en función del esfuerzo de muestreo.

Unidad de muestreo	S(est)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Jack 1 Mean
1	9.42	17.63	17.95	9.31
2	14.95	25.95	27.9	20.78
3	19	28.58	32.25	26.75
4	22.28	33.52	40.58	32.45
5	25.05	36.2	43.46	36.45
6	27.43	37.25	42.53	38.91
7	29.5	39.49	45.16	42.01
8	31.32	41.42	48.71	44.06
9	32.95	43.05	50.75	45.95
10	34.41	44.33	52.39	47.42
11	35.75	45.97	57.78	49.12
12	37	47.22	57.14	50.75

La curva resultante también muestra un incremento progresivo de la riqueza conforme aumenta el número de unidades de muestreo (Figura 53)

Al igual que el SAR, el 78.36 % corresponde a la riqueza estimada mediante ACE, el 64.75 % mediante Chao 1 y el 72.91 % mediante Jack 1. El estimador Chao 1 presenta la mayor riqueza potencial, con 57.14 especies, mientras que ACE y Jack 1 estimaron 47.22 y 50.75 especies, respectivamente, frente a las 37 especies observadas (Tabla 126).

El muestreo permitió registrar una proporción representativa de la riqueza vegetal en esta zona, aunque existe la posibilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo.

Tabla 96. Estimadores de riqueza total de especies en la zona de vegetación natural.

ACE	Chao 1	Jack
78.36	64.75	72.91

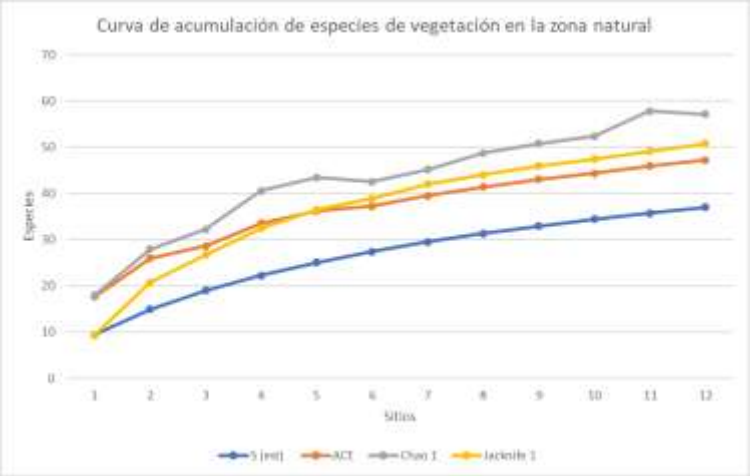


Figura 38. Curva de acumulación de especies de flora en la zona de vegetación natural.

vii. Curva de acumulación de la zona de pradera

Se evaluó el esfuerzo de muestreo y estimación de la riqueza de especies de flora en la zona de pradera (Tabla 127). Se analizaron los datos obtenidos en las seis unidades de muestreo comparando la riqueza observada (S(est)) con los valores estimados de: ACE (Abundance-based Coverage Estimator)., Chao 1 y Jackknife.

Tabla 97. Valores de riqueza de especies observados en función del esfuerzo de muestreo.

Unidad de muestreo	S(est)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Jack 1 Mean
1	7.67	9.95	8.51	7.73
2	10.53	11.97	11.26	13.18
3	12.15	13.41	12.71	15.65
4	13.27	14.24	13.67	17.01
5	14.17	14.68	14.28	17.88
6	15	15.29	15	19.17

La curva de acumulación de especies muestra un incremento progresivo de la riqueza registrada conforme aumenta el número de unidades de muestreo, pasando de 7 especies en la primera unidad a 15 especies, lo que indica que cada unidad adicional permitió registrar nuevas especies.

Los estimadores de riqueza indican que el muestreo permitió representar una proporción importante de la riqueza esperada, con 98.10 % según ACE, 100 % según Chao 1 y 78.25

% según Jackknife 1. El estimador de Chao 1 presenta la mayor representatividad, al indicar que se habría registrado la totalidad de la riqueza estimada.

Asimismo, la curva mantiene una tendencia ascendente y no alcanza una asíntota, por lo que el muestreo aún podría incrementarse para detectar especies adicionales y obtener una estimación más completa de la riqueza de la zona de pradera.

Tabla 98. Estimadores de riqueza total de especies en la zona de pradera.

ACE	Chao 1	Jack
98.10	100	78.25

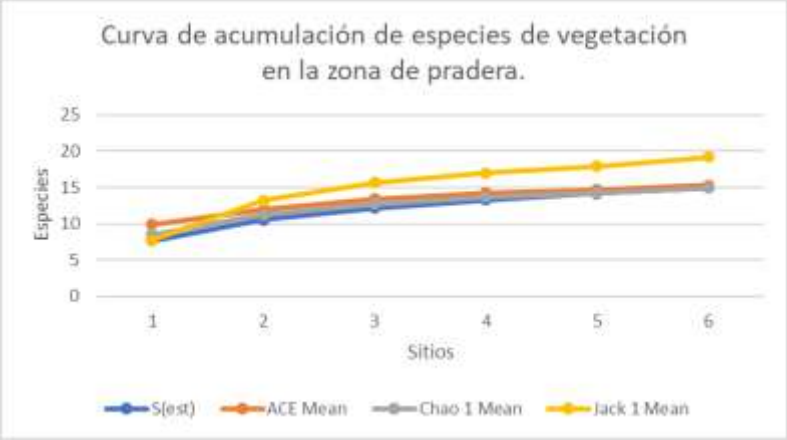


Figura 39. Curva de acumulación de especies de flora en la zona de pradera.

viii. Comparativo de índices ecológicos

A continuación, se muestra el comparativo de los índices de valor de importancia (IVI) para la vegetación registrada en el SAR, la zona de vegetación natural (ZVN) y la Pradera (PRAD) (Tabla 129). En general, al comparar los índices se observa un mayor porcentaje de diversidad en la zona de pradera del área del proyecto.

Las especies con mayor dominancia en las zonas analizadas fueron *Dissodia popposa* y *Opuntia streptacantha,* con presencia en las tres zonas; *Eysenhardtia polystachya* y *Acacia farnesiana*, con presencia en la zona de vegetación natural y la zona de pradera del área del proyecto; y las especies *Prosopis laevigata* y *Mimosa monancistra* en el SAR.

Tabla 99. Comparativo de los índices de valor de importancia (IVI) en el SAR y el Área del proyecto.

Estrato	Especie dominante			IVI (%)		
	SAR	**ZVN**	**PRAD**	**SAR**	**ZVN**	**PRAD**
Arbóreo	*Prosopis laevigata*	*Acacia farnesiana*	*Acacia farnesiana*	99.82	147.87	166.43
Arbustivo	*Mimosa monancistra*	*Eysenhardtia polystachya*	*Eysenhardtia polystachya*	123.35	113.36	126.11
Cactáceo	*Opuntia streptacantha*	*Opuntia streptacantha*	*Opuntia streptacantha*	164.85	175.89	182.48
Herbáceo	*Dissodia popposa*	*Dissodia popposa*	*Dissodia popposa*	60.79	52.01	82.86

La comparación de los índices de diversidad (Tabla 130) muestra que el estrato herbáceo presentó la mayor riqueza y diversidad, particularmente en el SAR (DMg = 1.60; H’ = 2.50), mientras que el arbustivo destaca en la pradera (PDRA) (DMg = 1.07; H’ = 1.22). El estrato arbóreo presenta mayor dominancia en la ZVN (Dsi = 0.84), al igual que el cactáceo en el SAR (Dsi = 0.87). En cuanto a la equidad, el estrato herbáceo de la ZVN alcanza el valor máximo (J = 1.00), indicando una distribución uniforme de las especies.

Por lo tanto, el estrato herbáceo es la comunidad vegetal con mayor diversidad y riqueza de especies, principalmente dentro del SAR, mientras que los estratos arbóreo y cactáceo presentan una mayor dominancia de determinadas especies, y su composición y distribución de la vegetación es variable.

Tabla 100. Comparativo de los índices de diversidad y riqueza específica en el SAR y el Área del proyecto.

Estrato	Índices de diversidad y dominancia											
	Margalef (DMg)			Shannon-Wiener (H´)			Simpson (Dsi)			Pielou (J)		
	SAR	ZVN	PRAD	SAR	ZVN	PRAD	SAR	ZVN	PRAD	SAR	ZVN	PRAD
Arbóreo	0.76	0.66	0.30	0.96	0.39	0.56	0.43	0.84	0.63	0.69	0.28	0.81
Arbustivo	1.59	0.79	1.07	0.79	0.98	1.22	0.67	0.50	0.34	0.34	0.50	0.88
Cactáceo	0.58	0.34	0.37	1.02	0.57	0.36	0.87	0.64	0.84	0.74	0.52	0.33
Herbáceo	1.60	1.16	0.41	2.50	2.11	1.52	0.11	0.16	0.27	0.85	1.00	0.85



Figura 40. Gráfica de valores de índices ecológicos por estrato de vegetación en el SAR.



Figura 41. Gráfica de valores de índices ecológicos por estrato de vegetación en la ZVN.

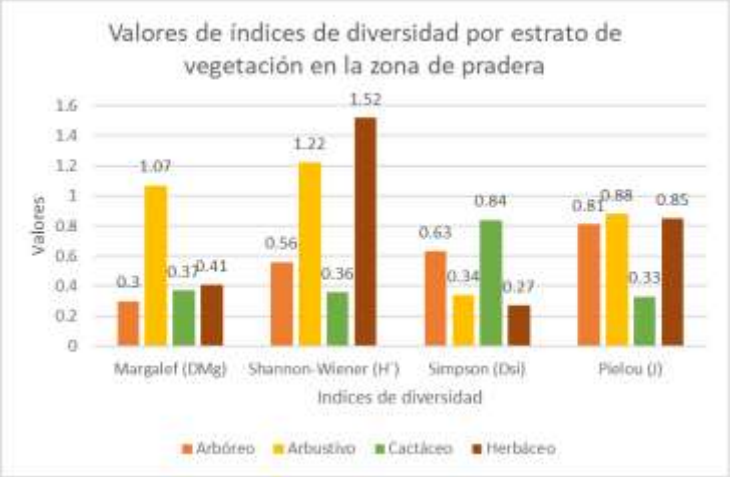


Figura 42. Gráfica de valores de índices ecológicos por estrato de vegetación en la Pradera.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a partir de los trabajos de campo realizados en el Área del Proyecto (AP) permitieron identificar que la cobertura del terreno se encuentra constituida predominantemente por superficies destinadas a actividades agrícolas, condición que presenta correspondencia general con la información de uso de suelo y vegetación de INEGI, en la cual se reconocen superficies de agricultura de riego y agricultura de temporal. No obstante, mediante los recorridos y muestreos realizados se identificó una superficie aproximada de 30 ha con características de vegetación correspondientes a matorral crasicaule, condición que no se encuentra representada de manera específica en la cartografía de referencia.

La superficie identificada con matorral crasicaule forma parte del AP; sin embargo, de acuerdo con la distribución de las obras e instalaciones del proyecto, dicha cobertura no será ocupada en su totalidad por infraestructura fotovoltaica. La mayor parte de esta superficie permanecerá sin intervención directa por las obras proyectadas. De manera puntual, se identificó que aproximadamente 5 ha se encuentran asociadas con áreas destinadas a infraestructura y obras complementarias, entre las que se incluyen el área del sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), accesos y áreas de circulación, así como la ubicación de una torre de alta tensión.

En este sentido, la presencia de matorral crasicaule dentro del AP no implica por sí misma que la totalidad de las aproximadamente 30 ha deba considerarse como superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), toda vez que la determinación de dicha superficie deberá vincularse con las áreas que efectivamente serán intervenidas y en las que se requiera la remoción de vegetación forestal. Conforme a la legislación forestal aplicable, el CUSTF se relaciona con la remoción total o parcial de vegetación forestal para destinar los terrenos a actividades no forestales.

Por lo anterior, la superficie aproximada de 5 ha identificada dentro del área de matorral crasicaule y que coincide con las áreas destinadas a obras e instalaciones del proyecto deberá ser considerada de manera particular en la evaluación del proyecto, a efecto de determinar la existencia de vegetación forestal y, en su caso, la procedencia de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Por su parte, la superficie

restante de matorral crasicaule que no será intervenida por las obras permanecerá como parte de la cobertura vegetal del AP y deberá ser considerada dentro de las medidas de prevención y protección de la vegetación durante las diferentes etapas del proyecto.

De esta manera, los resultados de campo permiten complementar y actualizar la información cartográfica de INEGI, identificando las condiciones actuales de cobertura vegetal del sitio y delimitando aquellas superficies que, por su ubicación respecto de las obras proyectadas, requieren una evaluación específica en materia forestal.

b). Fauna

i. **Metodología de muestreo**

Para la caracterización de la fauna presente en el área de estudio, se empleó el método de muestreo por transectos, el cual consiste en establecer recorridos lineales previamente definidos para registrar las especies observadas a lo largo de cada trayectoria, considerando observaciones directas y, cuando fue posible, evidencias indirectas como huellas, excretas, madrigueras o vocalizaciones.
En total, se establecieron siete transectos en el SAR (Figura 58), con distancias aproximadas de 450 m; y cinco transectos distribuidos dentro del área de estudio, con distancias de aproximadamente 150 m, procurando representar las diferentes condiciones ambientales presentes (Figura 58)

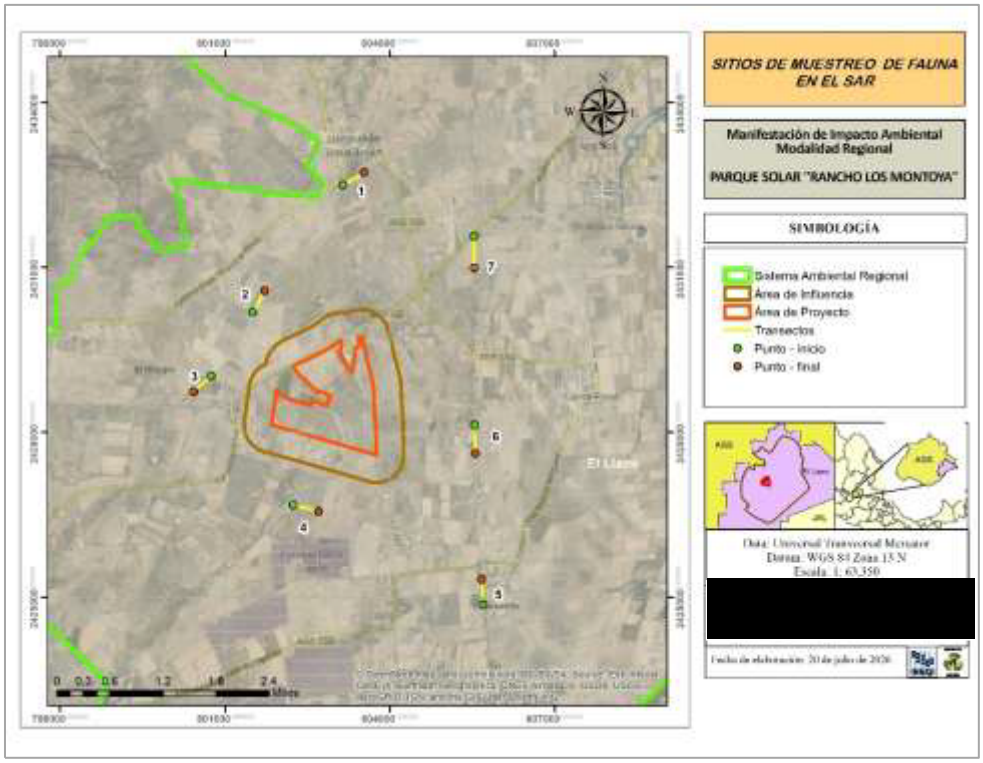


Figura 43. Ubicación de sitios de muestreo de fauna en el SAR.

Tabla 101. Coordenadas UTM de transectos de muestreo establecidos en el área de estudio.

ID	X	Y
T1-inicio	803146.95	2432499.89

T1-final	803530.22	2432729.69
T2-inicio	801504.61	2430189.08
T2-final	801721.98	2430581.04
T3-inicio	800747.48	2429028.98
T3-final	800427.00	2428741.70
T4-inicio	802243.12	2426678.93
T4-final	802704.30	2426561.80
T5-inicio	805710.19	2424867.80
T5-final	805673.65	2425324.72
T6-inicio	805543.77	2428135.39
T6-final	805560.37	2427620.97
T7-inicio	805530.34	2431567.42
T7-final	805537.28	2430993.79

ii. Caracterización y análisis de diversidad de fauna

A partir del muestreo en campo, se registraron 22 especies de fauna en total (Tabla 132), de las cuales tuvieron 19 registros de las especies en el área del SAR y 13 en el área del proyecto.

Se identificaron tres clases principales de fauna: mamíferos, reptiles y aves, donde la clase con mayores especies registradas correspondió a la clase de aves con 14 especies, seguido de mamíferos con 5 especies y reptiles con 3 especies.

Las especies que destacan por presentar mayor importancia en términos de riesgo y conservación son el Alicante (Pituophis deppei) bajo la categoría de riesgo de Amenazada (A); la liebre (Lepus californicus) y el águila cola blanca (Geranoaetus albicaudatus), ambas clasificadas como sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT.

Además, algunas especies presentan relevancia internacional al encontrarse incluidas en CITES, como el caracara quebrantahuesos (Caracara cheriway) y el verdugo americano (Lanius ludovicianus), incluidos en el Apéndice II, lo que implica que su comercio internacional debe ser regulado para evitar que represente una amenaza para sus poblaciones.

Estas especies requieren especial atención dentro del área de estudio, principalmente por su condición de protección nacional o por las medidas de regulación internacional asociadas a su conservación.

Tabla 102. Listado de especies de fauna identificadas en transectos del SAR y el AP.

ID	Clase	Nombre común	Nombre científico	Familia	Origen	Estatus			Presencia	
						NOM 059	**UICN**	**CITES**	**SAR**	**AP**
1	Mamíferos	Liebre	*Lepus californicus*	Leporidae	Nativa	Pr	LC	No incluida	X	X
2		Tlacuahe	*Didelphis virginiana*	Didelphidae	Nativa	No listada	LC	No incluida	X	
3		Ratón de campo	*Peromyscus spp.*	Cricetidae	Nativa; variable según especie	Variable según especie	No definido	No definido	X	
4		Ardillón punteado	*Xerospermophilus spilosama*	Sciuridae	Nativa	No listada	LC	No incluida	X	

5	Reptiles	Lagartija espinosa	Sceloporus spinosus	Phrynosomatidae	Endémica	No listada	LC	No incluida	X	X
6		Alicante	Pituophis deppei	Colubridae	Endémica	A	LC	No incluida	X	
7		Falsa Nauyuca	Trimorphodon tau	Colubridae	Endémica	No listada	LC	No incluida	X	X
8	Aves	Zopilote Aura	*Cathartes aura*	Cathartidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	X
9		Palomas de alas blancas	*Zenaida asiatica*	Columbidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	X
10		Caracara quebrantahuesos	*Caracara cheriway*	Falconidae	Nativa	SC	LC	II	X	X
11		Verdugo Américano	*Lanius ludovicianus*	Laniidae	Nativa,	SC	NT	No incluida		X
12		Cuervo comun	*Corvus corax*	Corvidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	X
13		Carpintero de pechera común	*Colaptes auratus*	Picidae	Nativa, residente/ migratoria	SC	LC	No incluida		X
14		Gorrión pálido	*Spizella pallida*	Passerellidae	No endémica/ migratoria	SC	LC	No incluida	X	X
15		Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*	Accipitridae	Nativa	Pr	LC	II	X	X
16		papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	Tyrannidae	Nativa, residente/ migratoria	SC	LC	No incluida	X	X
17		Codorniz cotuí	*Colinus virginianus*	Odontophoridae	Nativa	SC	NT	No incluida	X	
18		Pradero del oeste	*Sturnella neglecta*	Icteridae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	
19		Pinzon mexicano	*Haemorhous mexicanus*	Fringillidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	
20		Correcaminos norteño	*Geococcyx californianus*	Cuculidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	
21		zanate	*Quiscalus mexicanus*	Icteridae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	
22		Zopilote Aura	*Cathartes aura*	Cathartidae	Nativa	SC	LC	No incluida	X	X

2.1.1. Frecuencia relativa

- **Frecuencia relativa de mamíferos en el SAR.**

La especie de mamífero con mayor presencia en el SAR fue *Lepus californicus,* registrado en 2 de los 5 transectos, con 3 visualizaciones, presentando una frecuencia relativa del 33.33%. al igual que la especie del género *Peromyscus spp* o ratón de campo (Tabla 133) Por su parte, las especies *Didelphis virginiana*se y *Xerospermophilus spilosama* se registraron en un transecto, con una frecuencia relativa del 16.67%.

Tabla 103. Frecuencia relativa de mamíferos en el SAR.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Liebre	*Lepus californicus*	2	0	0	1	0	3	40	33.33

2	Tlacuahe	*Didelphis virginiana*	0	1	0	0	0	1	20	16.67
3	Ratón de campo	*Peromyscus spp.*	0	0	1	0	2	3	40	33.33
4	Ardillón punteado	*Xerospermophilus spilosama*	0	2	0	0	0	2	20	16.67
		Total						9	120	100

- **Frecuencia relativa de reptiles en el SAR.**

La especie *Sceloporus spinosus* fue la especie de reptil con mayor presencia en el área de estudio, registrándose en 3 de los 5 transectos, presentando una frecuencia relativa del 60%. Por su parte, de las especies *Trimorphodon tau y Pituophis deppei* se registraron en un transecto de un solo individuo, presentando una frecuencia relativa del 20% (Tabla 134).

Tabla 104. Frecuencia relativa de reptiles en el SAR.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Lagartija espinosa	*Sceloporus spinosus*	0	1	0	1	2	4	60	60
2	Alicante	*Pituophis deppei*	1	0	0	0	0	1	20	20
3	Falsa Nauyuca	*Trimorphodon tau*	0	0	1	0	0	1	20	20
		Total						6	100	100

- **Frecuencia relativa de aves en el SAR.**

La especie *Corvus corax* fue la especie de ave con mayor abundancia y presencia en el SAR, con 19 registros y una frecuencia relativa de 15.15%, ya que estuvo presente en los cinco transectos, al igual que la especie *Zenaida asiatica*, con 16 individuos y una frecuencia relativa de 15.15% (Tabla 135).

En contraste, especies como *Geranoaetus albicaudatus*, *Colinus virginianus*, *Haemorhous mexicanus* y *Geococcyx californianus* tuvieron las menores frecuencias (3,03%), registrándose únicamente en un transecto.

Tabla 105. Frecuencia relativa de aves en el SAR.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Zopilote Aura	*Cathartes aura*	1	1	2	2	1	7	100	15.15
2	Palomas de alas blancas	*Zenaida asiatica*	4	1	5	3	3	16	100	15.15
3	Caracara quebrantahuesos	*Caracara cheriway*	1	1	0	1	0	3	60	9.09
4	Cuervo comun	*Corvus corax*	6	4	3	4	2	19	100	15.15
5	Gorrión pálido	*Spizella pallida*	2	1	0	1	0	4	60	9.09
6	Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*	0	0	0	0	1	1	20	3.03
7	papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	1	0	2	0	1	4	60	9.09
8	Codorniz cotuí	*Colinus virginianus*	0	1	0	0	0	1	20	3.03

9	Pradero del oeste	*Sturnella neglecta*	1	0	0	1	0	1	40	6.06
10	Pinzon mexicano	*Haemorhous mexicanus*	0	0	0	1	0	1	20	3.03
11	Correcaminos norteño	*Geococcyx californianus*	0	0	1	0	0	1	20	3.03
12	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	3	0	1	1	0	3	60	9.09
		Total						61	660	100

- **Frecuencia relativa de mamíferos en el Área de estudio.**

La tabla muestra que la especie *Lepus californicus* fue la especie de mamífero con mayor presencia en el área de estudio, registrándose en 3 de los 5 transectos, lo que representó frecuencia relativa del 60%. Por su parte, de la especie *Otospermophilus variegatus* se registró en 2 transectos, con una frecuencia relativa del 40 % (Tabla 136).

Tabla 106. Frecuencia relativa de mamíferos en el AP.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Liebre	*Lepus californicus*	1	0	1	1	0	3	60	60
2	Ardilla	*Otospermophilus variegatus*	0	1	0	0	1	2	40	40
		Total						5	100	100

- **Frecuencia relativa de reptiles en el Área de estudio.**

La especie *Sceloporus spinosus* fue la especie de reptil con mayor presencia en el área de estudio, registrándose en 4 de los 5 transectos, presentando una frecuencia relativa del 80%. Por su parte, de la especie *Trimorphodon tau* se registró en un transecto, con una frecuencia relativa del 20% (Tabla 137).

Tabla 107. Frecuencia relativa de reptiles en el AP.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Lagartija espinosa	*Sceloporus spinosus*	1	1	0	1	1	4	80	80
2	Falsa Nauyuca	*Trimorphodon tau*	0	0	1	0	0	1	20	20
		Total						5	100	100

- **Frecuencia relativa de aves en el Área de estudio.**

La especie *Corvus corax* fue la especie de ave con mayor abundancia y presencia, con 28 registros y una frecuencia relativa de 17.24%, ya que estuvo presente en los cinco transectos; al igual que la especie *Zenaida asiática* con 11 individuos y una frecuencia relativa de 17.24% (Tabla 138).

En contraste, especies como *Geranoaetus albicaudatus* y *Colinus virginianus* tuvieron las menores frecuencias (3.45%), registrándose únicamente en un transecto.

Tabla 108. Frecuencia relativa de aves en el AP.

No	Nombre		Transectos					Cantidad en sitios	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
	Nombre común	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**			
1	Zopilote Aura	*Cathartes aura*	2	1	3	1	1	8	100	17.24
2	Palomas de alas blancas	*Zenaida asiatica*	4	0	2	2	3	11	80	13.79
3	Caracara quebrantahuesos	*Caracara cheriway*	2	0	1	1	1	5	80	13.79
4	Verdugo Américano	*Lanius ludovicianus*	0	1	1	1	2	5	80	13.79
5	Cuervo comun	*Corvus corax*	8	5	4	9	2	28	100	17.24
6	Carpintero de pechera común	*Colaptes auratus*	0	1	0	0	0	1	20	3.45
7	Gorrión pálido	*Spizella pallida*	1	0	1	1	0	3	60	10.34
8	Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*	0	0	1	0	0	1	20	3.45
9	papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	0	1	0	0	1	2	40	6.90
	Total							64	580	100

2.1.2. Índices de Diversidad

- **Índices de diversidad de mamíferos en el SAR**

Para la evaluación de la diversidad de mamíferos en el SAR, se obtuvieron los parámetros ecológicos para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad de las especies (Tabla 139).

Tabla 109. Composición y parámetros de diversidad especies de mamíferos identificados en el SAR.

(S)	**Nombre de especies**		**Abundancia absoluta**	**(Pi)**	**ln Pi**	**H´(Shannon)**	**Pi²**
	Nombre común	Nombre científico					
1	Liebre	*Lepus californicus*	3	0.33	-1.10	-0.37	0.11
2	Tlacuahe	*Didelphis virginiana*	1	0.11	-2.20	-0.24	0.01
3	Ratón de campo	*Peromyscus*	3	0.33	-1.10	-0.37	0.11
4	Ardillón punteado	*Xerospermophilus spilosama*	2	0.22	-1.50	-0.33	0.05
	Total	**N**	9	1.00	-5.90	-1.31	0.28

Los índices de diversidad obtenidos para los mamíferos del SAR (Tabla 140) indican una comunidad con riqueza baja, pero con una distribución bastante uniforme de los individuos entre las especies registradas. El índice de Margalef (DMg = 1.37) indica una riqueza específica baja, ya que se encuentra por debajo de 2; de acuerdo con el criterio señalado de Krebs (1985), esto corresponde a una comunidad con baja diversidad.

Por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener menores a 2 corresponden a ecosistemas con una diversidad relativamente baja, mientras que valores mayores a 3 representan una diversidad alta (Pla, 2006), en este caso (H' = 1.31) el valor se encuentra por debajo de 2, la comunidad presenta una diversidad relativamente baja. Al comparar este valor con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 1.39), se observa que el valor

obtenido se encuentra muy próximo al máximo teórico, lo que indica que, aunque existen pocas especies, sus abundancias están distribuidas de manera relativamente equilibrada. Esto se confirma con el índice de equitatividad de Pielou (J = 0.94), cuyo valor cercano a 1 representa una alta equitatividad (Magurran, 1988), es decir, una distribución muy uniforme de los individuos entre las cuatro especies registradas.

Finalmente, el índice de Simpson (D = 0.28) indica una baja dominancia, debido a que valores cercanos a 0 representan menor concentración de individuos en una sola especie; de acuerdo con criterios utilizados en estudios ecológicos, valores de D inferiores a 0.50 se asocian con baja dominancia.

Tabla 110. Índices de diversidad para los mamíferos en el SAR.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	1.37
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	1.31
Riqueza S =	4
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	1.31
H max (Ln S)=	1.39
Equidad J (H´/H máx)=	0.94
H max - H calculada	0.08
ln(N)	2.20
Simpson DSi= ∑Pi²	0.28

- **Índices de diversidad de reptiles en el SAR**

Para la evaluación de la diversidad de reptiles en el SAR, se obtuvieron los parámetros ecológicos para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad de las especies (Tabla 141).

Tabla 111. Composición y parámetros de diversidad especies de reptiles identificados en el SAR.

(S)	Nombre de especies		Abundancia absoluta	(Pi)	ln Pi	H ´(Shannon)	Pi²
	Nombre común	Nombre científico					
1	lagartija espinosa	*Sceloporus spinosus*	4	0.67	-0.41	-0.27	0.44
2	Alicante	*Pituophis deppei*	1	0.17	-1.79	-0.30	0.03
3	Falsa Nauyuca Mexicana	*Trimorphodon tau*	1	0.17	-1.79	-0.30	0.03
Total		**N**	6	1.00	-3.99	-0.87	0.50

El índice de Margalef presentó un valor de 1.67, que correspondió a una riqueza específica baja, de acuerdo con Kreps (1985). Por su parte, el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') presentó un valor de 0.87, por lo tanto, la comunidad evaluada presenta una diversidad relativamente baja. Asimismo, al comparar H' con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 1.10), se observa una diferencia de únicamente 0.23, lo que indica que la diversidad registrada se encuentra relativamente próxima al máximo esperado.

El índice de Pielou (J = H'/Hmáx) presentó un valor de 0.79, en este caso, el valor obtenido indica una equitatividad relativamente alta, es decir, una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas.

Finalmente, el índice de dominancia de Simpson (DSi = ∑Pi²) presentó un valor de 0.50. De acuerdo con Krebs (1985), mientras el valor se aproxima a 1 existe una mayor dominancia y disminuye la equitatividad, mientras que valores bajos indican una mayor equitatividad. Por lo tanto, el valor obtenido representa una dominancia intermedia, sin evidenciar una marcada concentración de individuos en una sola especie (Tabla 142).

Tabla 112. Índices de diversidad para los reptiles en el SAR.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	1.67
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	0.87
Riqueza S =	3.00
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	0.87
H max (Ln S)=	1.10
Equidad J (H´/H máx)=	0.79
H max - H calculada	0.23
ln(N)	1.79
Simpson DSi= ∑Pi²	0.50

- **Índices de diversidad de aves en el SAR**

Para la evaluación de la diversidad de aves en el SAR, se obtuvieron los parámetros ecológicos para la evaluación de los índices de diversidad, abundancia y equitatividad de las especies (Tabla 143).

Tabla 113. Composición y parámetros de diversidad especies de aves identificados en el SAR.

(S)	Nombre de especies		Abundancia absoluta	(Pi)	ln Pi	H ´(Shannon)	Pi²
	Nombre común	Nombre científico					
1	Zopilote Aura	*Cathartes aura*	7	0.11	-2.16	-0.25	0.01
2	Palomas de alas blancas	*Zenaida asiatica*	16	0.26	-1.34	-0.35	0.07
3	Caracara quebrantahuesos	*Caracara cheriway*	3	0.05	-3.01	-0.15	0.00
4	Cuervo comun	*Corvus corax*	19	0.31	-1.17	-0.36	0.10
5	Gorrión pálido	*Spizella pallida*	4	0.07	-2.72	-0.18	0.00
6	Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*	1	0.02	-4.11	-0.07	0.00
7	papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	4	0.07	-2.72	-0.18	0.00
8	Codorniz cotuí	*Colinus virginianus*	1	0.02	-4.11	-0.07	0.00
9	Pradero del oeste	*Sturnella neglecta*	1	0.02	-4.11	-0.07	0.00
10	Pinzon mexicano	*Haemorhous mexicanus*	1	0.02	-4.11	-0.07	0.00
11	Correcaminos norteño	*Geococcyx californianus*	1	0.02	-4.11	-0.07	0.00
12	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	3	0.05	-3.01	-0.15	0.00
	Total	**N**	**61**	**1.00**	**-36.70**	**-1.95**	**0.19**

Para la clase de aves, el índice de Margalef presentó un valor de 2.68, lo que indica una riqueza específica alta, debido a que su valor es mayor a 2.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') presentó un valor de 1.95, por lo tanto, la comunidad evaluada presenta una diversidad baja. Asimismo, al comparar H' con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 2.48), se observa una diferencia de 0.53, por lo que se encuentra relativamente próxima al máximo esperado.

El índice de Pielou (J = H'/Hmáx) presentó un valor de 0.78, lo que indica una equitatividad alta, debido a su valor cercano a 1. En cuanto al índice de dominancia de Simpson (DSi = ∑Pi²) presentó un valor de 0.19, lo que representa una dominancia baja (Tabla 144).

Tabla 114. Índices de diversidad para aves en el SAR.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	2.68
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	1.95
Riqueza S =	12.00
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	1.95
H max (Ln S)=	2.48
Equidad J (H´/H máx)=	0.78
H max - H calculada	0.53
ln(N)	4.11
Simpson DSi= ∑Pi²	0.19

- **Índices de diversidad de mamíferos en el área de estudio**

Para caracterizar la diversidad de mamíferos en el área de estudio, se analizaron diferentes parámetros ecológicos relacionados con la riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad de las especies registradas (Tabla 145).

Tabla 115. Composición y parámetros de diversidad especies de mamíferos identificados en el AP.

(S)	Nombre de especies		Abundancia absoluta	(Pi)	ln Pi	H´(Shannon)	Pi²
	Nombre común	Nombre científico					
1	liebre	*Lepus californicus*	3	0.6	-0.51	-0.31	0.36
2	ardilla	*Otospermophilus variegatus*	2	0.4	-0.92	-0.37	0.16
	Total	**N**	5	1	-1.43	-0.67	0.52

Para la clase de mamíferos, el índice de Margalef presentó un valor de 0.62, lo que indica una riqueza específica baja, concordante con la presencia de solo dos especies. El valor de Shannon-Wiener (H') fue de 0.67, presenta una diversidad alta al comparar H' con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 0.69), observándose una diferencia de apenas 0.02, lo que indica que la diversidad observada se encuentra muy cercana a la máxima esperada. Asimismo, el índice de Pielou (J') presentó un valor de 0.97, cercano a 1, lo que refleja una alta equitatividad. Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson (DSi) fue de 0.52, lo que indica una dominancia intermedia, sin que una sola especie concentre claramente la totalidad de los individuos (Tabla 146).

Tabla 116. Índices de diversidad para los mamíferos en el AP.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	0.62
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	0.67
Riqueza S =	2
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	0.67
H max (Ln S)=	0.69
Equidad J (H´/H máx)=	0.97
H max - H calculada	0.02

ln(N)	1.61
Simpson DSi= ∑Pi²	0.52

- **Índices de diversidad de reptiles en el área de estudio**

Para determinar las características de la comunidad de reptiles presente en el área de estudio, se calcularon diversos índices ecológicos que permitieron analizar la riqueza, diversidad, abundancia y distribución de las especies registradas (Tabla 147).

Tabla 117. Composición y parámetros de diversidad especies de reptiles identificados en el AP.

(S)	Nombre de especies		Abundancia absoluta	(Pi)	ln Pi	H ´(Shannon)	Pi²
	Nombre común	Nombre científico					
1	lagartija espinosa	*Sceloporus spinosus*	4	0.8	-0.22	-0.18	0.64
2	Falsa Nauyuca	*Trimorphodon tau*	1	0.2	-1.61	-0.32	0.04
	Total	**N**	5	1	-1.83	-0.50	0.68

Para la clase de reptiles, el índice de Margalef presentó un valor de 1.24, lo que indica una riqueza específica baja, concordante con la presencia de solo dos especies.

El valor de Shannon-Wiener (H') fue de 0.50, presenta una diversidad alta al comparar H' con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 0.69), observándose una diferencia de 0.19, es decir, la diversidad observada se encuentra cercana a la máxima esperada.

Asimismo, el índice de Pielou (J') presentó un valor de 0.72, cercano a 1, lo que refleja una alta equitatividad. Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson (DSi) fue de 0.68, lo que indica una dominancia intermedia (Tabla 148).

Tabla 118. Índices de diversidad para los reptiles en el AP.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	1.24
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	0.50
Riqueza S =	2.00
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	0.50
H max (Ln S)=	0.69
Equidad J (H´/H máx)=	0.72
H max - H calculada	0.19
ln(N)	1.61
Simpson DSi= ∑Pi²	0.68

- **Índices de diversidad de aves en el área de estudio**

Con base en los registros obtenidos durante el muestreo, se analizaron diferentes variables ecológicas para describir la composición y estructura del grupo de aves, considerando aspectos como riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad (Tabla 149).

Tabla 119. Composición y parámetros de diversidad especies de aves identificados en el AP.

(S)	Nombre de especies		Abundancia absoluta	(Pi)	ln Pi	H ´(Shannon)	Pi²
	Nombre común	Nombre científico					
1	Zopilote Aura	*Cathartes aura*	8	0.125	-2.079	-0.260	0.016
2	Palomas de alas blancas	*Zenaida asiatica*	11	0.172	-1.761	-0.303	0.030
3	Caracara quebrantahuesos	*Caracara cheriway*	5	0.078	-2.549	-0.199	0.006
4	Verdugo Américano	*Lanius ludovicianus*	5	0.078	-2.549	-0.199	0.006
5	Cuervo comun	*Corvus corax*	28	0.438	-0.827	-0.362	0.191
6	Carpintero de pechera común	*Colaptes auratus*	1	0.016	-4.159	-0.065	0.000
7	Gorrión pálido	*Spizella pallida*	3	0.047	-3.060	-0.143	0.002
8	Aguililla cola blanca	*Buteo albicaudatus*	1	0.016	-4.159	-0.065	0.000
9	papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	2	0.031	-3.466	-0.108	0.001
	Total	**N**	**64**	**1**	**-24.61**	**-1.70**	**0.252**

El índice de Margalef (DMg) para las aves del área de estudio (Tabla 150) obtuvo un valor de 1.92 indica una riqueza específica intermedia, muy cercana al valor de 2, que corresponde a una riqueza alta.

Por su parte, el valor del índice de Shannon-Wiener fue menor a 2, siendo de 1.70 que corresponde a una diversidad intermedia, Al comparar este valor con la diversidad máxima esperada (Hmáx = 2.20), por lo que se tiene una diferencia de 0.50 del valor máximo teórico. El índice de Pielou (J = 0.77), cuyo valor es cercano a 1, lo que representa una alta equitatividad (Magurran, 1988)- En cuanto al índice de Simpson (D = 0.25) indica una baja dominancia, debido a que valores cercanos a 0 representan menor concentración de individuos en una sola especie (Tabla 150).

Tabla 120. Índices de diversidad para las aves en el AP.

índices de diversidad	Valor
Margalef DMg= S-1/ln(N)	1.92
Shanoon H´= - ∑ ln Pi(Pi)	1.70
Riqueza S =	9.00
H´Calculada (- ∑ ln Pi(Pi))=	1.70
H max (Ln S)=	2.20
Equidad J (H´/H máx)=	0.77
H max - H calculada	0.50
ln(N)	4.16
Simpson DSi= ∑Pi²	0.25

- **Composición faunística**

Este componente hace referencia al análisis de la composición faunística de los distintos grupos presentes en los sitios de muestreo realizados para SAR y AP.

Para la fauna en general de los sitios de estudio, se obtuvieron un total de 19 familias, 22 especies y 150 individuos, donde se registró con mayor composición faunística el SAR en

comparación con el AP, donde se registraron 79 individuos, 19 especies y 19 familias, mientras que, dentro del AP, la fauna se compuso de 74 individuos, 13 especies y 13 familias (Tabla 151).

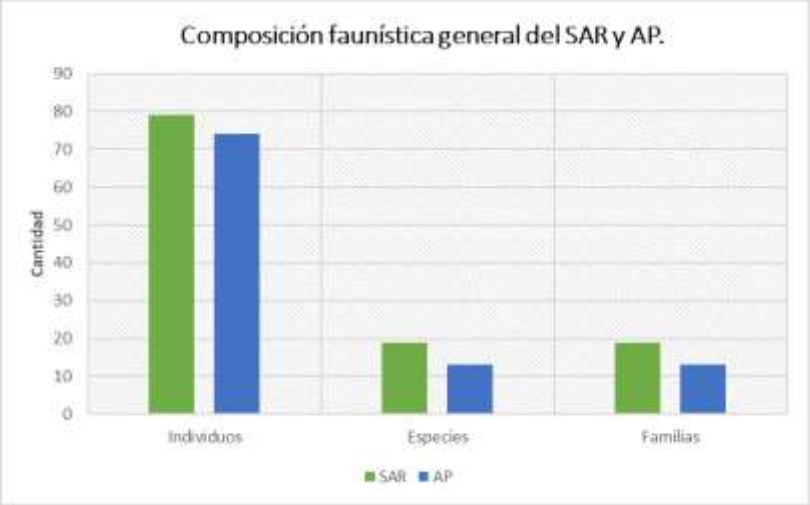


Figura 44. Comparación de composición faunística general del SAR y el AP.

Para el grupo de Mamíferos, en el SAR se registraron un total de 9 individuos, 4 especies y distribuidas en 4 familias; para el área AP se encontraron 5 individuos, 2 especies y 2 familias (Figura 60).

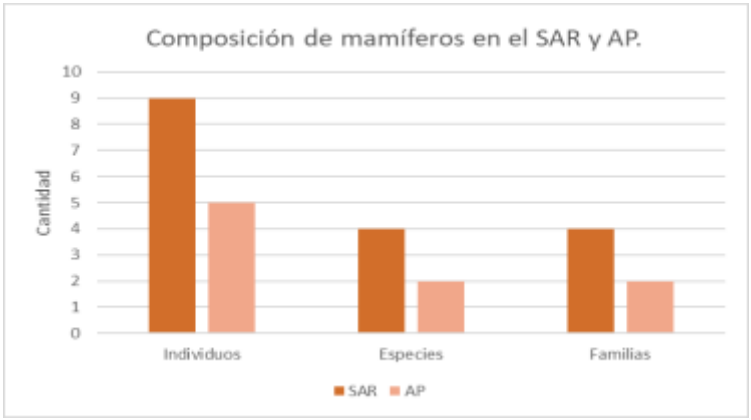


Figura 45. Comparación de composición de mamíferos en el SAR y AP.

Para el grupo de reptiles, en el SAR se registraron un total de 6 individuos y 3 especies distribuidas en 2 familias; para el área AP se encontraron 5 individuos, 2 especies y 2 familias (Figura 61).

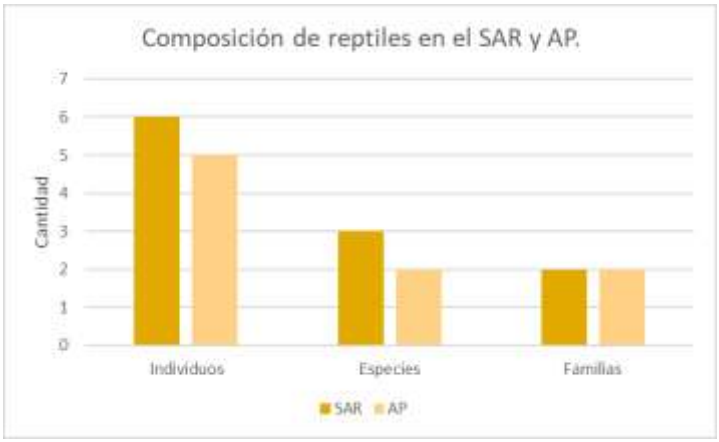


Figura 46. Comparación de composición de reptiles en el SAR y AP.

Para el grupo de aves, en el SAR se registraron un total de 61 individuos y 12 especies distribuidas en 13 familias; para el área AP se encontraron 64 individuos, 9 especies y 9 familias (Figura 62).

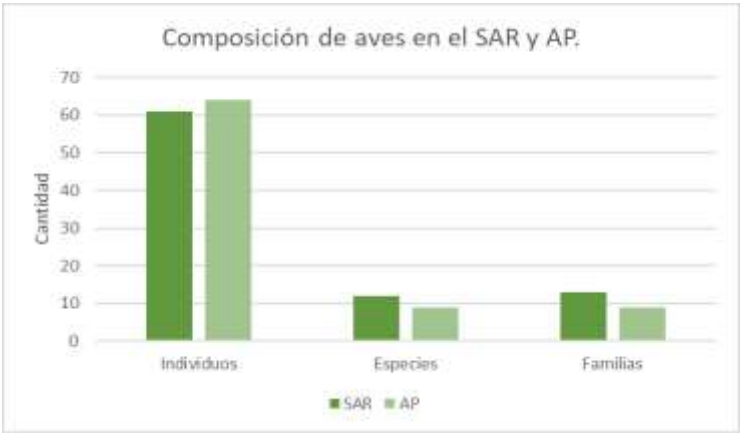


Figura 47. Comparación de composición de aves en el SAR y AP.

- **Comparación de índices**

En términos generales, la comparación de los índices (Tabla 151) se muestra que el SAR presenta mayores valores de riqueza y diversidad en las tres clases de fauna evaluadas, particularmente en el índice de Margalef y en Shannon-Wiener.

El índice de Margalef, asociado con la riqueza específica, fue superior en el SAR para mamíferos (1.37 frente a 0.62), reptiles (1.67 frente a 1.24) y aves (2.68 frente a 1.92). De igual manera, Shannon-Wiener presentó valores mayores en el SAR para mamíferos (1.31), reptiles (0.87) y aves (1.95), respecto al AP (0.67, 0.50 y 1.70, respectivamente), lo que indica una mayor diversidad y una distribución más heterogénea de las especies en el SAR. En contraste, el índice de Simpson fue mayor en el AP para las tres clases, mientras que la equitatividad de Pielou también fue ligeramente superior en el AP, excepto en reptiles, donde el SAR presentó el valor más alto. Esto sugiere que, aunque el SAR concentra una

mayor riqueza y diversidad de especies, en el AP las especies tienden a presentar una distribución más uniforme.

Los mamíferos presentaron mayor riqueza y diversidad en el SAR, con un Margalef de 1.37 y Shannon-Wiener de 1.31, frente a 0.62 y 0.67 en el AP; sin embargo, el AP muestra mayor Simpson (0.52) y Pielou (0.97), indicando una distribución más uniforme de las especies.

En reptiles, el SAR también presentaron mayor riqueza y diversidad, con Margalef de 1.67 y Shannon-Wiener de 0.87, superiores a los valores del AP (1.24 y 0.50), además de una mayor equitatividad en el SAR (0.79 frente a 0.72).

Para aves, se observa igualmente una mayor riqueza y diversidad en el SAR, donde Margalef alcanza 2.68 y Shannon-Wiener 1.95, comparados con 1.92 y 1.70 en el AP; no obstante, Simpson y Pielou son ligeramente mayores en el AP.

Por lo tanto, el SAR destacó como la zona con mayor riqueza y diversidad para las tres clases, mientras que el AP presentó una mayor uniformidad en la distribución de individuos entre especies (Figura 63).

Tabla 121. Comparación de índices de diversidad y riqueza en el SAR y el AP.

Índices de diversidad y riqueza								
Clase	Margalef (DMg)		Shannon-Wiener (H´)		Simpson (Dsi)		Pielou (J)	
	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
Mamíferos	1.37	0.62	1.31	0.67	0.28	0.52	0.94	0.97
Reptiles	1.67	1.24	0.87	0.5	0.5	0.68	0.79	0.72
Aves	2.68	1.92	1.95	1.7	0.19	0.25	0.78	0.77

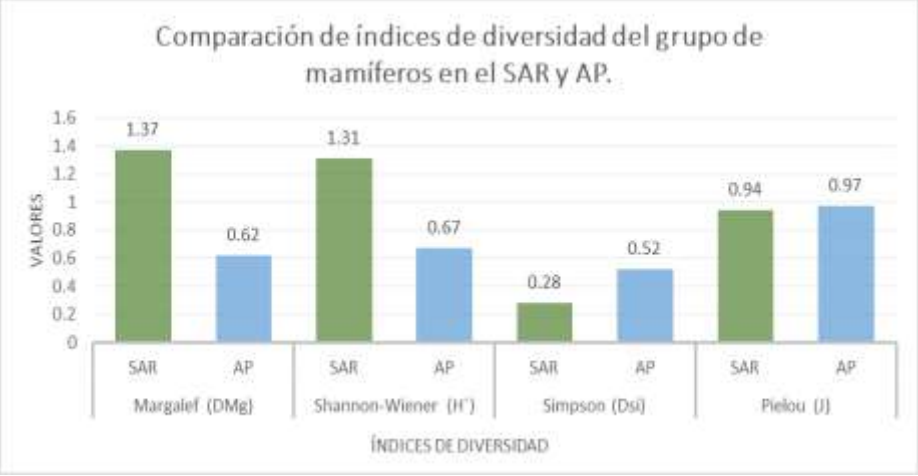


Figura 48. Índices de diversidad de mamíferos en el SAR y AP.

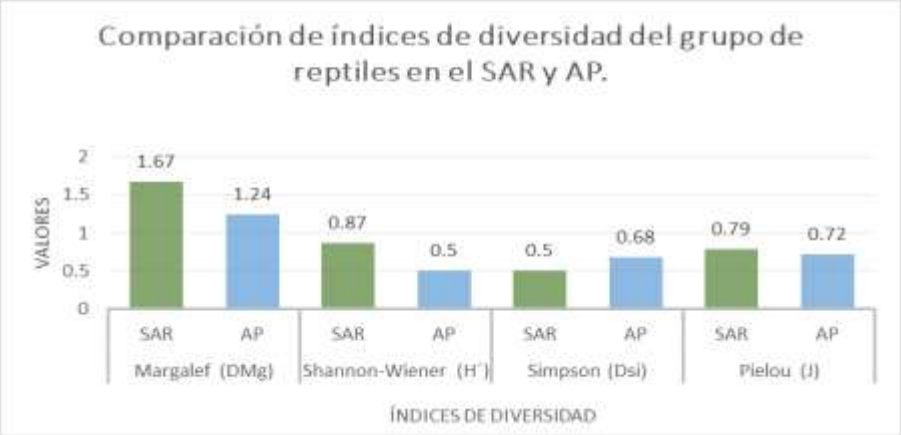


Figura 49. Índices de diversidad de reptiles en el SAR y AP.

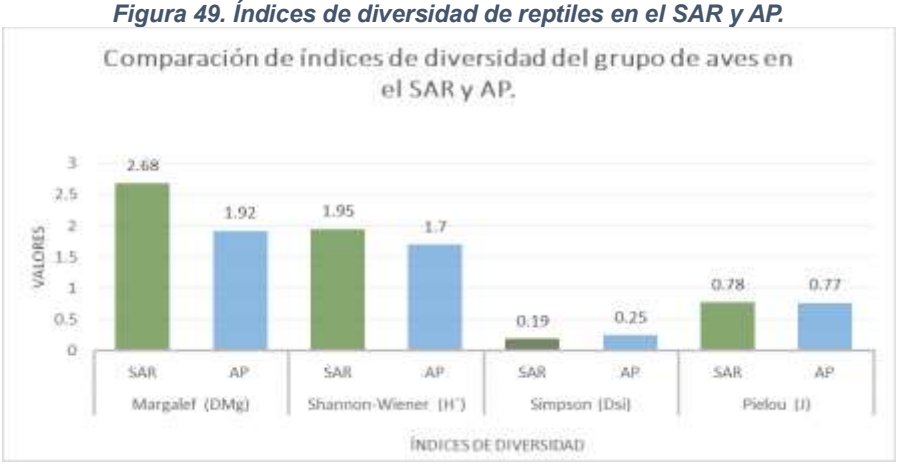


Figura 50. Índices de diversidad de aves en el SAR y AP.

IV.3.3. Medio socioeconómico.

1) Municipio: El Llano, Aguascalientes.

El municipio de El Llano recibe este nombre debido a que constituye la única región del estado de Aguascalientes caracterizada por la presencia de un llano. Es uno de los municipios de más reciente creación y su cabecera municipal es la localidad de Palo Alto.

El municipio de El Llano se localiza en la región oriental del estado de Aguascalientes, aproximadamente a 39 km de la capital estatal. El municipio limita al norte con Asientos; al sur y oeste con el municipio de Aguascalientes; y al este con el estado de Jalisco y cuenta con una superficie de 456.72 km² y 169 localidades, de las cuales una es urbana y 168 son rurales (Gobierno del Estado de Aguascalientes & H. Ayuntamiento de El Llano, 2022).

En relación con el área de estudio, dentro del SAR, las localidades representan una superficie de 0.33%. Las localidades más cercanas al área del proyecto son: El milagro a 0.6 km, copetillo a 2.7 km, Licenciado Jesús Terán a 3.2 km, Santa Rosa a 3.6 km, El copetillo a 4.6 km y Francisco Sarabia a 5 km (Figura 66).

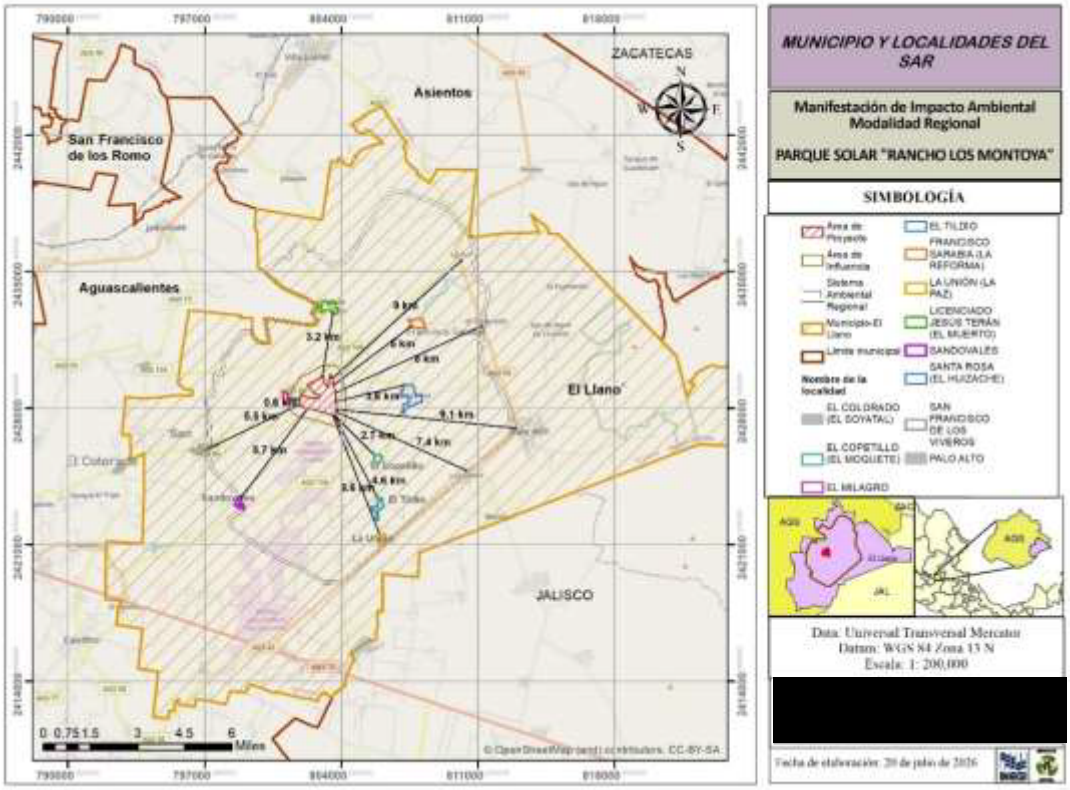


Figura 51. Localidades cercanas al proyecto "Rancho Montoya"

2) Población.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de El Llano registró 20,853 habitantes: 10,446 hombres y 10,407 mujeres. En 2010 se registraron 18,828 habitantes, por lo que entre 2010 y 2020 la población aumentó aproximadamente 10.8% (INEGI, 2021; Gobierno del Estado de Aguascalientes & H. Ayuntamiento de El Llano, 2022). Para la caracterización del Área del Proyecto se consideran 19 localidades con posible relación directa con el proyecto (Tabla 152).

Tabla 122. Número de habitantes por localidad relacionados directamente con el AP

Localidad	No. de habitantes
Santa Rosa (el huizache)	1.048
Licenciado Jesús Terán (el muerto)	841
El copetillo (el moquete)	236
El milagro	142
Tanque el coyote (el coyote)	92
El copetillo	91
El Chonguillo (el chonguito)	31
San Rafael	31
San José (San Antonio de Montoya)	21
Rancho nuevo	19
San Vicente (la pitacocha)	12

Las presas	10
La loma	8
San pedro el cotón	3
El refugio	3
La soledad	3
La trinidad	3
El triste	2
El cotón (rancho)	2
Total	**1551**

En 2020, el municipio registró 5,210 hogares censales y un promedio de 3.91 ocupantes por vivienda particular habitada. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más fue de 8.49 años, equivalente aproximadamente al segundo año de secundaria (INEGI, 2021). El salario promedio mensual en el primer trimestre de 2022 fue de $4.75k MX siendo superior en $283 MX respecto al trimestre anterior ($4.47k MX).

Tabla 123. Indicadores sociodemográficos seleccionados del municipio de El Llano, 2020.

Población total	Población Masculina	Población Femenina	Población Econo. Activa	Población Econo. Activa Ocupada	Grupos Étnicos	Salario mínimo vigente	Nivel de ingresos per cápita 2020
20853	**10,446**	**10,407**	**8,668**	**8,519**	**12**	**$159.00 MXN**	**Aumento 1.3%**

3) Servicios e infraestructura

3.1) Servicios de Comunicación

En materia de comunicación, el municipio dispone de servicios de telefonía e internet. Con base en el Censo de Población y Vivienda 2020, 25.5% de las viviendas disponían de internet, 20.0% de computadora, 85.7% de teléfono celular y 19.1% de televisión de paga (INEGI, 2021). El teléfono celular presenta una presencia amplia en las viviendas, el acceso a internet y a computadora es considerablemente menor (INEGI, 2021).

3.2) Transporte

El transporte público se realiza principalmente mediante servicios terrestres (sistema de "combis" que enlazan a todo el Estado de Aguascalientes). El municipio no cuenta con transporte urbano de pasajeros por las dimensiones reducidas de las estructuras urbanas de sus centros de población.

3.3) Servicios Públicos

En el municipio, los servicios públicos que se ofrecen a los habitantes son: agua potable, drenaje, energía eléctrica, mercados, tiendas, transporte, seguridad pública, panteón, parques y jardines. En 2020, la cobertura de servicios básicos en las viviendas fue de 98.1% para agua entubada, 98.5% para energía eléctrica y 96.1% para drenaje (INEGI, 2021).

Dentro del municipio se cuenta con una estación de Seguridad Publica ubicada dentro de la cabecera Municipal, sobre la carretera 43, la estación de bombero más cercana se encuentra a 30 minutos de la misma. Se cuentan con dos gasolineras, una ubicada en la cabecera Municipal y la otra en el entronque San Isidro. También se cuenta con un Centro de Salud Rural Palo Alto, ubicado en la cabecera municipal perteneciente al IMSS.

3.4) Educación

En el Municipio de El Llano se tiene una educación de vanguardia los estudiantes tienen opciones para elegir y decidir cuál es la dependencia que más le conviene para seguir con sus estudios comparado con la información de censo de población. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio es de 8.49, frente al grado promedio de escolaridad de 10.3 en la entidad (INEGI, 2021).

Se cuenta con 24 instituciones públicas de educación inicial; 14 preescolar general (públicos) y 14 preescolar (CONAFE). En el nivel primaria se encuentran 6 planteles (CONAFE), 24 primarias generales (públicas); En nivel secundaria se cuenta con 1 Secundaria Técnica. En lo que se refiere a bachillerato, encontramos 3 bachilleratos generales y 2 bachilleratos tecnológicos. De nivel superior, se cuentan con 2 instituciones, así como 2 centros de educación especial.

En 2020, los principales grados académicos de la población de El Llano fueron Secundaria (5.66k personas o 42.1% del total), Primaria (4.27k personas o 31.7% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (1.85k personas o 13.8% del total) (secretaria de Economía, s.f).

3.5) Servicios de Salud

Dentro del municipio como en el resto del estado y del país, contamos con diferentes servicios de salud, donde se atienden a la ciudadanía en general, los más sobresalientes son: Centro de Salud Rural Palo Alto, ubicado en la cabecera municipal perteneciente al IMSS, del cual se desprenden otros centros de salud rural disperso, que se ubican en las comunidades de Santa Rosa, La Unión, Los Conos y Ojo de Agua de Crucitas. Se cuenta con casas de salud, donde se brinda atención de primeros auxilios en las comunidades y posteriormente ser trasladadas a los diferentes centros de salud existentes en el municipio.

Los lugares de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron: Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (8.44k), IMSS (Seguro social) (6.51k) y Otro lugar (2.68k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (8.42k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (7.61k) (secretaria de Economía, s.f).

3.6) Vivienda

En 2020 se registraron 5,210 hogares censales y 6,598 viviendas totales en el municipio. El promedio de ocupantes en las viviendas particulares habitadas fue de 3.91 personas.

En cuanto a las condiciones de vivienda, 98.4% contaba con piso distinto de tierra, 98.5% con energía eléctrica, 98.1% con agua entubada y 95.7% con excusado o sanitario (INEGI, 2021; Gobierno del Estado de Aguascalientes & H. Ayuntamiento de El Llano, 2022). En cuanto a servicios básicos, se tiene que un 98.1% de ocupantes por vivienda disponen de agua entubada, el 95.66% de ocupantes por vivienda disponen de excusado, y el 98.5% de ocupantes por vivienda dispones de energía eléctrica (secretaria de Economía, s.f).

3.7) Vías de Acceso y distancia al predio

El acceso principal al Área del Proyecto (AP), correspondiente al Parque Solar “Rancho Los Montoya”, se realiza desde la ciudad de Aguascalientes hacia el oriente por la carretera estatal 68, que constituye el eje de acceso regional y, a partir de ella, se toma la vialidad local que conduce directamente al predio del proyecto en un tiempo aproximado de 40 minuto a una distancia de 27 km. (Figura 67).

Esta carretera comunica la zona urbana de Aguascalientes con localidades del sector oriental, entre ellas Norias de Ojocaliente, Tanque El Trigo y San Francisco, desde donde se continúa por la vialidad existente hasta el área del proyecto.

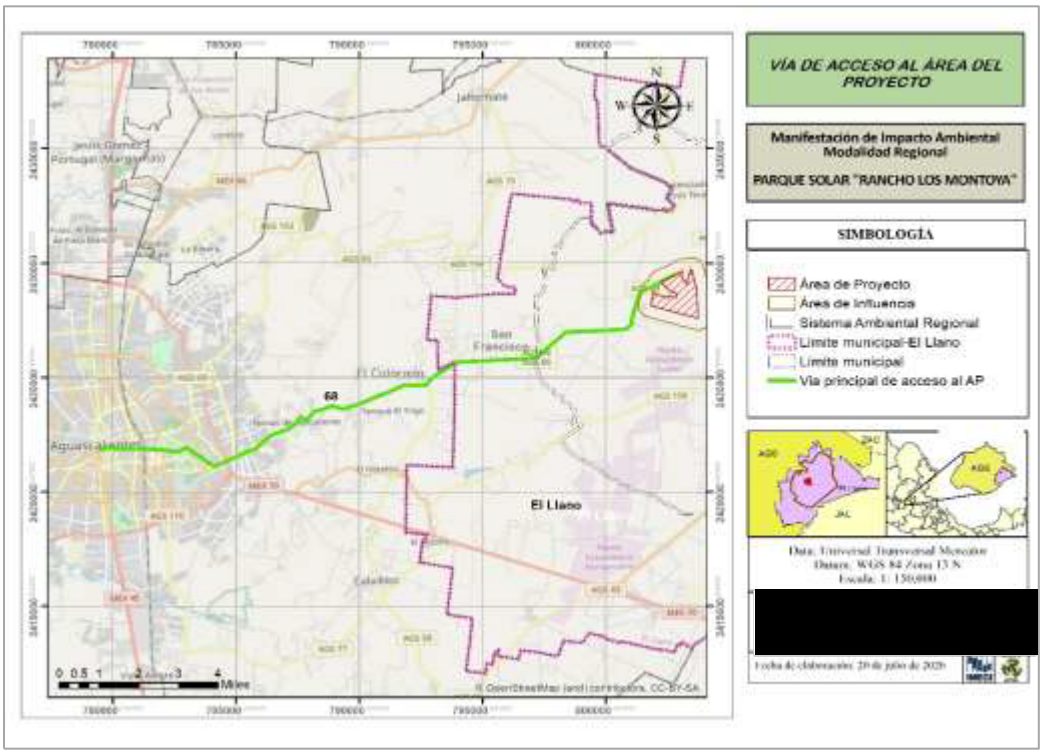


Figura 52. Vía principal de acceso al área del proyecto.

3.8) Servicios e infraestructuras del municipio El Llano-Aguascalientes

El municipio de El Llano cuenta con diversos servicios e infraestructura que atienden las necesidades básicas de su población y favorecen la comunicación, movilidad y desarrollo de las actividades económicas y sociales. Entre estos se incluyen medios de comunicación, vías y medios de transporte, servicios públicos, centros educativos y de salud, características de la vivienda y espacios destinados a la recreación (INEGI, 2021; Gobierno del Estado de Aguascalientes & H. Ayuntamiento de El Llano, 2022).

En la siguiente tabla (Tabla 15) se presenta la disponibilidad de estos servicios e infraestructura en el municipio, de acuerdo con las categorías consideradas para la caracterización del área de estudio.

Tabla 124. Servicios, infraestructura y equipamiento disponibles en El Llano.

SERVICIOS		
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	**SI**	**NO**
Teléfono	X	
Telégrafo	X	
Correo	X	
Otros	X	
MEDIOS DE TRANSPORTE		
Terrestres	X	
Aéreos	X	X
Acuáticos		X
Otros		X
SERVICIOS PÚBLICOS		
Agua (potable, tratada)	X	
Energéticos (Combustibles)	X	
Electricidad	X	
Sistema de manejo de residuos	X	
Drenaje	X	
Canales de Desagüe	X	
Tiradero a cielo abierto		X
Basurero Municipal	X	
Relleno Sanitario	X	
Incinerador		X
Otros		X
CENTROS EDUCATIVOS		
Enseñanza Básica	X	
Enseñanza Media	X	
Enseñanza Media Superior	X	
Enseñanza Superior	X	
Otros	X	
CENTROS DE SALUD		
De 1er Grado	X	
De 2do Grado	X	
VIVIENDA		
Madera		X
Adobe	X	
Tabique	X	
Block	X	
ZONAS DE RECREO		
Parques	X	
Centros deportivos	X	
Centros Culturales	X	
Bibliotecas	X	

4) Actividades

4.1) Agricultura

La actividad agrícola en el municipio se desarrollan cultivos de temporal y de riego, por lo que la producción se relaciona con la disponibilidad de agua y las condiciones climáticas. El ordenamiento municipal reconoce la importancia de las actividades agropecuarias para las localidades rurales (Gobierno del Estado de Aguascalientes & H. Ayuntamiento de El Llano, 2022).

4.2) Ganadería

La ganadería forma parte de las actividades productivas del municipio y se desarrolla mediante sistemas extensivos e intensivos. Entre las especies y productos asociados se encuentran bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, equinos y aves de corral, además de productos como carne, leche, huevo y miel.

4.3) Industria

El municipio de El Llano presenta un desarrollo industrial aún limitado en comparación con otras zonas del estado de Aguascalientes; sin embargo, cuenta con infraestructura y establecimientos vinculados con diversos sectores productivos.

Entre las empresas identificadas se encuentran X-NOX, S.A. de C.V., del sector agroindustrial; TUBECO, S.A. de C.V., relacionado con la industria de la construcción; PROBAIN, S.A. de C.V., del sector manufacturero; SABROPOLLO/INTERPEC San Marcos, S.A., de la industria avícola; DEEM CRANE EQUIPOS, S.A. de C.V., del sector metalmecánico; ALFIL PLÁSTICOS, S. de R.L. de C.V., de la industria del plástico; CORRUPAQ de Aguascalientes, S. de R.L. de C.V., dedicada a productos de cartón; HIGH PERFORMANCE CHEMICAL & SCHURTZ, relacionada con la elaboración de lubricantes; y FASHION CONTRACTING, S.A. de C.V., perteneciente al sector textil.

4.4) Comercio

El comercio se desarrolla principalmente mediante pequeños establecimientos y comercios minoristas ubicados en la cabecera municipal y en las localidades. También se realizan actividades comerciales periódicas y existe intercambio de bienes y servicios. El comercio minorista representa una fuente relevante de autoempleo y actividad económica local.

El comercio se lleva a cabo a través de establecimientos tales como ferreterías, papelerías, farmacia, tiendas de muebles y abarrotes, encontrándose en su mayoría en la cabecera municipal. Cabe mencionar que la gente del municipio, realiza en gran parte sus actividades comerciales principalmente en Aguascalientes y Palo Alto cabecera municipal.

Entre las actividades artesanales se encuentran trabajos realizados con la elaboración de figuras de madera inicio hace aproximadamente 12 años, con troncos que se encontraban en el campo; Para la elaboración de canastas, canastos, muebles, el material que se usa principalmente es el carrizo y de manera opcional se emplea pintura en colores (verde, rojo, azul, amarillo); macetas de piedra y aretes de semillas.

4.5) Turismo

En Palo Alto, así como otras localidades de este municipio, ofrece atractivos naturales, históricos y culturales dignos de ser explorados para enriquecer los valores turísticos que puede ofrecer el Estado. Entre los edificios más importantes asociado con la antigua hacienda de la familia Rincón Gallardo y con la importancia del águila real en la región.

En este municipio se sitúan “Los Conos”, una localidad situada sobre la carretera que conduce hasta la Cabecera Municipal, en donde se encuentran un conjunto de silos que se encontraban en funcionamiento durante la época de esplendor de la hacienda, como estructuras para almacenar lo que se cosechaba en los campos de la región.

En la localidad de Sandovales, se conservan tradiciones y características propias de la vida rural de la región, que constituyen elementos de identidad cultural y pueden representar un atractivo para los visitantes. La localidad cuenta con espacios de recreación, entre ellos un bordo utilizado para actividades de pesca y convivencia. Sandovales también conserva elementos vinculados con la historia y las tradiciones religiosas, particularmente aquellas relacionadas con el periodo cristero, que forman parte de la memoria cultural de la comunidad. La localidad se encuentra reconocida oficialmente dentro de la estructura territorial del municipio de El Llano (Gobierno del estado de Aguascalientes, 2024).

5) Tipo de economía

La economía municipal presenta componentes de autoconsumo y de mercado. Las actividades agropecuarias pueden atender tanto necesidades de las familias productoras como generar productos destinados a su comercialización. Paralelamente, el comercio y los servicios responden a la demanda local y regional. En este sentido, ambos mecanismos económicos coexisten dentro de la dinámica productiva municipal.

La estructura económica de El Llano combina actividades primarias, comercio, servicios y una participación industrial menor. Esta diversidad constituye una base para el desarrollo económico, aunque también evidencia la importancia de fortalecer la generación de empleo y las oportunidades productivas locales.

6) Cambios sociales y económicos

La dinámica social y económica del municipio está relacionada con el crecimiento de la población, la movilidad laboral y la transformación de las actividades productivas. Para 2020, El Llano registró 20,853 habitantes, frente a 18,828 en 2010, lo que representa un crecimiento aproximado de 10.8% en el periodo (INEGI, 2021).

La movilidad de la población y la disponibilidad de empleo son factores relevantes para la dinámica socioeconómica municipal. La tendencia a que se reduzcan las posibilidades de migración exige buscar estrategias, tanto para lograr que los recursos provenientes de la migración se aprovechen para el desarrollo de las comunidades, como la necesidad de brindar alternativas laborales para aquellos ciudadanos que se ven impedidos a continuar con los procesos migratorios. Aspectos claramente preponderantes como la limitada oferta de empleos de calidad ponen sobre la mesa los enormes problemas que afectan la vida social de la población.

De acuerdo con CONEVAL, en 2020 el municipio presentó una proporción de población en situación de pobreza de 40.6% y una población vulnerable por carencias sociales de 35.1%. Asimismo, 23.0% de la población presentó carencia por acceso a los servicios de salud. Estos indicadores muestran que persisten condiciones de vulnerabilidad social que deben considerarse en la planeación del desarrollo municipal (CONEVAL, 2022).

Entre los retos socioeconómicos del municipio se encuentran la generación de empleo, la diversificación productiva y la mejora de las condiciones de acceso a servicios y oportunidades. La estructura territorial predominantemente rural hace necesario fortalecer la conectividad y la articulación entre las localidades y los principales centros de servicios.

El sector comercio y servicios representa una fuente importante de actividad económica y empleo local. Su presencia se concentra principalmente en la cabecera municipal y funciona como soporte para las necesidades cotidianas de la población de las localidades rurales.

El comercio minorista tiene relevancia por la cantidad y diversidad de establecimientos y por su capacidad para generar autoempleo. Sin embargo, una parte importante de estas actividades se desarrolla mediante negocios familiares, por lo que su crecimiento depende de las condiciones de consumo local y regional.

Las capacidades para el impulso económico de Palo Alto, residen en la posibilidad de introducir inversiones productivas en ramas que exigen poca especialización técnica y niveles de preparación baja, tal como la manufactura de ladrillos y otros insumos para la construcción.

En la siguiente tabla se identifican los principales aspectos sociales y económicos que pueden presentar cambios asociados con procesos de desarrollo y crecimiento regional. Para el caso del proyecto, estos elementos deben interpretarse como factores potenciales y no como impactos ya comprobados.

Tabla 125. Factores sociales y económicos potencialmente relacionados con el desarrollo regional.

Cambios sociales y económicos	
Demanda de mano de obra	X
Cambios demográficos (migración, aumento de la población).	X
Aislamiento de núcleos poblacionales.	
Modificación en los patrones culturales de la zona.	X
Demanda de servicios.	X
Medios de comunicación.	X
Medios de transporte.	X
Servicios públicos.	X
Zonas de recreo.	X
Centros educativos.	X
Centros de salud.	X
Vivienda.	X

IV.3.4. Paisaje.

Para realizar la evaluación y análisis del paisaje visual o percibido es necesario tener presente que la percepción de la belleza del paisaje es un acto de interpretación por parte del observador a través de sus mecanismos fisiológicos y psicológicos y es el observador el que va a determinar las características fundamentales de su interpretación, sin olvidar que el paisaje es la resultante de las combinaciones geomorfológicas, climáticas, bióticas y antrópicas y que el paisaje actual no es el final del proceso pues este siempre va a estar determinado por modificaciones en el tiempo constituyéndose como un conjunto dinámico. Los componentes ecológicos aportan cierta heterogeneidad al paisaje, en donde la cobertura vegetal y las actividades antrópicas dominan visualmente, seguidas de las formas del relieve.

La evaluación y estudio del paisaje, permitirá dar cuenta del estado y valor paisajístico que presenta en la actualidad el sector, con la consiguiente interpretación de las respuestas que el medio tendrá frente a potenciales acciones que se sometan sobre él, dando como resultado, las bases que permiten desarrollar y elaborar las medidas de adecuación, restauración y manejo de sus componentes para evitar su degradación.

El presente apartado analiza los componentes de los elementos que intervienen tanto en la composición como en la formación del paisaje y que son materia de observación definiendo su composición, contraste y dominancia visual, así mismo se determina como se encuentra el paisaje definiendo su Calidad Escénica y Fragilidad Visual.

a) Metodología de evaluación de los componentes del paisaje.

El diagnóstico consta de dos partes: la primera está orientada a evaluar la calidad visual intrínseca del paisaje. La segunda se centra en la evaluación de la capacidad de absorción o fragilidad visual de dicho paisaje, es decir, su resiliencia. Previamente, se evalúan las propiedades visuales y arquitecturales de las distintas cuencas visuales, para lo cual se ha considerado la presencia del tipo de paisaje natural que predomina, considerando todos los aspectos propios de este paisaje.

Ubicación.

El Proyecto, geográficamente se encuentra ubicado en el estado de Aguascalientes, en el municipio del Llano, en una llanura árida y cálida, con escasas precipitaciones.

Análisis de Accesibilidad Visual.

Para realizar un análisis de la belleza escénica completa se ha distribuido el área considerando las características de las áreas donde están ubicados los componentes del proyecto. Específicamente se presentan dos:

b) Análisis de la calidad visual o belleza Escénica del Paisaje.

Primeramente, se debe de identificar los componentes visuales de los paisajes presentes en el área. Una vez identificados se evalúan las características visuales básicas de estos componentes, empleando para ello el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Así, se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de

valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

A continuación, se presenta los criterios y puntuaciones que fueron aplicados a cada componente del paisaje.

Tabla 126. Criterios de valoración de la calidad visual del paisaje BLM (1980).

Componentes	Criterios de valoración y puntuación		
	Alta	**Media**	**Baja**
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes.	Formaciones erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes, o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle plano, pocos o ningún detalle singular.
	5	3	2
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, o, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
	2	1	0

Se determinó la composición, el contraste y las propiedades visuales de cada componente del paisaje actual, obteniéndose los resultados que se presentan.

Elemento valorado	Características visuales destacadas	Atributos	Comentarios
Morfología o topografía	Pendientes menores al 10% estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados	Llanura arenosa, plana con pocos elementos destacables muy aislados.	El rango de visión es limitado.
Suelo y roca	Tiene bajo contraste con el conjunto. El suelo posee textura gruesa con presencia de rocas de mediano tamaño.	En general presenta suelos arenosos en tonos beige	Presenta medio contraste, tonalidades blancas y claras.

Vegetación	Presencia de vegetación con buena estratificación de especies.	Presencia de vegetación nativa de alta dominancia visual.	La estratificación es definida y diferenciable en la vegetación
Agua	Los cuerpos de agua son nulos durante gran parte del año, solo se presentan durante la época de lluvias	No hay cuerpos de agua en el área circundante	En general solo hay una sola época del año en que se observa la presencia de cuerpos de agua
Actuación humana	Modificaciones débiles al entorno, alteraciones recientes.	La calidad escénica esta modificada en menor grado por obras.	Poca presencia de cambio por el ser humano

Componentes del paisaje importantes valorados	
	Características sobresalientes
Color	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. En general en el área del proyecto los colores son de tonos uniformes, sin mostrar dominancia alguna.
Fondo escénico	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares

Utilizando los criterios de evaluación el método modificado de (BLM 1980), utilizado para las evaluaciones de calidad visual paisajística y los datos observados en campo se asignan los valores correspondientes a cada uno de los elementos del paisaje:

Tabla 127. Matriz de evaluación de calidad de paisaje en cuencas visuales.

Elementos	Puntuación
Morfología	2
Vegetación	1
Agua	3
Color	1
Fondo escénico	0
Singularidad o rareza	1
Actuaciones humanas	0
Total	**8**

Debido a que esta metodología se basa en la evaluación independiente de los componentes del paisaje correspondiente a una cuenca visual dada. Y que a cada componente se le asigna un valor, el cual al sumarse se establecen los tres niveles de calidad visual (Alto, Medio, Bajo) se deben sumar de modo que el producto de esa suma nos arroje un valor único de evaluación concluyendo, que mientras se obtengan valores crecientes, la calidad visual tendrá una calidad más alta y a valores bajos se obtendrá una calidad baja.

Tabla 128. Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.

Clase A	Áreas de Calidad Alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes. (Puntaje del 19 -33)
Clase B	Áreas de Calidad Media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales. (Puntaje del 12 -18)
Clase C	Áreas de Calidad Baja, áreas con poca variedad en la forma, color, línea y textura (Puntaje de 0 -11)

Debido a que el resultado es **8** la clasificación áreas con poca variedad en la forma, color, línea y textura (Puntaje de 0 -11). En base al resultado obtenido, el paisaje del área de estudio se encuentra en la **Clase C**, que corresponde a un nivel de calidad visual **BAJA.**

Análisis de Fragilidad y Capacidad de Absorción del Paisaje.

Para determinar la fragilidad (Susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él) o la capacidad de absorción visual del paisaje (Capacidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual) (ambas variables pueden considerarse inversas), se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan los puntajes a la siguiente función que determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

CAV = P * (E + R + D + C + V)

Dónde:

- P = pendiente
- D = diversidad de la vegetación
- E = erosionabilidad
- C = contraste de color
- R = potencial
- V = actuación humana

La siguiente tabla presenta los factores considerados, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla 129. Factores del paisaje determinantes de su "Capacidad de Absorción Visual" (CAV) (Yeomans, 1986).

Factor	Condiciones	Puntajes	
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 130. Factores del Paisaje en la zona de estudio.

Factor	Puntaje
Pendiente (P)	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	1
Potencial estético (R)	1
Diversidad de vegetación (D)	1
Actuación humana (C)	3
Contrastes de color (V)	1

Estimando el CAV para el paisaje asociado al proyecto tenemos:

CAV = P * (E + R + D + C + V)
CAV= 3*(2+1+3+2+2)

CAV=21
El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia:

Tabla 131. Escala de referencia para la estimación del CAV.

Escala
Bajo=< 15
Moderado= 15-30
Alto= >30

Escala: Moderado.

Este valor corresponde a una capacidad de absorción visual **MODERADO**, lo cual significa que el paisaje del área de estudio presenta susceptibilidad **MEDIA** ante algunas modificaciones determinadas por el proyecto. Esto es debido a la alta perturbación antrópica que ya existe en el área y a que no posee características únicas dentro del ecosistema.

IV.3.5. Diagnóstico ambiental

El sistema que delimita la región de estudio es resultado de la interacción entre los subsistemas naturales y socioeconómicos. El sistema ambiental de la comunidad de Montoya y sus ranchos ubicados en el municipio de El Llano, al oriente de Aguascalientes se caracteriza por ser un ecosistema semiárido de la Mesa del Centro, con un fuerte impacto de actividades agropecuarias tradicionales y un relieve predominantemente plano. Predominan las especies espinosas y cactáceas adaptadas a la escasez de agua, tales como el Matorral xerófilo micropastizal y pastizal inducido, destacando poblaciones dispersas de mezquite (Prosopis laevigata) y huizache (Acacia farnesiana). El grado de conservación fitosanitaria suele ser de medio a bajo debido al sobrepastoreo histórico., el área del proyecto se encuentra cubierto por pastizales (como el pasto navajito), gran parte de estos suelos se han transformado con el paso de las décadas para la siembra de temporal. A pesar de la fragmentación del hábitat por la agricultura y ganadería, la zona alberga fauna típica del semiárido del altiplano mexicano, el área funciona como zona de forrajeo y tránsito para mamíferos pequeños y aves rapaces. Al ser un terreno plano, la fauna depende de los parches de matorral más densos para refugiarse.

La región carece de ríos caudalosos permanentes; el agua superficial corre solo mediante arroyos intermitentes durante la época de lluvias. Depende críticamente del Acuífero de El Llano para el riego y consumo. La escasez y abatimiento del acuífero subterráneo ha provocado crisis agrícolas, lo que ha llevado al abandono de parcelas de temporal.

La zona del SAR del rancho los Montoya está cruzada por arroyos intermitentes y líneas de flujo efímeras que solo conducen agua durante tormentas, es recomendable no obstruir los cauces; el diseño del parque solar deberá respetar las zonas de servidumbre federal marcadas por la CONAGUA.

Los suelos de esta planicie suelen ser de tipo castañozem y feozem, aptos para la agricultura si se cuenta con riego, pero altamente susceptibles a la erosión eólica cuando pierden su cobertura vegetal y a la compactación por maquinaria pesada.

El principal uso del suelo es principalmente agrícola de temporal (de bajo rendimiento debido al estrés hídrico) y ganadería extensiva. La introducción del parque solar representa un cambio drástico del uso del suelo rural a industrial/energético.

Al ser una llanura abierta, el entorno ha sufrido un fuerte impacto antrópico (humano). En años recientes se ha convertido en un punto estratégico para el desarrollo de proyectos de energía limpia (como parques solares fotovoltaicos) debido a sus altos niveles de radiación solar estables.

La región registra niveles de irradiación solar global horizontal (GHI) excepcionales (promedios superiores a 5.5 kWh/m²/día) y una baja tasa de días nublados al año, lo que justifica la viabilidad técnica del parque, sin embargo la construcción del proyecto afectara permanentemente una zona muy localizada que corresponde al área de influencia directa, el diagnostico general es el de la conservación de los recursos naturales, por lo que se puede garantizar que la biodiversidad no sufrirá alteraciones significativas.

Integración e interpretación del inventario ambiental

Con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la ejecución del proyecto, considerando la información que se recopiló en la fase de gabinete y de campo: se identificó el grado de conservación actual que presentan los factores del medio físico químico y biológico en la superficie propuesta de la construcción del proyecto; se analizaron las tendencias y comportamiento de los procesos de deterioro natural; así como la calidad de vida actual y futura de los habitantes como consecuencia de su puesta en marcha, tomando en cuenta el gran impacto social y económico que implica.

Además de la información previa, descrita para el análisis del sistema ambiental, fue necesario el inventario de los medios afectados en cada uno de los factores ambientales que lo componen. Estos factores ambientales son los diversos componentes del medio ambiente susceptibles de ser modificados por los humanos y que además pueden ser inventariados, cartografiados, medidos y valorados mediante diversos instrumentos. Por conveniencia es recomendable agruparlos en medios o componentes y dividirlos en parámetros. Se pueden integrar en 7 grupos:

- Factores físico - químicos (textura, topografía, salinidad, pH, gasto, etc.)
- Factores biológicos (flora, fauna, especies en peligro y amenazadas, corredores, patrones reproductivos, etc.)

- Factores paisajísticos (visibilidad, naturalidad, etc.)
- Factores relativos al uso del suelo (agropecuario, urbano, industrial, zonas arqueológicas, etc.)
- Factores relativos a la estructura, equipamiento, infraestructura y servicios.
- Factores socioculturales (densidad poblacional, patrones culturales, educación, justicia, nivel de vida, etc.)
- Factores económicos (nivel de consumo, empleo)

Por otro lado, en la medida de lo posible se integraron a dicho inventario algunos de los criterios siguientes y algunos otros para describir el escenario ambiental e identificar la interrelación de los componentes, y de forma particular detectar los factores mayormente impactados (puntos críticos).

Normativos

Son aquellos que se refieren a aspectos que están regulados o normados por instrumentos legales o administrativos vigentes tales como: Leyes (LDFS, LGEEPA), Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas para las descargas de aguas residuales, manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades dentro de Áreas Naturales Protegidas, etc., abordados ampliamente en el apartado de vinculación del proyecto con los instrumentos normativos aplicables.

Cabe destacar que, al no encontrarse escurrimientos permanentes en el sistema ambiental, próximos a la superficie del proyecto, no se cuenta con los parámetros de la calidad del agua, por lo que no fueron considerados en la evaluación del sistema ambiental actual; tomando en cuenta que el proyecto no influye sobre dichos elementos debido a que los escurrimientos son temporales.

En relación a los demás instrumentos jurídicos (Normativos) aplicables en la materia ambiental, se establece que el proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico Territorial, en la Región Ecológica o Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 2.32, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) numero 4 llamada "LLANOS DE LA MAGDALENA, corresponde a una política ambiental 2 de Preservación y Protección, y los coadyuvantes de desarrollo son: Minería-Turismo, con Otros sectores interesados al desarrollo**:** CFE - SCT. Señalando una prioridad baja para su atención.

En relación a los demás instrumentos jurídicos (Normativos) aplicables en la materia ambiental, se establece que el proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico, dentro de la **UGA 153** llamada El Llano, la política a la cual corresponde es la de aprovechamiento sustentable, área tiene un uso de suelo Pecuario, con usos compatibles los de: Pecuario, agricultura, turismo, materiales pétreos, conservación y *energías alternativas.*

Se permitirán usos industriales y urbanos no habitacionales (comercios, servicios e infraestructura) en los márgenes de la carretera federal 70 y la 36 estatal, siempre y cuando así lo permita el instrumento de planeación urbana correspondiente.

Para parques solares, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PMDUOT 2045), establece que la generación de energía renovable e infraestructura de servicios públicos son consideradas usos de suelo compatibles o condicionados en suelo agrícola o rural de baja productividad, ya que no demandan

habitabilidad urbana ni comprometen servicios públicos de red (como agua potable y drenaje residencial). El proyecto se vincula directamente con los ejes de Sustentabilidad Ambiental y Resiliencia, los cuales promueven la diversificación de la matriz energética y la transición hacia tecnologías de baja emisión de carbono en el estado de Aguascalientes.

El polígono del proyecto en el rancho de los Montoya se localiza fuera de los límites de los centros de población urbanizados. Se ubica en zonas catalogadas como suelo rural, agrícola o de conservación/amortiguamiento.

El proyecto dará cumplimiento en los rubros principales sobre el uso de suelo; las actividades permitidas y no permitidas; el manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como la regulación de bancos de materiales, que llevan asociadas Políticas y Lineamientos a las cuales el proyecto dará cumplimiento.

Para el factor físico-químico, se consideraron parámetros contenidos en las NOMs aplicables a la contaminación del suelo, los niveles de ruido, emisiones a la atmósfera y calidad del agua.

En el factor biótico se consideró la NOM-059-SEMARNAT-2010 y demás parámetros contenidos en la legislación ambiental de nuestro país y otras aplicables al cuidado de flora y fauna por las actividades de remoción de vegetación. Así mismo se llevó a cabo el análisis correspondiente de flora y fauna presentes en el sitio, en este documento se presentan los resultados para demostrar que no se comprometen aspectos de diversidad y conservación de los recursos.

En general durante la planeación del proyecto y la determinación de la viabilidad se llevan a cabo la consideración de la combinación de una serie de regulaciones ambientales que requieren de estudios específicos y permisos, como es el caso, para la generación de energía eléctrica, de ahí que los impactos que se puedan producir serán minimizados y mitigados de conformidad con los instrumentos de planeación, las medidas propuestas en este documento y las observaciones realizadas por las dependencias pertinentes. Del mismo modo se lleva a cabo el análisis de la normatividad aplicable al proyecto que se propone.

El desarrollo del parque solar en la localidad del rancho de los Montoya no contraviene ninguna disposición de los Programas de Desarrollo Urbano estatales o municipales. Por el contrario, se integra de forma armónica como infraestructura de soporte que valoriza terrenos rurales con severas limitaciones hídricas, convirtiéndolos en activos de generación sustentable de energía conforme a la visión del PMDUOT de El Llano al año 2045. Se concluye que el Proyecto presenta compatibilidad territorial absoluta y viabilidad urbanística para su ejecución."

De diversidad

Son criterios que utilizan a este parámetro equiparándolo con la probabilidad de encontrar un elemento distinto dentro de la población total, por ello considera el número de elementos distintos y la proporción entre ellos. En general se suele valorar como una característica positiva de valor alto, ya que en vegetación y fauna está estrechamente relacionada con ecosistemas complejos y bien desarrollados.

Se llevó a cabo el análisis de diversidad al interior del predio y fuera de él, para realizar la comparación y demostrar que no se compromete la diversidad de las especies presentes en la superficie del proyecto, tanto para la flora como para la fauna silvestre dada su representatividad en el sistema ambiental con el mismo tipo de vegetación que el que presenta la superficie propuesta para el proyecto. Para determinar la diversidad de las variables analizadas en el inventario ambiental, previo a ejecución del proyecto, se consideraron los siguientes aspectos:

Las condiciones físicas del área se encuentran alteradas, dominadas por actividades antropogénicas. El municipio de El Llano, presenta una serie de problemáticas ambientales sinérgicas derivadas tanto de sus condiciones fisiográficas y climáticas naturales (restricciones intrínsecas), como de la presión histórica ejercida por las actividades antropogénicas tradicionales (agricultura de temporal y ganadería extensiva).

La remoción histórica de la cobertura vegetal original para abrir parcelas de cultivo de temporal, actualmente abandonadas muchas de ellas por su baja productividad, lo cual ha expuesto al suelo a una intensa erosión eólica provocada por las ráfagas de viento constantes de la Mesa del Centro. Asimismo, durante los eventos de precipitación torrencial estival, la falta de cobertura vegetal favorece el lavado de la capa orgánica superficial y la formación de cárcavas menores, acelerando la desertificación local.

No habrá afectación de ambientes que constituyen áreas de reproducción de especies de importancia por su estado de conservación, endemismo o interés cultural.

El matorral crasicaule y los pastizales nativos del SAR muestran signos avanzados de perturbación y fragmentación biótica. Como se demostró cuantitativamente en el análisis de diversidad del estrato arbóreo, el ecosistema presenta una riqueza específica muy baja (S = 4) y una diversidad reducida (Shannon H' = 0.99), caracterizada por una clara dominancia de especies espinosas secundarias y colonizadoras como el Mezquite (Prosopis laevigata) y el Huizache (Acacia farnesiana).

Los resultados consolidados para el estrato arbustivo, indican que el índice de Margalef (DMg = 1.58) se ubica por debajo del umbral estándar de 2.0. Si bien el inventario registra una riqueza absoluta moderada de 10 especies (S=10), el índice refleja un decremento artificial debido a la severa asimetría en el tamaño de las poblaciones ecológicas. El índice de Shannon–Wiener (H'=0.80) confirma de manera contundente una diversidad baja dentro del matorral, mostrando una marcada desviación respecto a su diversidad máxima esperada (H'max = 2.30).

Los resultados consolidados para el estrato cactáceo revelan un escenario ecológico de baja riqueza específica (S=4) y una diversidad marcadamente deprimida, como lo demuestra el índice de Shannon-Wiener (H' = 0.71), el cual se posiciona lejos de su potencial máximo esperado (H'max = 1.39). Esta simplificación del estrato responde a una elevada dominancia ecológica (DSi = 0.64), provocada por el monopolio poblacional del Nopal (Opuntia streptacantha), que concentra el 78.24% de los individuos de la muestra. Por consiguiente, el índice de Pielou (J' = 0.51) ratifica una equidad moderada-baja, reflejando una estructura comunitaria asimétrica donde las familias de cactáceas globosas menores (Coryphantha ottonis y Mammillaria heyderi) sobreviven en densidades muy restringidas a la sombra de los manchones de nopales dominantes.

En contraste drástico, el estrato herbáceo del SAR manifiesta el comportamiento ecológico más maduro y estable del SAR. Se identificó una riqueza absoluta elevada de 19 especies (S=19), la cual soporta un índice de Shannon-Wiener de 2.47, clasificando formalmente a este estrato con una diversidad media-alta. A diferencia de los componentes leñosos y arbustivos, el estrato herbáceo registra una dominancia sumamente baja (DSi = 0.11) y un índice de equidad de Pielou sobresaliente (J' = 0.84).

Los valores cuantitativos evidencian que, a pesar de la fuerte abundancia de la Navajita (Bouteloua gráciles), los componentes herbáceos remanentes tales como *Dissodia popposa, Dichondra argentea y Adenophyllum cancellatum*, coexisten bajo un esquema de distribución de abundancias altamente homogéneo y equilibrado. Esta solidez en los índices de equidad demuestra que el banco de semillas del suelo orgánico superficial en el SAR retiene una notable capacidad de resiliencia ecológica estacional, la cual debe ser protegida prioritariamente durante las maniobras de despalme del proyecto solar.

Rareza

Este indicador hace mención a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta (por ejemplo: ámbito, local, municipal, estatal o regional).

De acuerdo con la caracterización del medio físico-químico, biológico, económico y sociocultural, se puede establecer que la zona donde se localiza el proyecto no posee características únicas o excepcionales respecto al resto del territorio municipal.

La rareza de las especies tanto de fauna silvestre como de vegetación, se determina con su distribución local o regional y más ampliamente con su inclusión dentro de alguna categoría en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Las especies dominantes registradas en el muestreo (Prosopis laevigata y Acacia farnesiana) son de las plantas leñosas más comunes, abundantes y resistentes de todo el país.

El matorral crasicaule y el matorral xerófilo que caracterizan al SAR son ecosistemas ampliamente distribuidos y sumamente representativos de la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro y del Altiplano Mexicano. No se trata de un ecosistema relicto (antiguo y aislado), ni de un microclima único o un oasis en medio del desierto. Ocupa millones de hectáreas en estados vecinos como Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco.

No se afectarán ecosistemas únicos o frágiles, debido a que el tipo de vegetación a afectar se distribuye en el sistema ambiental en sitios con mejores condiciones que la que presenta el predio. La caracterización de la problemática del SAR demuestra que el polígono del Proyecto no se asienta sobre un ecosistema prístino o de alto valor de conservación; por el contrario, se sitúa en una matriz ambiental significativamente impactada, con baja diversidad biótica y un severo estrés hídrico. Bajo este contexto, el cambio de actividad hacia la generación de energía fotovoltaica representa una alternativa de aprovechamiento sustentable del suelo que detiene la presión del sobrepastoreo tradicional y no compite por los escasos recursos del acuífero local, coadyuvando indirectamente a la estabilización del terreno mediante el control mecánico controlado de la vegetación.

No se afectarán especies vegetales endémicas, especies catalogadas en la NOM059-SEMARNAT-2010. La fauna que pudiera estar presente corresponde a especies menores, comunes, de amplia distribución y adaptación a la perturbación y se propone llevar a cabo

un programa enfocado principalmente al ahuyentamiento previo a las actividades de preparación del sitio.

El análisis para determinar la rareza de los ejemplares de flora y fauna presentes en la superficie en la que se pretende llevar a cabo el desmonte y la construcción del proyecto , consistió en identificar las especies asociadas al tipo de vegetación y la distribución de esta vegetación en el sistema ambiental regional como lo señala la LGDFS; encontrando que se distribuye ampliamente hacia los sitios que cuentan con el mismo tipo de vegetación que existe en el predio, dentro del municipio y la Región, en condiciones mejor conservadas que la situación que presenta actualmente la superficie propuesta y su área de influencia directa. En cuanto a la fauna, esta ha ido cambiando paulatinamente, pues a pesar de que vegetalmente esta zona se encuentra en buenas condiciones, existe un fenómeno que la misma espesura de la cobertura vegetal cubre de los ojos de las autoridades: la caza furtiva, de la cual las presas principales son las aves. No se observan especies de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT2010, al interior del sitio propuesto.

Debido al impacto que ya presenta la vegetación fue escaso el avistamiento de animales al momento de realizar el inventario, por lo que su presencia en el sitio del proyecto está condicionada y afectada al presentir la presencia humana que transita al interior del predio y por los ruidos que se generan en el ambiente por su cercanía a la carretera.

Naturalidad

La naturalidad estima el estado de conservación del ecosistema e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana, se clasifica formalmente como Baja a Moderada-Baja. Es un entorno con un avanzado estado de antropización.

La naturalidad del paisaje en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se determina mediante la interacción de tres factores clave: la alteración de la cobertura vegetal original, la presencia de infraestructura humana introducida y la composición estética del relieve.

El paisaje visual ya no corresponde a un ecosistema clímax o prístino, los datos analizados de los muestreos de flora evidencian un paisaje altamente modificado por actividades agropecuarias históricas como el sobrepastoreo y la agricultura de temporal.

Como se puede observar en el mapa de uso de suelo y vegetación los ecosistemas forestales al interior del sistema ambiental regional, la fisonomía dominante está marcada por la simplificación del matorral, que forma parches densos de una sola especie arbustiva Mimosa monancistra con el 80.89% de dominancia y zonas semiabiertas dominadas por el Mezquite y el Nopal de la especie Opuntia streptacantha.

Las áreas con mayor "sensibilidad visual" o naturalidad aparente se restringen exclusivamente a los bordes de los arroyos intermitentes, donde la vegetación retiene cierta estructura vertical.

La cercanía de vías de comunicación pavimentadas como la Carretera Estatal 68, los caminos de terracería que fragmentan el terreno, así mismo el tendido de líneas de alta tensión de la CFE y subestaciones eléctricas que rompen la continuidad del relieve plano, la presencia visual de otros macroproyectos fotovoltaicos ya operativos en la región de El Llano, lo que ha consolidado una transición del paisaje de carácter "rural-pastoril" a un paisaje de tipo "industrial-energético".

El análisis sistémico de la naturalidad del paisaje en el SAR demuestra que el entorno posee una baja fidelidad ecológica y un avanzado estado de alteración antrópica previa. La inserción de las estructuras del parque solar fotovoltaico generará una modificación en la composición visual de la llanura de una intrusión de elementos geométricos y superficies oscuras; sin embargo, este impacto no degrada un paisaje de alta fidelidad natural, escénico o turístico. El proyecto se integra a una matriz territorial que el propio Programa de Desarrollo Urbano municipal ha perfilado para el aprovechamiento de infraestructura energética, por lo que la alteración paisajística se dictamina como de magnitud moderada y espacialmente compatible.

Grado de aislamiento

A pesar del avanzado estado de degradación por sobrepastoreo y las parcelas agrícolas abandonadas, los parches de matorral crasicaule mantienen continuidad espacial directa con las llanuras y lomeríos semiáridos que se extienden hacia el oriente del estado dirigidos hacia la Sierra de Tepezalá y Asientos y las zonas colindantes de Zacatecas y Jalisco.

Las poblaciones de mezquite (Neltuma laevigata) y uña de gato (Mimosa monancistra) que dominan el muestreo del área de influencia, están ampliamente distribuidas por toda la Mesa del Centro, lo que garantiza que exista un flujo génico continuo a través de polinizadores (insectos y viento), descartando un aislamiento genético en la flora.

A escala micro o local, el paisaje del SAR experimenta procesos de fragmentación inducida por el ser humano, los cuales generan un aislamiento relativo para ciertas especies de fauna de movilidad limitada (reptiles y mamíferos pequeños), la Carretera Estatal 68 y los caminos rurales consolidados que delimitan los ejidos actúan como barreras físicas y zonas de alta mortalidad por atropellamiento, interrumpiendo el libre desplazamiento de la herpetofauna así mismo la presencia de otros parques solares operativos en el municipio introduce polígonos cerrados por mallas perimetrales. Aunque estos parques aíslan porciones de suelo en su interior, el SAR en su conjunto mantiene corredores periféricos permeables.

El Efecto de los arroyos intermitentes de flujo efímeras presentes en el SAR que actúan como como corredores biológicos y que cruzan la zona del proyecto son el factor clave que evita el aislamiento del sistema, que, aunque permanecen secos la mayor parte del año, estos cauces funcionan como corredores biológicos naturales y refugios de biodiversidad. Debido a que la legislación federal (CONAGUA) impide edificar sobre ellos, estos canales mantienen la rugosidad vegetal y sirven como rutas de dispersión seguras para la fauna silvestre y vectores de semillas entre microcuencas.

El Sistema Ambiental Regional presenta un grado de aislamiento bajo, manteniendo una conectividad ecológica funcional con las unidades de matorral xerófilo del altiplano. Para evitar que la instalación del Parque Solar induzca un aislamiento artificial (efecto barrera) sobre las poblaciones de fauna menor y altere esta dinámica, el diseño ejecutivo del proyecto integrará un cercado perimetral permeable que consiste en un sistema de gateras o elevación de la malla a 15 cm sobre el nivel del suelo respetando la servidumbre ecológica de los arroyos intermitentes preexistentes, garantizando que el SAR conserve sus flujos de conectividad y dispersión biológica habituales tras la construcción.

En el caso de las aves no existe limitación alguna para su desplazamiento ya que pueden sobrevolar la zona. Para percha y anidación buscan lugares con mayor cobertura vegetal, por lo tanto, su hábitat se verá afectado, por el desarrollo del proyecto, pero podrán

desplazarse a sitios con mejores características a donde, de manera natural, lo hacen para alimentarse y reproducirse.

Calidad

A partir de la integración sistémica de los componentes abióticos, bióticos, de paisaje y conectividad analizados en el capítulo IV, se ha determinado que la calidad ambiental general del SAR donde se localiza el área del proyecto, se clasifica como Baja a Moderada-Baja. El sistema se encuentra en un estado de transición donde los procesos de degradación antropogénica histórica han condicionado su estructura y resiliencia.

Los muestreos cuantitativos en los diferentes estratos vegetales demuestran un ecosistema estructuralmente deprimido. El estrato arbóreo registra una riqueza muy baja (S=4) y una diversidad reducida (Shannon H'=0.99). Por su parte, el estrato arbustivo acusa una dominancia crítica (Simpson DSi=0.66) provocada por el monopolio de la Uña de gato (Mimosa monancistra con 80.89%). Estos índices reflejan un sistema biótico degradado por el sobrepastoreo continuo, alejado de las condiciones de un ecosistema prístino.

El SAR está sometido a una presión ambiental crítica debido al severo déficit del Acuífero del Valle de El Llano. La ausencia de escurrimientos superficiales permanentes y la pérdida de la rugosidad vegetal exponen a los suelos a tasas aceleradas de erosión eólica e hídrica, consolidando un proceso de desertificación local en parcelas agrícolas abandonadas.

La naturalidad del paisaje se determina como baja debido a la monotonía del relieve formado por llanuras aluviales y a la preexistencia de intrusiones visuales de carácter industrial y de servicios, tales como caminos pavimentados, subestaciones y líneas de alta tensión de la CFE, lo que define un entorno con baja fidelidad escénica.

Como un factor positivo, se tiene que el grado de aislamiento del SAR es bajo, el matorral crasicaule periférico mantiene continuidad física y flujo génico con la provincia de la Mesa del Centro, ayudado por la red de arroyos intermitentes que fungen como corredores biológicos naturales. El sistema es permeable, lo que facilita el desplazamiento de la fauna menor hacia zonas de amortiguamiento vecinas.

El SAR posee la capacidad de carga suficiente para absorber los impactos ambientales del proyecto, siempre y cuando se implementen de forma estricta las medidas de mitigación orientadas a conservar la servidumbre de los arroyos intermitentes y a mantener la permeabilidad del cercado perimetral.

Metodología para la evaluación de los factores ambientales respecto a su óptimo potencial en el ecosistema.

La evaluación de los factores ambientales puede efectuarse a través de diversas metodologías y criterios, la literatura especializada supone varios modelos, todos ellos orientados a darle objetividad, sin embargo, en todos persisten niveles variables de subjetividad difíciles de evitar, especialmente en lo que respecta a los criterios de valoración.

Para evaluar los componentes del inventario, particularmente al comparar las alternativas, fue conveniente valorar de forma diferenciada cada componente del medio físico- biótico y socioeconómico. Una vez que los factores del medio potencialmente afectables fueron

identificados, se ideó un mecanismo para expresar su estado de conservación actual (antes del proyecto), para ello se emplearon tablas de valoración de factores ambientales que requerían desde el simple enjuiciamiento hasta la valoración cualitativa basada en datos tomados en campo.

Las tablas de valoración de la calidad del ecosistema son la primera etapa de la Evaluación de Impacto Ambiental, y los valores obtenidos son considerados para su análisis integral en el apartado siguiente “Síntesis del Inventario” esta información es parte integral de la Matriz Ponderada empleada para la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto y la propuesta de las medidas de mitigación.

Las tablas para la evaluación del área de influencia (sistema ambiental) del proyecto están relacionadas en una hoja de cálculo para su procesamiento: contempla la valoración del sistema ambiental respecto a su optimo, la correspondiente valoración de los impactos ocasionados por el proyecto, y el análisis de los cambios ocasionados por las actividades del proyecto en cada uno de los factores involucrados en la valoración.

Las tablas empleadas que se muestran a continuación, nos indican en las celdas marcadas con una X que no cuentan con información inicial y se consideró no valorarlas sobre todo porque el proyecto no influirá en la modificación de dichos parámetros para lo cual se realizarán las medidas propuestas, que podrán ser monitoreadas posteriormente (durante la ejecución del proyecto) para evaluarlas y compararlas conforme a los parámetros ya establecidos en las NOMs respectivas. Tal es el caso de los parámetros para evaluar la calidad del agua ya que se puede observar claramente que el sitio del proyecto no interfiere con la calidad de este factor, debido a que no se encuentran presentes escurrimientos permanentes o cuerpos de agua que intercepten con el proyecto que deban ser atravesados por el paso de vehículos o existan potenciales derrames y desplazamiento de sedimentos hacia las corrientes.

Medio Físico-químico

	EAFRO_Suelo				
No.	**Parámetro**	**Rangos de categoría posibles**	**Unidad de descripción**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
1	Topografia (% de pendiente)	a) 0 - 10	%	4	4
		b) >10 - 40		3	
		c) >40 - 100		2	
		d) >100		1	
2	Profundidad del suelo	a) 0 - 10	cm	1	3
		b) >10 - 30		2	
		c) >30 - 60		3	
		d) >60 - 100		4	
		e) >100		5	
3	Pedregosidad	a) 0 - 10	% cobertura de superficie	4	3
		b) >10 - 50		3	
		c) >50 - 70		2	
		d) >70		1	
4	Textura predominante	a) Gruesa		1	3
		b) Fina		2	
		c) media		3	
		a) Fina		1	
		b) Media		2	
		c) Gruesa		3	

5	Estructura	a) Sin estructura		1	2
		b) Débilmente desarrollada		2	
		c) Moderadamente desarrollada		3	
		d) Fuertemente desarrollada		4	
6	Salinidad	a) <4 (normal)	dSm/cm	3	X
		b) 4 -16 (salino)		2	
		c) >16 (fuertemente salino)		1	
7	Sodicidad	a) <15 (normal)	% de sodio intercambiable	3	X
		b) 15 - 40 (sódico)		2	
		c) >40 (fuertemente sódico)		1	
8	Permeabilidad	a) Ninguna	Incidencia de inundaciones	4	4
		b) Ocasionales		3	
		c) Frecuentes		2	
		d) Permanentes		1	
9	Erodabilidad	a) 0 - 25	% de pérdida hori-	5	5
		b) >25 - 75	zonte A	4	
		c) >75 - 100		3	
		d) 0 - 30	% de pérdida hori-	2	
		e) >30	zonte B	1	
		a) Sin canalillos ó canalillos en	Cualitativa	3	2
		formación			
		b) Canalillos medianos-		2	
		profundos			
		c) Cárcavas		1	
10	Estabilidad	a) Presencia de fenómenos	Cualitativa	1	2
		(coladas de lodo, hundimientos,			
		desprendimientos de roca)			
		b) Ausencia de los anteriores		2	
11	Contaminación del suelo y subsuelo	a) Presencia de plaguicidas,	Cualitativa	1	1
		hidrocarburos y/o patógenos			
		b) Ausencia de los anteriores		2	
12	Contenido de materia orgánica	a) <1	%	1	2
		b) 1 - 3		2	
		c) >3		3	
Subtotal:					31
Valor máximo posible, según los parámetros medidos:					45
Valor mínimo posible según los parámetros medidos:					11
Estado ambiental del factor respecto a su optimo:					68.89

EAFRO_Agua superficial y subterránea

No.	**Parámetro**	**rangos de categoría posibles**	**Unidad de descripción**	**Referencia según normativa**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
1	Dirección del flujo del agua	a) No cambia	cualitativa		3	1
		b) Cambia ligeramente			2	
		c) Cambia sensiblemente			1	
2	GASTO DE FLUJO (Volumen/tiempo)	a) No cambia	m3/seg		3	2
		b) Cambia ligeramente			2	
		c) Cambia sensiblemente			1	
3	Permanencia del cuerpo de agua	a) No cambia	cualitativa		3	3
		b) Cambia ligeramente			2	
		c) Cambia sensiblemente			1	
4	Nivel de uso	a) Subutilizado	cualitativa		3	2
		b) Uso óptimo			2	
		c) Sobreutilizado			1	
5	Temperatura	a) Calidad normal + 1.5° ó inferior	°C	permisible	4	X

		b) Calidad normal + 2.5°		no permisible	1	
6	Turbidez	a) < ó = 10	UTN	permisible	4	X
		b) > 10		no permisible	1	
7	Color	a) < ó = 15.0	Unidades PT/Co	insignificante	3	X
		b) >15.0 - 75		permisible	2	
		c) >75		no permisible	1	
8	Olor	a) Ausente	cualitativa	insignificante	3	X
		b) Apenas perceptible		permisible	2	
		c) Sensiblemente notable		no permisible	1	
		a) Ausente		permisible	3	X
		b) Presente		no permisible	1	
9	Sabor	a) Característico	cualitativa	permisible	4	X
		b) No característico		no permisible	1	
10	Conductividad	a) < ó = 1000 (excelente)	mmhos/cm3	bajo	4	X
		b) >1000 - 1500 (buena)		moderado	3	
		c) 1500 - 2500 (permisible)		alto	2	
		d) >2500 (no permisible)		severo	1	
11	Dureza	a) < ó = 400	mg/L	permisible	4	X
		b) > 400		no permisible	1	
12	pH	a) 6.0 - 9.0		permisible	4	X
		b) <6 y >9		no permisible	1	
13	Coliformes	a) < ó = 500	NMP/100	insignificante	4	1
		b) >500 - 1000		permisible	3	
		c) >1000		no permisible	1	
14	DBO5	a) <ó = 1 (excelente)	mg/L	permisible	4	X
		b) >1 - 3 (bueno)		"	3	
		c) >3 - 5 (permisible)		"	2	
		d) >5 (no permisible)		no permisible	1	
15	Sólidos totales	a) <ó = 550	mg/L	permisible	4	X
		b) >550		no permisible	1	
16	Grasas y aceites	a) <ó= 10	mg/L	permisible	4	X
		b) >10		no permisible	1	
17	Nitratos	a) < ó = 0.4	mg/L	Insignificante	3	X
		b) > 0.4 - 5		permisible	2	
		c) >5		no permisible	1	
18	Nitritos	a) < ó = 0.01	mg/L	insignificante	3	X
		b) > 0.01 - 0.05		permisible	2	
		c) > 0.05		no permisible	1	
19	Sustancias tóxicas (plaguicidas e hidrocarburos)	a) < ó = límite permitido		permisible	4	X
		b) > al límite permitido		no permisible	1	
20	Metales pesados	a) < ó = límite permitido		permisible	4	X
		b) > al límite permitido		no permisible	1	
21	Nivel freatico	a) No cambia	m		3	3
		b) Cambia ligeramente			2	

		c) Cambia sensiblemente			1	
22	Nivel de uso	a) Subutilizado	cualitativa		3	2
		b) Uso óptimo			2	
		c) Sobreutilizado			1	
n	Cualquiera de los anteriores					X
X= Parámetros no medidos						
Subtotal:						14
				Valor máximo posible, según los parámetros medidos:		22
				Valor mínimo posible, según los parámetros medidos:		7
				Estado ambiental del factor respecto a su optimo:		63.64

EAFRO_Aire

No.	**Parámetro**	**Rangos de categoría posible**	**Unidad de descripción**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
1	Dirección del viento	a) No cambia	*Sexagesimales	3	1
		b) Cambia ligeramente		2	
		c) Cambia sensiblemente		1	
2	Velocidad del viento	a) No cambia	m/s	3	1
		b) Cambia ligeramente		2	
		c) Cambia sensiblemente		1	
3	Visibilidad	a) < 10	m	1	4
		b) 10-30		2	
		c) > 30-50		3	
		d) > 50		4	
4	Microclima	a) No cambia	T °C	3	2
		b) Cambia ligeramente	% Humedad	2	
		c) Cambia sensiblemente		1	
5	Olor	a) Ausente	Subjetivo	3	1
		b) Apenas perceptible		2	
		c) Sensiblemente notable		1	
6	Ruido	a) <= 65 (intensidad normal)	dB	4	3
		b) > 65 – 80 (moderada)		3	
		c) > 80 – 110 (alta)		2	
		d) > 110 -> 120 (muy alta)		1	
7	Partículas suspendidas	a) <= 75	mm/m3	4	4
		b) > 75		1	
8	Ozono	a) <= 0.11 (79 mg/m3)	ppm	4	X
		b) > 0.11		1	
9	Bióxido de azufre	a) < = 0.03	ppm	4	X
		b) > 0.03		1	

10	Monóxido de carbono	a) < = 11.0 (12.595 mg/m3)	ppm	4	X
		b) > 11.0		1	
11	Plomo (Pb)	a) <= 1.5	mg/m3	4	x
		b) > 1.5		1	
Subtotal:					16
Valor máximo posible, según los parámetros medidos:					26
Valor mínimo posible, según los parámetros medidos:					8
Estado ambiental del factor respecto a su óptimo					61.54

EAFRO_Paisaje					
No.	**Parámetro**	**Rangos de categoría posibles**	**Unidad de descripción**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
	Visibilidad*	a) Mirador panorámico	Cualitativo	4	4
		B) Área "interferida" visualmente		1	
2	Naturalidad	a) Natural	Cualitativo	4	1
		b) Antrópico		1	
		c) Mixto		3	
		a) Natural sin modificaciones		4	
		b) Natural inducida		3	
		c) Dominado por obras civiles		1	
3	Componentes paisajísticos	a) Homogéneos	Cualitativo	1	2
		b) Heterogéneos		2	
4	Contrastes	a) Naturales	Cualitativo	4	1
		b) Inducidos		1	
5	Nivel de ordenamiento del paisaje	a) Ordenado	Cualitativo	2	1
		b) Desordenado		1	
*** Está referido como una expresión de la "accesibilidad visual", o sea la porción de territorio que resulta visible desde el punto en cuestión.**					
Subtotal:					9
Valor máximo posible, según los parámetros medidos:					16
Valor mínimo posible según los parámetros medidos:					5
Estado ambiental del factor respecto a su optimo:					56.25

Medio Biótico

EAFRO_Vegetación				
No.	**Parámetro**	**rangos de categoría posibles**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
1	Tipo vegetación	a) Selva Alta Perennifolia	4	
		b) Bosque mesófilo	4	
		c) Bosque de coníferas	3	
		d) Bosque de encino	3	
		e) Selva mediana	3	
		f) Selva baja	3	

		g) Matorral desértico	3	
		h) Sabana	3	
		i) Palmar	3	
		j) Manglar	3	
		k) Popal-Tular	3	
		l) Vegetación de dunas costeras	2	
		m) Vegetación secundaria de anteriores	2	
		(acahuales, zonas perturbadas)		
		n) De uso agroforestal	3	
		o) Inducida (pastizales, agricultura de temporal)	2	2
		p) Sin vegetación	1	
2	Forma de vida predominante	a) Arborea	4	3
		b) Arbustiva	3	
		c) Herbácea (pastos, epífitas)	2	
		d) Mixta	3	
3	Cobertura (%)	a) Desierta o muy dispersa (< 5)	1	2
		b) Dispersa (5 - 50)	2	
		c) Discontinua (> 50 - 90)	3	
		d) Continua (100)	4	
4	Diversidad	a) Alta	4	2
		b) Media	3	
		c) Baja	2	
5	Abundancia	a) Alta	4	2
		b) Media	3	
		c) Baja	2	
6	Distribución	a) Amplia	2	3
		b) Regional	3	
		c) Local	4	
7	Densidad	a) Alta	4	2
		b) Media	3	
		c) Baja	2	
8	DESPLAZAMIENTO (dispersión)	a) Activo	4	4
		b) Condicionado	2	
		c) Impedido	1	
9	Estatus ecológico de especies criticas	a) Común	2	2
		b) Sujetas a protección especial	3	
		c) Raras	3	
		d) Amenazadas	3	
		e) En peligro de extinción	4	
		f) Endémica	4	
		g) Indeterminado	X	
10	Etapa sucesional ecológico	a) Avanzada	4	2
		b) Intermedia	3	
		c) Inicial	2	
11	Nivel de fragmentación de la vegetación	a) Alta	2	2
		b) Intermedia	3	
		c) Baja	4	
12	Nivel de perturbación	a) Regional	1	1
		b) Local	2	
		c) Puntual	3	
13	Régimen de perturbación	a) Cíclico	2	2
		b) Eventual	1	
		c) Indeterminado	X	

14	Corredores y rutas migratorias	a) Disponibles	4	2
		b) Condicionados	2	
		c) No disponibles	1	
15	Especies criticas	a) De elevado valor ecológico	4	1
		b) De importancia económica estratégica	3	
		c) De importancia sociocultural	2	
		d) Importancia no determinada	1	
Subtotal:				32
Valor máximo posible, considerando los parámetros medidos:				57
Valor mínimo posible, considerando los parámetros medidos:				15
Estado ambiental del factor respecto a su optimo:				56.14

EAFRO_Fauna				
No.	**Parámetro**	**Rangos de categoría posibles**	**Rangos de calidad ambiental**	**Valoración del sitio estudiado**
1	Diversidad	A) alta	3	2
		B) media	2	
		C) homogénea	1	
2	Abundancia	A) alta	3	1
		B) media	2	
		C) baja	1	
3	Distribución	A) amplia	1	1
		B) regional	2	
		C) local	3	
4	Densidad	A) alta	3	1
		B) media	2	
		C) baja	1	
5	Desplazamiento	A) activo	3	1
		B) condicionado	2	
		C) impedido	1	
6	Estatus ecológico	A) común	1	1
		B) bajo protección especial	2	
		C) raras	2	
		D) amenazadas	3	
		E) en peligro de extinción	4	
		F) endémicas	3	
		G) indeterminado	X	
7	Importancia de	A) estratégica	4	1
		B) no estratégica	1	
8	Importancia	A) alto valor ecológico	4	X
		B) importancia económica estratégica	3	
		C) de gran valor sociocultural	3	
		D) no determinada	X	
			Subtotal:	8
			Valor máximo posible, considerando los parámetros medidos:	23
			valor mínimo posible, considerando los parámetros medidos:	9

Estado ambiental del factor respecto a su optimo:	**34.78**

Socioeconómico

EAFRO_Socioeconómico					
No.	**Factor**	**Categorías posibles**	**Nivel de prioridad (del servicio ó infraestructura) para la sociedad**	**Nivel de pertenencia (del proyecto)**	**Valoración**
1	Servicios e infraestructura	a) Vivienda	i) Inmediato	4	
		b) Agua	ii) Corto plazo	3	
		c)Drenaje y alcantarillado	iii) Mediano plazo	2	1
		d) Energía y combustibles	iv) Largo plazo	1	1
		e) Comunicación			
		f) Transportes			
		g) Sanidad y asistenciales			1
		h) Comercio			1
		i) Educación, cultura y recreo			1
		j) Turismo			
				Subtotal	**5**
No.	Parámetro	Subfactores	Nivel de prioridad para la sociedad (del servicio o infraestructura)	Nivel de pertinencia del proyecto	Valoración del sitio
2	Sociocultural	a) Aceptabilidad social del proyecto	i) Altamente favorable	3	3
			ii) Moderadamente favorable	2	
		b) Calidad de vida	iii) Favorable condicionado	1	3
		Patrones inter-interculturales			
		d) Salud y seguridad			
		e) Integración social			3
		f) Patrimonio artístico, histórico-arqueológico			3
3	Poblacional y económico	a) Patrón de poblamiento			2
		b) Estructura poblacional			2
		c) Migración			1
		d) Economía regional y local			3
		e) Empleo y mano de obra			2
		f) Nivel de consumo			2
				Subtotal:	24
Total:					29
Valor máximo posible, según los parámetros considerados:					49
Valor mínimo posible, según los parámetros considerados:					15

Pertinencia socioeconómica del proyecto respecto a su optimo:	59818

Diagnóstico Ambiental Regional

De las tablas de valoración se puede obtener la relación porcentual del estado ambiental del factor respecto a su óptimo de cada uno de los componentes físico-químico y biótico del sistema ambiental; así como la pertinencia socioeconómica y cultural del proyecto. El óptimo potencial de cada factor corresponde al valor máximo posible, según los parámetros medidos.

Los valores porcentuales respecto a su óptimo se obtienen por regla de tres:

(Total o valor obtenido en la valoración) / (Valor máximo posible) * (100) De esta manera, los criterios de valoración empleados para describir el escenario ambiental e identificar la interrelación de los componentes y de forma particular los puntos críticos de diagnóstico, fueron a través de su calidad. Este parámetro se considera útil especialmente para problemas de perturbación al suelo, aire y agua; pero también aplicables a la vegetación fauna y paisaje; y se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores normales establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros físico-químicos y biológicos como del índice global de ellos.

Las tablas de valoración de los impactos ambientales permitieron conocer el estado actual de un factor dado, respecto a su estado "óptimo potencial".

Con el fin de conocer el estado de cada factor ambiental y su contribución a la calidad ambiental del sistema, se emplearon unidades homogéneas, es decir, debieron ser sustituidas las unidades de descripción de cada parámetro ambiental por los valores de una escala (semántica) de calidad ambiental. La sumatoria de los valores asignados a los parámetros (Subtotal), representa apenas una proporción del valor máximo de los mismos (sumatoria de todos los valores máximos), lo cual indica que los factores no se encuentran en condiciones ambientales óptimas. Dicha proporción se denomina "Estado Ambiental del Factor Respecto a su Óptimo (EAFRO)", y se muestra en la parte inferior de las tablas. Lo anterior podemos interpretarlo como el grado de acercamiento entre el estado actual del factor y el estado "óptimo" ambiental.

La comparación de los EAFROs constituye una referencia aproximada del grado de contribución de cada factor a la calidad general del sistema. Lo anterior es el punto de inicio para la asignación de la importancia ambiental de cada factor, la cual deberá expresarse en unidades homogéneas y comparables (Unidades de Calidad Ambiental).

Para la asignación ponderada de Unidades de Calidad Ambiental (UCAs) se acepta el supuesto de que un sitio ambientalmente óptimo merece una asignación de 100 UCAs y que cualquier disminución a la calidad de sus factores ambientales pertenece la correspondiente disminución en UCAs para el o los factores implicados. Por lo tanto, la ponderación de las UCAs del factor depende de la contribución del mismo al estado general del sistema.

Tabla 132. comparativa de EAFROs y su contribución respectiva al estado ambiental del sistema.

Factor	EAFRO (en %)	% de contribución con el estado ambiental general	UCA's
Suelo	68.89	17.20	17
Agua	63.64	15.89	16
Aire	61.54	15.37	15
Paisaje	56.25	14.05	14
Vegetación	56.14	14.02	14
Fauna	34.78	8.69	9
Socioeconómica	59.18	14.78	15
	4.004	100	100

EAFRO: Estado ambiental del factor respecto a su óptimo
UCA: Unidad de Calidad Ambiental

La comparación de los EAFRO's constituye una referencia aproximada del grado de contribución de cada factor a la calidad general del sistema.

De esta manera se tiene que de los factores del medio físico-químico el que presenta un mayor porcentaje de contribución al sistema ambiental es el SUELO tiene en el aporte de contribución a la calidad ambiental general del ecosistema, con un 17.20%; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 68.89%, es el factor que ocupa el primer lugar de contribución al sistema ambiental. Se caracteriza por la remoción histórica de la cobertura vegetal leñosa y arbustiva para actividades agrícolas y el sobrepastoreo extensivo han dejado al suelo desnudo en amplias porciones del polígono. Al ser una planicie expuesta a vientos constantes, la capa arable superficial sufre una pérdida constante de partículas finas. No obstante, debido a que el factor se encuentra en un equilibrio delicado, las obras civiles del proyecto representan una amenaza directa que podría deprimir drásticamente este índice. Por ello, se condiciona la etapa de preparación del sitio a un estricto Programa de Conservación de Suelos, proponiendo el rescate del horizonte orgánico superficial, el almacenamiento en un sitio del área del proyecto, con barreras contra el viento.

El factor ambiental AGUA es el que ocupa el segundo lugar, presenta un porcentaje de contribución al sistema ambiental con un aporte de contribución a la calidad ambiental general del ecosistema, con un 15.89%; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 63.64%, de acuerdo a que el SAR carece de ríos o lagos permanentes.

A pesar de la sequía estacional, la morfología y los cauces de los arroyos intermitentes no han sido rectificados, entubados o severamente modificados por infraestructura urbana, manteniendo su capacidad de conducción natural y su papel como vectores de recarga incidental durante las tormentas.

El flujo superficial queda restringido a una red de arroyos efímeros que solo conducen volúmenes torrenciales durante eventos de lluvia estivales, limitando la disponibilidad superficial de agua para los ecosistemas la mayor parte del año, así mismo al situarse en una periferia rural poco densificada en El Llano, el agua subterránea y los suelos de las microcuencas se encuentran **libres de descargas masivas de aguas negras o pasivos**

industriales pesados. Los parámetros fisicoquímicos básicos del agua subterránea remanente retienen condiciones naturales estable.

El valor crítico de 62.64% confirma que el factor agua es uno de los componentes más vulnerables y sensibles del Sistema Ambiental de Montoya. Bajo este escenario de estrés hídrico severo, el desarrollo de un parque solar fotovoltaico constituye una de las alternativas de uso de suelo con mayor compatibilidad ambiental para la región, debido a que su demanda de agua durante la etapa de operación es prácticamente nula en comparación con los esquemas de agricultura intensiva de riego que tradicionalmente agotan el acuífero. No obstante, para salvaguardar el valor remanente del recurso, las medidas de mitigación prohibirán la extracción de pozos locales para las fases de obra, exigiendo el uso exclusivo de agua tratada transportada por pipas autorizadas para el control de polvos y compactación. Asimismo, el diseño ejecutivo del parque debe garantizar el libre flujo de la red de arroyos intermitentes, evitando cualquier alteración física a los cauces federales que pudiera comprometer los procesos naturales de recarga incidental del subsuelo.

El AIRE como factor el medio ambiente presenta un porcentaje de contribución al sistema ambiental de 15.37% representa un tercer lugar y el estado actual del factor respecto a su optimo se encuentra en el 61.54 %. Lo anterior refleja una condición muy particular: aunque es una zona rural libre de las grandes emisiones industriales de gases de combustión urbana (como óxidos de nitrógeno o azufre), el factor calidad del aire se encuentra deprimido debido a la alta concentración de partículas suspendidas polvo/tierra (PM10 y PM2.5) generadas por las ráfagas de viento sobre suelos erosionados, sumado a las condiciones térmicas de la región.

Para evitar que las actividades de desmonte, despalme, excavaciones para la infraestructura solar de los paneles y el tránsito de maquinaria pesada sobre las terracerías que tienen el potencial de deprimir críticamente este indicador, generando nubes de polvo que afectarían a las comunidades vecinas y la visibilidad regional, se llevara a cabo un Programa de Mitigación de Emisiones a la Atmósfera, exigiendo el riego continuo de frentes de trabajo y caminos internos exclusivamente con agua tratada de pipa, el establecimiento de límites de velocidad estrictos (máximo 20 km/h) para vehículos de carga, y el cubrimiento con lonas de cualquier material térreo apilado para evitar el acarreo eólico.

De igual manera en el medio físico-químico, el PAISAJE con el 14.05% a la calidad ambiental general del ecosistema; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 56.25%. El paisaje actual se encuentra significativamente modificado. La línea del horizonte se ve interrumpida de manera constante por infraestructura humana pesada, destacando el tendido de líneas de alta tensión de la CFE, subestaciones eléctricas, postes de distribución y la cercanía de la Carretera Estatal 68, lo que deprime su valor estético original. La fragmentación del matorral por el sobrepastoreo histórico y la apertura de parcelas agrícolas que gran parte hasta el día de hoy en gran parte se encuentran abandonadas, ha creado parches visuales heterogéneos y zonas erosionadas que restan fidelidad al paisaje natural.

El paisaje ya es un recurso degradado y adaptado a la infraestructura de servicios del municipio. Esto significa que la instalación de miles de paneles solares fotovoltaicos no destruirá un santuario escénico prístino o de alto valor ecoturístico. Con el fin de no seguir aumentando los impactos o disminuyendo su calidad, el diseño del parque solar debe considerar la instalación de una barrera viva perimetral compuesta por especies nativas

como mezquites o huizaches que amortigüen la intrusión visual de los paneles fotovoltaicos desde los caminos rurales y carreteras colindantes, ayudando a reintegrar el polígono a la fisonomía rural-energética de la región.

Del medio biótico, la VEGETACIÓN es el factor que ocupa el primer lugar y contribuye con el 14.02% a la calidad ambiental general del ecosistema; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 56.14% en el área del proyecto. La vegetación nativa ya se encuentra en un estado avanzado de degradación inducida, A pesar de la degradación de la vegetación leñosa, el estrato herbáceo nativo funciona como el principal motor de estabilidad del SAR, reteniendo el banco de semillas necesario para la restauración del suelo, por otro lado las especies como el Mezquite y el Nopal mantienen poblaciones adultas estables y sanas que, aunque dispersas, proveen servicios ecosistémicos mínimos de fijación de nitrógeno y retención de humedad. Al ser la remoción de la vegetación uno de los impactos de mayor magnitud se deberá implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora enfocado exclusivamente en salvar el 100% de los ejemplares viables de cactáceas y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, un programa de desmonte por fases para proteger el estrato herbáceo remanente, y la prohibición de despalmar las zonas federales de los arroyos intermitentes, los cuales deben quedar como reservas de vegetación nativa inalterada dentro del layout del parque.

De los factores del medio biótico, la FAUNA con segundo lugar de este medio, ocupa un tercer lugar a nivel general; contribuyendo con un 8.69% a la calidad ambiental general del ecosistema; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 34.78 %. El avanzado deterioro del factor vegetación (calidad de 56.14%) impacta directamente a la fauna. La simplificación del matorral crasicaule y la dominancia de plantas espinosas no palatable reducen drásticamente la oferta de frutos, semillas y follaje tierno para herbívoros y granívoros, contrayendo la base de la pirámide trófica y la escasez de un estrato arbóreo complejo (S=4, diversidad de 0.99) limita los sitios de nidificación segura para aves y dormideros para mamíferos medianos. Los animales quedan expuestos en una llanura monótona (calidad de paisaje de 56.25%). El tránsito constante de ganado, el pastoreo ovino/caprino y la presencia de terracerías y la Carretera Estatal 68 inducen un constante estrés por perturbación acústica y atropellamientos. Asimismo, existe una presión histórica de cacería furtiva o eliminación de reptiles (víboras de cascabel) por temor de las comunidades locales. Se debera implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna enfocado exclusivamente en salvar el 100% de los ejemplares de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, un programa de desmonte por fases para proteger la fauna de lento desplazamiento.

El diseño de la malla ciclónica perimetral del parque solar se colocará elevándola de 15 a 20 centímetros sobre el nivel del suelo y/o instalando gateras cada 50 metros, garantizando que el proyecto no introduzca un aislamiento artificial crónico sobre las comunidades de fauna menor que habitan el SAR.

El Medio SOCIO ECONÓMICO el desarrollo del proyecto tendría un aporte del 14.78% de contribución a la calidad ambiental general del ecosistema, su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 59.18%. el valor evidencia que el entorno sociocultural e industrial presenta un rezago del 40.82% respecto a un escenario de desarrollo óptimo o consolidado. En el contexto rural del municipio de El Llano, este valor refleja una realidad muy común en el semidesierto del centro de México, donde podemos ver comunidades con servicios públicos y conectividad básica, pero con una economía local deprimida y una infraestructura pública limitada que históricamente empuja a la población a la emigración.

La economía tradicional de las zonas de influencia depende de la agricultura de temporal de bajo rendimiento y de la ganadería extensiva. Como se demostró en el medio físico y biótico, el severo estrés hídrico (calidad del agua de 62.64) y la degradación del suelo (68.89) han vuelto a estas actividades poco rentables, generando subempleo, bajos ingresos familiares y un histórico rezago económico. Al tratarse de un asentamiento rural disperso, la zona cuenta con limitaciones en la cobertura y continuidad de servicios urbanos clave como el drenaje, la pavimentación de calles secundarias, centros de salud con especialidades médicas y opciones de educación media-superior o técnica. La falta de oportunidades laborales locales ha inducido un fenómeno crónico de migración y pérdida de capital humano joven hacia la capital de Aguascalientes o hacia los Estados Unidos, resultando en un envejecimiento demográfico y un estancamiento en la dinámica de crecimiento poblacional local. La construcción del parque solar fotovoltaico interactuará de manera positiva con este factor al detonar la contratación de mano de obra local directa e indirecta, generar derrama económica a través del arrendamiento de tierras ejidales o privadas (lo que garantiza un ingreso fijo e independiente de las lluvias a las familias locales) y activar el comercio de servicios en la zona.

Para complementar dicho diagnóstico, se anexa análisis retrospectivo de calidad ambiental e identificación de áreas vulnerables dentro del área de estudio (Anexo 8).

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

Las medidas que en el presente capitulo se establecen, están basadas en los resultados del análisis ambiental realizado en capítulos anteriores y en las disposiciones en la Normatividad Ambiental Mexicana para cada uno de los factores ambientales. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales agrupadas en cada subsistema. Adicionalmente, se consideró la disposición que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales.

V.1. Identificación de impactos.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto es una etapa crítica del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental; su elaboración consiste, por un lado, en la valoración de la calidad ambiental del sitio donde se proyecta la obra y, por el otro, en la determinación del daño o beneficio que cada actividad tiene sobre los componentes ambientales.

La selección del método se realiza cuando ya se conoce la naturaleza y dimensión de los impactos y se tiene el conocimiento para evitarlo, o mitigarlo; por lo tanto, se puede diseñar alguna medida de prevención o atenuación, o determinar otra alternativa del aprovechamiento que genere impactos ambientales de menor magnitud e importancia.

Justificación

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes: físico-químico, biológico y socioeconómico (presentados en el capítulo anterior), y las actividades que se desarrollarán en la fase de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. En este sentido, para la identificación de los impactos ambientales y sociales, se ha optado por tablas de interacción (aspecto – componente), y para su correspondiente evaluación se emplearon criterios. Todo ello converge a que la aplicación metodológica sugiere: por una parte, indicadores de los sistemas ecológicos naturales, y por otra parte las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

V.2. Caracterización de los impactos.

V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de determinar, para cada componente ambiental, la magnitud de la alteración que recibe. Asimismo, permiten estimar los impactos del proyecto a través de la cuantificación de la magnitud de las alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Para la definición de los indicadores de impacto se consideran los siguientes criterios:

a) Ser representativos del entorno afectado
b) Ser relevantes (portadores de información sobre la importancia y magnitud del impacto)
c) Ser excluyentes
d) De fácil identificación
e) De fácil localización
f) Susceptibles de ser cuantificados
g) Prever la legislación y las exigencias administrativas

Lista indicativa de indicadores de impacto

Los componentes ambientales y factores ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto, son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

Los componentes ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto, son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

1) Calidad del aire
2) Ruidos y vibraciones
3) Agua (Hidrología superficial y/o subterránea)
4) Suelo
5) Vegetación terrestre
6) Fauna
7) Paisaje
8) Infraestructura y servicios
9) Factores socio-económicos

Los aspectos a los que hace alusión la metodología se refieren a las interacciones que se dan entre las actividades del proyecto y el medio ambiente, indicándose por componente ambiental en las tablas de valoración de los impactos.

Para la identificación de los impactos ambientales y sociales se han determinado las fuentes de cambio (las acciones del proyecto) es decir: aquellas actividades que se desarrollarán durante el periodo de ejecución del proyecto que afectarán al sistema ambiental. Así mismo se identifican los principales (aspectos ambientales) que generaran esos impactos; es decir: establecer las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio y, finalmente analizar los efectos globales en la estructura y funcionamiento del sistema. Para esto, se realizó el examen detallado de cada una de las actividades asociadas con la ejecución del proyecto y sus características, de modo que pudieran determinarse las acciones particulares con potencialidad para generar impactos.

Se excluyeron de esta valoración aquellas actividades propuestas como medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos, debido a que son valoradas

posteriormente para incorporarlas a la matriz a fin de ponderar los impactos negativos generados por el proyecto.

Al respecto las principales acciones (actividades del proyecto) potenciales generadores de impactos son las que se indican en la tabla siguiente:

Tabla 1. Acciones asociadas al proyecto susceptible de generar impactos ambientales a valorar.

N°	Etapas	Actividades / Acciones del proyecto
1	Preparación del sitio	Delimitación del sitio del Proyecto
2		Rescate y reubicación de flora y fauna
3		Remoción de vegetación y despalme
4		Compactaciones, nivelaciones
5		Apertura de camino de acceso
6	Construcción	Excavación y compactación
7		Cercado perimetral
8		Instalación de Estructuras
9		Construcción de caminos internos
10		Construcción de obras civiles
11		Desmantelamiento de obras provisionales
12	Operación	Mantenimiento a paneles solares
13		Mantenimiento a camino de acceso

Algunas actividades implican la realización de subactividades para poder efectuarlas y concretarlas en función de las características y condiciones presentes en el lugar de trabajo, fueron indicadas y descritas en el apartado Actividades del proyecto, y contempladas para la identificación de las perturbaciones (impactos). Para la realización de cada una de las actividades (fuentes de cambio) se valora el empleo de maquinaria, personal y la generación de los residuos derivados de las obras, también descritas en el apartado de actividades del proyecto.

De forma simultánea o posterior a la etapa de preparación, se llevarán a cabo las siguientes actividades para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos generados, por lo tanto, el carácter del impacto que generan es positivo.

La forma como interaccionan, se aborda en la descripción de las actividades del proyecto, se incluyen en la valoración de las medidas propuestas para mitigar los impactos generados por el proyecto.

V.3. Valoración de los impactos

A efecto de calificar adecuadamente, la relevancia de las actividades del proyecto, como potenciales, generadoras de impactos; se realizó previamente la caracterización y diagnóstico del área de estudio; con ello se reconocieron los factores ambientales susceptibles de alteración y las interacciones con las actividades del proyecto. Los aspectos ambientales relevantes considerados en la Evaluación, por componente ambiental son los siguientes:

PROYECTO FOTOVOLTAICO AGUASCALIENTES		MATRIZ CUALITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES																						Impactos por acción
		Medio biótico					Medio físico															Medio socioeconómico		
		Flora		Fauna			Agua				Suelo					Aire			Paisaje			Economicos		
		Especies protegidas	Cobertura vegetal	Especies protegidas	Hábitat	Comportamiento	Consumo de agua	Sólidos suspendidos en arroyos	Contaminación a cuerpos de agua	Alteración de la capacidad de infiltración	Permeabilidad	Erosión hídrica	Erosión eólica	Estructura	Contaminación	Calidad	Emisión de contaminantes	Generación de partículas	Relieve	Calidad visual	Fragilidad visual	Empleos	Uso de bienes y servicios	
Prepración del sitio	Delimitación del sitio del Proyecto		X			X														X		X	X	5
	Rescate y reubicación de flora y fauna	X	X	X	X	X		X									X	X	x	X		X	X	12
	Remoción de vegetación y despalme	x	X	x	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	21
	Compactaciones, nivelaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X		X		X	X	17
	Apertura de camino de acceso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22
Construcción	Excavacion y compactacion						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
	Cercado perimetral	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	16
	Instalación de Estructuras	X	X						X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	13
	Caminos internos				x	x	x	X	X	X	X	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
	Construcción de obras civiles				X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
	Desmantelamiento de obras provisionales															X	X	X	X	X		X	X	7
Opera ción	Mantenimiento de páneles y línea eléctrica						X			X						X			X	X	X	X	X	8
	Mantenimiento de caminos					X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	15
	IMPACTOS POR COMPONENTE	12		20			30				39					30			32			26		189

En total el análisis aportó la posibilidad de ocurrencia de 189 interacciones o impactos potenciales entre las 13 actividades identificadas para los 8 indicadores o componentes ambientales seleccionados, se valoraron para determinar la intensidad del impacto y el carácter beneficioso o perjudicial de cada uno de ellos. De las cuales, 77 interacciones corresponden a la etapa de preparación del sitio, 89 a la etapa de construcción y 23 a la operación y mantenimiento. Una vez determinados los aspectos (fuentes de cambio), en las tablas de valoración de la Matriz Ponderada, interrelacionados con los factores ambientales de los medios Físico-químico, Biológico y Socio-económico se procede a la valoración identificando los impactos positivos y negativos que podrían ser generados por el proyecto, utilizando los siguientes criterios y metodología de valoración.

Criterios

Valorar, implica medir y luego traducir esa medida a una unidad que permita establecer comparaciones. La valoración del impacto ambiental consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aún de proyectos distintos.

El valor del impacto dependerá de la cantidad y calidad del factor afectado, de la importancia o contribución de este a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la afectación y características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen. Los criterios empleados en la evaluación en los factores fueron de acuerdo a los siguientes atributos:

A continuación, se describen los atributos mencionados que se emplearon en la evaluación de los impactos ambientales:

Signo

Se refiere al carácter que toman las distintas acciones en cada etapa del proyecto; al carácter benéfico (+) o Adverso (-) de los impactos generados por las distintas actividades del proyecto.

Intensidad

Se refiere al grado de severidad o destrucción de la acción sobre el componente en el aspecto específico en que actúa, de acuerdo a la siguiente escala.

La intensidad se considera Baja cuando las afectaciones sobre el componente ambiental se encuentran dentro de los límites existentes de variaciones naturales. En cambio, si se superan estos límites, más el impacto es recuperable de manera natural en su totalidad, la intensidad se clasifica como Media.

El grado de destrucción será Alto si el impacto provoca el daño a uno o más componentes ambientales, pero sigue siendo recuperable de manera natural.

La intensidad del impacto se definirá como Muy alta cuando las afectaciones ya no sean recuperables en su totalidad de manera natural y, si el impacto es irrecuperable en su totalidad, el impacto se clasificará como Total.

Tabla 2. Intensidad.

Intensidad (Grado de destrucción)	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy Alta	8
Total	12

Extensión

Se refiere al porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto; se valora como sigue: si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto teniendo una influencia generalizada el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, se tiene un impacto parcial (2) y extenso (4).

Tabla 3. Extensión.

Extensión (EX) (Área de influencia)	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítica	(+4)

Persistencia

También denominada permanencia del efecto, hace referencia a la escala temporal en que permanecería el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras. Se valora como sigue: si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, asignándole un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se considera el impacto permanente asignándole un valor de (4).

Tabla 4. Persistencia.

Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

Efecto

Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Se valora como sigue:

Tabla 5. Efecto.

Efecto (EF)	
Indirecto (Secundario)	1
Directo	4

Periodicidad

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo). Se valora como sigue:

Tabla 6. Periodicidad

Periodicidad (PR)	
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

Recuperabilidad

Se refiere a la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctivas); por lo tanto, en impactos positivos no existe recuperabilidad.

Se valora como sigue:

Si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

Tabla 7.Recuperabilidad.

Recuperabilidad	
Recuperable inmediatamente	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Para poder evaluar el impacto que cada actividad del proyecto representa en los factores del ecosistema antes indicados, se enlistaron en cuadros por factor, de este modo puede evaluarse cualitativa y cuantitativamente cada actividad con respecto a cada factor. En cada una de las actividades descritas y contempladas por el proyecto el efecto puede ser positivo o negativo sobre algún factor en particular.

Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Utilizando los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes ambiental, es posible realizar una correcta evaluación del daño provocado por las diferentes actividades del proyecto. La metodología para la elaboración de la MIA consistió en una valoración ponderada de los impactos y su contribución en su calidad ambiental (Cervantes Magaña Eduardo (2001) Propuesta de diseño de una matriz ponderada para la evaluación de impacto ambiental).

Cada aspecto ambiental presenta una importancia distinta, en cuanto mayor o menor sea su contribución a la situación ambiental. Considerando que cada uno representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo en el cual todos se puedan analizar en conjunto para tener una perspectiva de la situación general. Por este motivo es necesario llevar a cabo la ponderación de los impactos ambientales, teniendo en cuenta la contribución a la situación de los componentes ambientales, para así poder determinar el Impacto Ambiental Total.

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno (IP); la asignación de los valores de importancia se realiza tomando en cuenta el criterio del grupo que desarrolló la Evaluación de Impacto Ambiental.

Para cuantificar la importancia de cada impacto deben tenerse en cuenta los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes

ambientales. Siguiendo un procedimiento sistemático, es factible determinar la importancia de los impactos para su posterior comparación con el escenario original (sitio sin intervenir). El impacto que el proyecto produce sobre un componente determinado es función tanto de su magnitud como de su importancia. La importancia del impacto trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada actividad sobre un componente en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

Importancia del impacto: trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada acción sobre un factor en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

I = + (3I+2EX+PE+EF+PR+MC)

Dónde:
I: importancia del impacto
+: signo del impacto
3I: valor de la intensidad del impacto multiplicado por tres
2EX: valor de la extensión del impacto multiplicado por dos
PE: persistencia
EF: efecto
PR: periodicidad
MC: recuperabilidad (no aplica para impactos positivos).

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos, los valores que se obtienen varían entre 9 y 72. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como:

	Irrelevante (9 ≤ 20)
	Moderado (21 ≤ 40)
	Severo (41 ≤ 60)
	Crítico (61 ≤ 72)

Efectuada la ponderación de los factores ambientales, se procede a valorar de manera cualitativa, con base en la importancia de los impactos que cada acción del proyecto genera en cada factor ambiental. La suma ponderada de la Importancia del Impacto ubicada en las columnas, permite identificar las acciones (actividades del proyecto) con mayor potencialidad para generar impactos (Aquéllas que tienen calificaciones negativas altas), las de menor potencialidad para generar impactos (Aquéllas que tienen calificaciones negativas bajas) y las beneficiosas (Aquéllas con valores positivos), pudiendo analizarse las mismas según los impactos generados sobre los factores ambientales.

Igualmente, la suma ponderada de la Importancia del Impacto, permite identificar los factores ambientales que soportan, en mayor o menor medida, las consecuencias de la actividad, considerando su ponderación específica, lo que significa el grado de participación de los factores ambientales en el deterioro del ambiente. Sumando los valores de los impactos en cada factor ambiental obtendremos:

1) El impacto sobre los componentes ambientales.
2) Los impactos sobre las categorías ambientales (subsistemas).

3) Los impactos sobre los sistemas ambientales y
4) El impacto ambiental total causado por el proyecto.

En los cuadros siguientes se muestran los valores de impacto otorgados a cada uno de los factores del medio físico-químico, biótico y socioeconómico; en sus diferentes atributos. En la columna final de cada cuadro se muestra el valor del aporte que tiene el impacto por cada una de las actividades contempladas en el proyecto. Estos valores serán considerados en la Matriz de ponderación de impactos, para determinar el grado de afectación por factor en el que repercuten las acciones del proyecto para su posterior análisis e interpretación de resultados, y por consiguiente la propuesta de las medidas que eviten, reduzcan o compensen el valor del impacto generado al ecosistema en su conjunto.

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Suelo	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	4	1	1	1	1	1	-18
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	2	1	2	1	1	1	-13
Remoción de vegetación y despalme	-	8	1	1	4	4	4	-39
Compactaciones, nivelaciones	-	8	1	4	4	4	4	-42
Apertura de camino de acceso	-	8	1	4	4	4	4	-42
Excavación y compactación	-	8	1	1	4	4	4	-39
Cercado perimetral	-	1	1	1	1	1	4	-12
Instalación de Estructuras	-	8	1	4	4	4	4	-42
Construcción de Caminos	-	8	1	4	4	4	4	-42
Construcción de obras civiles	-	8	1	4	4	4	4	-42
Desmantelamiento de obras provisionales	-	2	1	4	4	1	1	-18
Mantenimiento a paneles solares	-	1	1	4	1	1	1	-12
Mantenimiento a camino de acceso	-	1	1	1	4	4	4	-18
Impacto total sobre el factor								-379

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Agua	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	1	1	1	1	1	1	-9
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	1	1	2	1	1	1	-10
Remoción de vegetación y despalme	-	8	2	4	4	4	4	-44
Compactaciones, nivelaciones	-	8	4	4	1	4	4	-45
Apertura de camino de acceso	-	4	2	2	1	2	4	-25
Excavación y compactación	-	8	2	4	1	4	4	-41
Cercado perimetral	-	1	1	2	1	4	1	-13
Instalación de Estructuras	-	8	2	4	1	4	4	-41
Construcción de Caminos	-	8	2	4	1	4	4	-41
Construcción de obras civiles	-	8	2	4	1	4	4	-41
Desmantelamiento de obras provisionales	-	2	1	2	1	1	2	-14
Mantenimiento a paneles solares	-	1	2	4	1	1	1	-14

Mantenimiento a camino de acceso	-	2	2	4	1	2	1	-18
Impacto total sobre el factor								-356

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Aire	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	1	1	1	1	1	2	-10
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	1	1	2	1	2	2	-12
Remoción de vegetación y despalme	-	4	2	2	1	2	4	-25
Compactaciones, nivelaciones	-	4	2	2	1	2	4	-25
Apertura de camino de acceso	-	4	2	2	1	2	4	-25
Excavación y compactación	-	4	2	2	1	2	4	-25
Cercado perimetral	-	1	2	2	1	2	2	-14
Instalación de Estructuras	-	1	2	2	1	2	2	-14
Construcción de Caminos	-	4	1	2	1	2	2	-21
Construcción de obras civiles	-	2	1	2	1	2	2	-15
Desmantelamiento de obras provisionales	-	2	1	2	1	2	2	-15
Mantenimiento a paneles solares	-	2	2	2	1	2	2	-17
Mantenimiento a camino de acceso	-	4	2	4	1	4	4	-29
Impacto total sobre el factor								-247

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Paisaje	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	1	1	4	4	1	4	-18
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	1	1	1	1	1	2	-10
Remoción de vegetación y despalme	-	8	1	4	4	1	4	-39
Compactaciones, nivelaciones	-	4	1	4	1	1	4	-24
Apertura de camino de acceso	-	4	1	4	4	1	4	-27
Excavación y compactación	-	4	1	4	1	1	4	-24
Cercado perimetral	-	1	1	4	4	4	4	-21
Instalación de Estructuras	-	4	1	4	1	4	4	-27
Construcción de Caminos	-	4	1	4	1	4	4	-27
Construcción de obras civiles	-	2	1	4	1	4	4	-21
Desmantelamiento de obras provisionales	-	2	1	4	1	4	1	-18
Mantenimiento a paneles solares	-	1	1	1	1	4	1	-12
Mantenimiento a camino de acceso	-	4	1	1	4	4	1	-24
Impacto total sobre el factor								-292

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Vegetación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	1	1	2	1	1	2	-11
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	2	4	2	1	1	2	-20
Remoción de vegetación y despalme	-	2	8	4	4	2	8	-40
Compactaciones, nivelaciones	-	4	1	4	4	4	4	-30
Apertura de camino de acceso	-	2	1	2	4	4	4	-22
Excavación y compactación	-	2	1	4	4	4	4	-24
Cercado perimetral	-	2	1	2	1	4	2	-17
Instalación de Estructuras	-	2	1	2	1	4	2	-17
Construcción de Caminos	-	2	1	4	4	4	4	-24
Construcción de obras civiles	-	2	1	4	4	4	4	-24
Desmantelamiento de obras provisionales	-	1	1	1	1	4	4	-15
Mantenimiento a paneles solares	-	1	1	1	1	2	2	-11
Mantenimiento a camino de acceso	-	2	1	4	4	4	4	-24
Impacto total sobre el factor								-279

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Fauna	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	-	1	1	1	1	1	1	-9
Rescate y reubicación de flora y fauna	-	4	2	1	4	2	2	-25
Remoción de vegetación y despalme	-	4	4	4	4	2	4	-34
Compactaciones, nivelaciones	-	2	2	2	1	1	2	-16
Apertura de camino de acceso	-	2	2	2	1	2	2	-17
Excavación y compactación	-	2	2	2	1	1	2	-16
Cercado perimetral	-	8	4	4	4	4	4	-48
Instalación de Estructuras	-	4	4	2	1	4	2	-29
Construcción de Caminos	-	2	2	1	1	4	2	-18
Construcción de obras civiles	-	2	2	1	1	4	2	-18
Desmantelamiento de obras provisionales	-	1	1	1	1	1	2	-10
Mantenimiento a paneles solares	-	2	1	1	1	2	2	-14
Mantenimiento a camino de acceso	-	2	2	1	1	2	2	-16
Impacto total sobre el factor								-270

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: uso de bienes y servicios	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	+	1	2	1	1	2	1	12

Rescate y reubicación de flora y fauna	+	2	2	2	1	2	2	17
Remoción de vegetación y despalme	+	2	2	2	1	2	2	17
Compactaciones, nivelaciones	+	4	4	2	1	2	2	27
Apertura de camino de acceso	+	4	4	2	1	2	2	27
Excavación y compactación	+	4	4	2	1	2	2	27
Cercado perimetral	+	2	2	2	1	2	2	17
Instalación de Estructuras	+	8	4	2	1	2	2	39
construcción de Caminos	+	4	4	2	1	2	2	27
Construcción de obras civiles	+	4	4	2	1	2	2	27
Desmantelamiento de obras provisionales	+	1	2	2	1	2	2	14
Mantenimiento a paneles solares	+	4	4	4	1	4	4	33
Mantenimiento a camino de acceso	+	4	4	4	1	4	4	33
Impacto total sobre el factor								317

	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							
Factor: Empleos	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del impacto/actividad
Delimitación del sitio del Proyecto	+	1	1	1	4	1	1	12
Rescate y reubicación de flora y fauna	+	2	1	2	4	1	1	16
Remoción de vegetación y despalme	+	4	1	2	4	1	1	22
Compactaciones, nivelaciones	+	4	2	2	4	2	2	26
Apertura de camino de acceso	+	2	2	2	4	2	2	20
Excavación y compactación	+	4	2	2	4	2	2	26
Cercado perimetral	+	4	2	2	4	2	2	26
Instalación de Estructuras	+	8	4	2	4	2	2	42
Construcción de Caminos	+	4	4	2	4	2	2	30
Construcción de obras civiles	+	4	4	2	4	2	2	30
Desmantelamiento de obras provisionales	+	2	2	2	4	2	1	19
Mantenimiento a paneles solares	+	4	2	4	4	4	4	32
Mantenimiento a camino de acceso	+	4	2	4	4	4	4	32
Impacto total sobre el factor								333

Selección y descripción de los impactos significativos

En la tabla siguiente se puede observar que la valoración de las interacciones entre los aspectos ambientales (actividades del proyecto) y los respectivos factores ambientales pone en evidencia los impactos que por su importancia se clasifican en irrelevantes, moderados, severos y críticos; es decir se pueden identificar los impactos significativos.

Tabla 8. Matriz de Ponderación de Impactos.

Parque Solar AGUASCALIENTES			Acciones del Proyecto												
FACTORES Y PARAMETROS AMBIENTALES IMPACTADOS		UCAs (unid.calid. ambiental)	Delimitación del sitio del Proyecto	Rescate y reubicación de flora y faun	Remoción de vegetación y despalme	Compactaciones, nivelaciones	Apertura de camino de acceso	Excavacion y compactacion	Cercado perimetral	Instalación de Estructuras	Caminos internos	Construcción de obras civiles	Desmantelamiento de obras provisior	Mantenimiento de páneles y línea eléc	Mantenimiento de caminos
FISICO-QUIMICO	SUELO	17	-18	-13	-39	-42	-42	-39	-12	-42	-42	-42	-18	-12	-18
	AGUA	16	-9	-10	-44	-45	-25	-41	-13	-41	-41	-41	-14	-14	-18
	AIRE	15	-10	-12	-25	-25	-25	-25	-14	-14	-21	-15	-15	-17	-29
	PAISAJE	14	-18	-10	-39	-24	-27	-24	-21	-27	-27	-21	-18	-12	-24
	SUBTOTAL	***62***	***-55***	***-45***	***-147***	***-136***	***-119***	***-129***	***-60***	***-124***	***-131***	***-119***	***-65***	***-55***	***-89***
BIOTICO	VEGETACION	14	-11	-20	-40	-30	-22	-24	-17	-17	-24	-24	-15	-11	-24
	FAUNA	9	-9	-25	-34	-16	-17	-16	-48	-29	-18	-18	-10	-14	-16
	SUBTOTAL	***23***	***-20***	***-45***	***-74***	***-46***	***-39***	***-40***	***-65***	***-46***	***-42***	***-42***	***-25***	***-25***	***-40***
SOCIO-ECONOMICO	Uso de bienes y servicios	7	12	16	22	26	20	27	17	42	27	27	14	33	33
	Empleos	8	12	17	17	27	27	26	26	39	30	30	19	32	32
	SUBTOTAL	***15***	***24***	***33***	***39***	***53***	***47***	***53***	***43***	***81***	***57***	***57***	***33***	***65***	***65***
Total:		**100**	**Valor del impacto total ponderado:**												
IMPACTO POR ACCION:			-51	-57	-182	-129	-111	-116	-82	-89	-116	-104	-57	-15	-64

	Irrelevante (9 ≤ 20)
	Moderado (21 ≤ 40)
	Severo (41 ≤ 60)
	Crítico (61 ≤ 72)

Se valoró la probabilidad de que ocurran impactos severos; sin afectación alguna. De acuerdo con su importancia se valoró la probabilidad de 44 impactos moderados; de los cuales 16 corresponden a la etapa de preparación del sitio, 21 a la etapa de construcción y 7 a la etapa de operación y mantenimiento. Afectando mayormente el Suelo y Agua. La mayor parte de los impactos generados por el proyecto, se concentran en la etapa de construcción. Los factores ambientales mayormente afectados, son los que corresponden al medio fisicoquímico y biótico. El medio socio-económico también resultará afectado con 4 de estos impactos moderados que generan impactos positivos en el medio Socio-Económico.

Factor ambiental	Irrelevantes	Moderados	Severos	Criticos
Suelo	6	2	5	0
Agua (hidrología superficial y/o subterránea)	6	1	6	0
Aire (calidad del aire)	7	6	0	0
Paisaje	4	9	0	0
Vegetación	6	7	0	0
Fauna	9	3	1	0
Uso de bienes y servicios	5	7	1	0
ECONOMICO	4	9	0	0
	47	**44**	**13**	**0**

Impactos críticos

Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce una pérdida permanente de la calidad ambiental, sin recuperación con adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irrecuperable. No se tienen para el proyecto este tipo de impactos

Impactos severos

Efecto en que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo dilatado. Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

Se tiene 13 impactos de este tipo para el presente proyecto

En el SUELO se prevé la generación de 5 impactos severos que suponen la alteración de las propiedades físicas que serán ocasionadas por las actividades de compactación y nivelación, construcción de camino de acceso e internos y de obras civiles, debido principalmente por el movimiento de maquinaria, para el desarrollo de actividades que podrá originar la alteración en su estructura, permeabilidad, la generación de la erosión en un suelo desnudo, la contaminación por el derrame accidental de hidrocarburos en caso de presentarse desperfectos en la maquinaria. Y la alteración en la calidad por residuos sólidos y líquidos originados por las actividades de los trabajadores.

En el AGUA (hidrología superficial y/o subterránea) se prevé la generación de 6 impactos severos ocasionados principalmente por la remoción de la vegetación, la compactación del suelo afectando la infiltración y aumentando los escurrimientos, la construccion de caminos de accesos e internos obstruyendo los escurrimientos superficiales y generando sólidos en ellos y por otro lado el sellamiento de superficies disminuyendo el área de infiltración, la disminución en la disponibilidad por uso descontrolado en las actividades.

Las actividades mismas podrán generar derrames accidentales de hidrocarburos, así como cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios, Sin embargo, todos estos impactos podrán ser prevenidos y mitigados.

En la FAUNA, su presencia en el sitio del proyecto se prevé la generación de 1 impacto, principalmente con la instalación del cerco perimetral que fragmenta el hábitat, así mismo afectando los corredores biológicos.

El medio BIENES Y SERVICIOS se beneficiará ampliamente debido a demanda de mano de obra en la instalación de las estructuras de los paneles, ya que demanda igualmente servicios que pueden otorgar las comunidades cercanas al proyecto.

Impactos moderados

Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medioambiente no requiere un largo espacio de tiempo De acuerdo con la valoración se obtuvo la probabilidad de generar 44 impactos de este tipo. Se describen a continuación detalladamente los factores ambientales que serán mayormente afectados con impactos moderados, se mencionan los que presentan menor cantidad de este tipo de impactos, a los que también se propone la aplicación de medidas para prevenirlos y mitigarlos.

En el AIRE los impactos moderados serán 6 originados principalmente por las actividades que implican el uso de maquinaria, vehículos de transporte y actividades como son: actividad de remoción de vegetación, compactación y nivelación, apertura de caminos, excavaciones y compactación, construcción de caminos de acceso e internos, ocasionando el incremento de gases por combustión de hidrocarburos, el incremento de los niveles de ruido y vibraciones. Sin embrago los impactos pueden ser mitigados.

En el SUELO se prevé la generación de 2 impactos moderados que suponen la alteración de las propiedades físicas que serán ocasionadas por la excavación y compactación así mismo por la remoción de la vegetación y el despalme que será generada en la ejecución y establecimiento del proyecto. Otras que serían generadoras de impactos negativos principalmente al empleo de maquinaria para el desarrollo de actividades que podrá originar la alteración por derrame de hidrocarburos en caso de presentarse desperfectos.

En el AGUA (hidrología superficial y/o subterránea) se prevé la generación de 1 impactos moderados que suponen cambios disminución de la cantidad con su uso para el riego de las áreas de maniobras, generación de solidos suspendidos en los cuerpos de agua, así como contaminantes derivados de eventos accidentales, como derrames de hidrocarburos, así como otros cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios.

En el PAISAJE se presenta 9 de este tipo de impactos moderados concentrándose principalmente en las actividades que originan Cambios en la naturalidad es decir todas aquellas actividades que contemplan, la remoción de la vegetación principalmente, todas las maniobras a realizar en la ejecución del proyecto, la presencia y uso de maquinaria, materiales de construcción y personal que generan residuos. Aquellas actividades que originan el Incremento de infraestructura permanente y temporal.

En la FAUNA, su presencia en el sitio del proyecto se prevé la generación de 3 impactos moderados, principalmente desde el rescate de fauna que impacta la diversidad del sitio, la remoción de la vegetación que altera su hábitat al igual que la instalación de las estructuras evitando el libre paso. La presencia de personal que pudiera afectar fuera del sitio, generación temporal de ruidos, vibraciones y presencia de personal durante las actividades en las que se intensifica el uso de maquinaria y personal. Se provoca la modificación del hábitat; la molestia, captura o muerte de especímenes durante las actividades.

En la VEGETACIÓN por su parte, se consideran 7 impactos moderados con las actividades de remoción que pudiera afectar especies en estatus, la compactación que ocasiona que el suelo no almacene la humedad necesaria para el establecimiento de especies, la destrucción con la construcción de los caminos de acceso e internos, durante las actividades de compactación del suelo, las excavaciones la instalación de la infraestructura y construcción de edificaciones (edificaciones), caminos, actividades que impedirá el desarrollo de vegetación, se generan impactos desde su remoción principalmente.

El medio SOCIO-ECONÓMICO presenta solo 16 impactos moderados positivos que fueron valorados referidos básicamente por la creación de empleos y detonante de economía regional.

Ponderación de los impactos

Con la interacción de las actividades del proyecto con los factores ambientales y su porcentaje de contribución a la calidad ambiental es posible construir la matriz ponderada; ésta contempla la ubicación tanto de las actividades del proyecto (impactantes) como la de los factores ambientales impactados. De igual manera se muestra una columna de UCAs asignados según la importancia de cada factor.

La Matriz muestra celdillas con subtotales que reflejan el impacto acumulado por cada actividad y para cada componente ambiental específico (físico-químico, biótico o socioeconómico).

El valor absoluto resulta de la sumatoria de los valores de impacto generados por cada actividad y para cada factor ambiental (suma de filas). Esta estimación puede conducir a errores en la interrelación de los impactos pues no siempre los factores más impactados resultan ser los de mayor peso para la calidad ambiental del sistema. La suma ponderada del valor de impacto en cada interacción nos indicará los factores ambientales que conllevan (en mayor o menor medida) a las consecuencias del funcionamiento de la actividad, considerando su "peso específico" o lo que es lo mismo el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

Ya descrito los atributos mencionados anteriormente junto con el modelo de importancia de impacto, se aplicó este método en los factores ambientales para obtener los impactos generados sobre cada factor. Fueron 8 factores ambientales evaluados, lo cual 6 factores tuvieron un resultado negativo mientras que 2 (dos) factores resultaron positivos, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9- Resumen de la importancia del impacto.

Factor Ambiental	Impacto total sobre el factor
Suelo	-379
Agua	-356
Aire	-247
Paisaje	-292
Vegetación	-279
Fauna	-270
Bienes y servicios	316
Empleos	334

El modelo de la suma ponderada es función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad ambiental estudiada.

Los datos con que se alimenta la matriz proceden:

Las rejillas de importancia de impacto, construidas para cada factor. Los valores corresponden a la importancia del impacto por actividad y para cada factor.

La asignación de los UCA’s en función de la tabla comparativa de EAFRO´s.

El valor absoluto del impacto es la sumatoria (en filas) de los valores de importancia para cada interacción (factor actividad).

El valor relativo considera el peso específico de cada factor. Se obtiene dividiendo el valor en UCA’s designado al factor correspondiente entre 100 (optimo ambiental) y multiplicando el resultado por el valor absoluto.

Sumando en forma ponderada el valor del impacto soportado por los diferentes factores, obtendremos el impacto sobre los componentes ambientales, los impactos sobre las categorías ambientales, sobre los sistemas ambientales y el impacto total causado por el proyecto.

Ya determinadas las medidas de mitigación que ayudaran a reducir los efectos negativos, se procede a determinar el impacto producido por el proyecto. El impacto final tiene como consecuencia de todas las acciones atribuidas al proyecto, entre las que se incluyen en las medidas de mitigación – corrección.

Debe tenerse en cuenta que el valor del impacto total generalmente tiende a disminuir con las medidas de mitigación (hasta llegar a tener valores muy bajos). Sin embargo, ello no significa que el proyecto será viable en un 100% pues se da el caso en que un impacto aunque afecte significativamente a un factor ambiental crítico, o en caso contrario, por tratarse de una obra fija que contempla el abandono, y que los valores de impacto resulten negativos, no significa que el proyecto no sea viable; más aún si tomamos en cuenta en este caso particular que fomenta la creación de empleos pero sobre todo proveerá del servicio de energía eléctrica para el estado.

Parque Solar AGUASCALIENTES			Acciones del Proyecto													VALOR DEL IMPACTO	
FACTORES Y PARAMETROS AMBIENTALES IMPACTADOS		UCAs (unid.calid. ambiental)	Delimitacion del sitio del Proyecto	Rescate y reubicación de flora y faun	Remoción de vegetación y despalme	Compactaciones, nivelaciones	Apertura de camino de acceso	Excavacion y compactacion	Cercado perimetral	Instalación de Estructuras	Caminos internos	Construcción de obras civiles	Desmantelamiento de obras provisio	Mantenimiento de páneles y linea elé	Mantenimiento de caminos	ABSOLUTO	RELATIVO
FISICO-QUIMICO	SUELO	17	-18	-13	-39	-42	-42	-39	-12	-42	-42	-42	-18	-12	-18	-379	-64.43
	AGUA	16	-9	-10	-44	-45	-25	-41	-13	-41	-41	-41	-14	-14	-18	-356	-56.96
	AIRE	15	-10	-12	-25	-25	-25	-25	-14	-14	-21	-15	-15	-17	-29	-247	-37.05
	PAISAJE	14	-18	-10	-39	-24	-27	-24	-21	-27	-27	-21	-18	-12	-24	-292	-40.88
	SUBTOTAL	**62**	**-55**	**-45**	**-147**	**-136**	**-119**	**-129**	**-60**	**-124**	**-131**	**-119**	**-65**	**-55**	**-89**	**-1274**	**-789.88**
BIOTICO	VEGETACION	14	-11	-20	-40	-30	-22	-24	-17	-17	-24	-24	-15	-11	-24	-279	-39.06
	FAUNA	9	-9	-25	-34	-16	-17	-16	-48	-29	-18	-18	-10	-14	-16	-270	-24.30
	SUBTOTAL	**23**	**-20**	**-45**	**-74**	**-46**	**-39**	**-40**	**-65**	**-46**	**-42**	**-42**	**-25**	**-25**	**-40**	**-549**	**-126.27**
SOCIO-ECONOMICO	Uso de bienes y servicios	7	12	16	22	26	20	27	17	42	27	27	14	33	33	316	22.12
	Empleos	8	12	17	17	27	27	26	26	39	30	30	19	32	32	334	26.72
	SUBTOTAL	**15**	**24**	**33**	**39**	**53**	**47**	**53**	**43**	**81**	**57**	**57**	**33**	**65**	**65**	**650**	**97.50**
	Total:	**100**	**Valor del impacto total ponderado:**														
	IMPACTO POR ACCION:		-51	-57	-182	-129	-111	-116	-82	-89	-116	-104	-57	-15	-64	-1173	-818.65

Evaluación y Jerarquización de los Impactos por Acción del Proyecto

A partir de la matriz de importancia ponderada, se sistematizó el comportamiento de las interacciones generadas por cada actividad del proyecto sobre los factores ambientales del ecosistema, contrastando la magnitud absoluta del impacto con el estado de la línea base. La interpretación de estos vectores permite determinar que la Remoción de la vegetación y despalme es la acción más agresiva del ciclo del proyecto, acumulando un valor crítico de -182 puntos en la fila de impacto por acción. Esta actividad activa un total de un (1) impacto severo y seis (6) impactos moderados. Sectorialmente, las afectaciones más significativas se distribuyen en tres (3) parámetros del medio físico-químico, dos (2) del medio biótico y uno (1) del subsistema socioeconómico.

En el componente edáfico, el descapote destruye de forma inmediata la cobertura vegetal basal, dejando al suelo expuesto a procesos severos de erosión eólica e hídrica ante el régimen de vientos de la Mesa del Centro y precipitaciones estacionales. Asimismo, la pérdida de rugosidad biótica acelera la velocidad de los escurrimientos superficiales e incrementa el arrastre de partículas de suelo (sólidos suspendidos), deprimiendo la tasa de infiltración y reduciendo la calidad visual intrínseca del paisaje del SAR.

El efecto residual de esta fase inicial está estrechamente ligado a la permanencia de la infraestructura del parque solar. Si bien el disturbio físico inicial ocurre en las etapas de preparación del sitio y construcción con la introducción de vectores de presión como personal, maquinaria pesada y riesgo de dispersión de residuos sólidos sin manejo, la sustitución permanente del matorral por celdas fotovoltaicas confiere al impacto un carácter de persistencia prolongada. No obstante, la correcta aplicación del programa de manejo controlado de la vegetación evitará que este impacto se convierta en una degradación irreversible.

En el ámbito biótico, la remoción genera una pérdida directa de biomasa que impacta de manera sinérgica a la fauna silvestre a través de la fragmentación del hábitat. Este disturbio, sumado a la contaminación acústica y vibraciones de la maquinaria, detona el ahuyentamiento de las especies faunísticas y eleva el riesgo de cacería incidental o atropellamientos en las vías de acceso, lo cual será mitigado mediante programas de rescate específicos.

La segunda actividad con mayor impacto absoluto es la Compactación y nivelación de la superficie del suelo, registrando un valor de -129 puntos. Este impacto adverso se concentra en la alteración microtopográfica de las líneas de flujo efímeras y la consecuente susceptibilidad del terreno a la erosión hídrica, incorporando además un riesgo latente de contaminación edáfica por derrames accidentales de hidrocarburos, aceites y lubricantes procedentes de la flota mecánica.

En tercer orden de significancia se posiciona la Excavación y compactación, con un valor de impacto de -116 puntos, una magnitud equivalente a la registrada para la Apertura y construcción de caminos (de acceso e internos). El núcleo crítico de esta acción radica en el medio físico, afectando la hidrología superficial al disminuir el área de infiltración natural y modificar las trayectorias de escurrimiento. Adicionalmente, intensifica los procesos erosivos e incrementa la intrusión visual en la naturalidad del paisaje debido a las modificaciones estructurales del relieve.

El resto de las interacciones negativas identificadas se clasifican en la categoría de Irrelevantes o Compatibles. Poseen una baja intensidad intrínseca y un carácter netamente temporal, por lo que su prevención y mitigación son viables mediante la adopción de buenas prácticas de ingeniería civil y supervisión ambiental en el sitio.

Análisis de Afectación por Factor Ambiental

- **Impacto absoluto**

La columna de valor de impacto absoluto de la matriz ponderada cuantifica matemáticamente el nivel de presión acumulada que recibe cada factor ambiental a partir del conjunto de acciones del proyecto, independientemente de su estado de conservación previo. El desglose funcional de los factores prioritarios determina lo siguiente:

El Suelo constituye el componente ambiental del medio físico-químico con mayor susceptibilidad de afectación, registrando un valor acumulado de -379 puntos. Al quedar desprovista de sustrato vegetal, la capa orgánica superficial se vuelve vulnerable a la desecación atmosférica y al lavado de nutrientes. Este deterioro de las propiedades físicas del suelo se encuentra impulsado por la combinación sinérgica del despalme, las nivelaciones, las excavaciones y el sellamiento definitivo de áreas específicas destinadas a obras civiles estables y subestaciones. Asimismo, la operación continua de maquinaria introduce el riesgo de pasivos por derrames de combustibles y aceites, así como la degradación estética por una potencial disposición incorrecta de residuos sólidos de empaques o consumos del personal.

El factor Agua se posiciona en el segundo lugar de afectación con un valor de -356 puntos. Si bien el área del proyecto carece de cuerpos hídricos lóticos permanentes y solo cuenta con redes de drenaje intermitente, el diseño ejecutivo garantiza el respeto absoluto de sus trayectorias y flujos hidráulicos mediante la proyección de obras marginales, vados y alcantarillas de tubo que mantendrán la funcionalidad de las microcuencas intacta. No

obstante, el índice se deprime por el riesgo de turbidez y transporte de sedimentos hacia los cauces federales en caso de eventos pluviales extraordinarios sobre materiales de excavación expuestos, así como por posibles aportaciones incidentales de residuos líquidos o hidrocarburos en los frentes de trabajo.

El Paisaje ocupa el tercer lugar de afectación dentro del medio físico con -292 puntos. El impacto principal deriva de la modificación crónica de la cuenca visual debida a la inserción de miles de módulos fotovoltaicos y edificaciones de control. Esta intrusión geométrica altera la naturalidad del paisaje rural e instaura una fisonomía de carácter industrial-energético. Durante la fase constructiva, las alteraciones a la visibilidad y fragilidad estética serán acentuadas temporalmente por elementos provisionales (módulos sanitarios, campamentos, contenedores y tránsito de vehículos pesados), efectos que cesarán por completo al concluir los trabajos de obra civil.

El factor Aire se ubica en el cuarto orden de afectación, alcanzando un valor de -247 puntos. La disminución de la calidad atmosférica está vinculada directamente a las emisiones de gases de combustión (NOx, SO_2, CO) por los motores de combustión interna y al levantamiento de polvo y partículas suspendidas totales (PM10) inducido por el desmonte y la apertura de terracerías. Por otra parte, la generación de ruido y vibraciones por el uso de herramientas pesadas se dictamina como un impacto de carácter fugaz, intermitente e irrelevante, cuya recuperación ambiental ocurrirá a corto plazo tras el cese de las actividades mecánicas.

Finalmente, la Vegetación figura como el componente más presionado del medio biótico, con un valor de -279 puntos, debido a la remoción física inevitable del matorral crasicaule para liberar el área de desplante de los seguidores solares. Aunque el inventario cuantitativo confirmó la dominancia de especies arbustivas comunes y generalistas de la región, estas cumplen funciones ecológicas básicas de sujeción edáfica y retención hídrica, por lo que resulta indispensable delimitar con precisión milimétrica los polígonos de afectación en campo para salvaguardar las zonas de amortiguamiento y los ejemplares de interés biológico remanentes.

La fauna como factor del medio biótico que ocupa el sexto lugar general de afectación con un valor de -270 y será impactado por las actividades del proyecto por la destrucción de su hábitat con la remoción de la vegetación principalmente y su ahuyentamiento por las emisiones de ruido y vibraciones al igual que la presencia de personal; sin embargo, por lo general la fauna evita la presencia humana y sus actividades que realizan en los poblados circundantes, así como también huye del ruido y vibraciones ocasionados por la circulación de los vehículos en las vías de comunicación existentes en la zona, sin embargo, es poco probable su afectación ya que la poca fauna presente está altamente adaptada al disturbio. El medio social (Bienes y servicios y empleos) resulta impactado positivamente, por el nivel de pertinencia del proyecto al mejorar un servicio básico que es la necesidad de la energía eléctrica que se importa de otros estados para el estado mismo de Aguascalientes, además de la generación de empleos y el incremento de la infraestructura generadora de energía limpia generada a través de la energía solar, solo recibirá afectaciones por irrupción de tránsito, generación de ruidos y vibraciones por el empleo de maquinaria.

- **Impacto relativo**

Ahora bien, al ponderar los valores negativos resultantes del impacto absoluto con la calidad ambiental actual que cada factor tiene previo a la ejecución del proyecto, se obtiene

el impacto relativo, que es el impacto final (impacto real que el proyecto ejerce sobre cada componente ambiental). De acuerdo con los resultados obtenidos, se presenta el siguiente orden de afectación a considerar para proponer las medidas de mitigación:

El Suelo cuyo valor de contribución al sistema ambiental actual lo ubica en el primer lugar de los factores abióticos, debido a su calidad ambiental inicial con un UCA de 17; recibe los impactos directos del proyecto desde sus inicios con la remoción de vegetación; representará el primer lugar de impacto real de acuerdo a su valor relativo ponderado -64.43. De acuerdo con su calidad actual este componente ambiental se encuentra influenciado por la eliminación de la vegetación para el desarrollo del proyecto, sin embargo, dadas las características del proyecto, las actividades recaen principalmente en este factor, debido a todos, los movimientos de suelo como las excavaciones, movimiento de tierras para la nivelación de la superficie, que pueden originar su compactación, la erosión hídrica y eólica. Quizás solo una parte del material excavado podrá ser empleado en la obra y el resto será acarreado y depositado en sitios prestablecidos para su uso posterior en medidas de compensación. En estas actividades se empleará maquinaria que puede ocasionar derrames accidentales; por lo tanto, se deberá poner especial atención en las medidas de mitigación para evitar su erosión hídrica y eólica, compactación y llevar a cabo la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos.

De los factores del medio fisicoquímico el Agua, lo coloca en el segundo lugar de contribución al sistema ambiental actual UCA 16; debido a que en el sitio existen escurrimientos efímeros que alimentan los cuerpos de agua presentes; pero al ser el segundo factor en recibir los efectos directos del proyecto con un valor absoluto de -356, al ponderarlo se obtiene un valor relativo de -56.96 que lo coloca igualmente el segundo lugar de los factores en recibir del impacto real del proyecto. Su afectación por las actividades del proyecto está más relacionada con los movimientos de tierras, debido a que pudiera modificar los escurrimientos superficiales que alimentan los cuerpos de agua presentes en el SAR, además se expone a la afectación de la calidad del agua por el arrastre de partículas de suelo y por el probable derrame de hidrocarburos que entren en contacto con el agua, sin embargo, se proponen medidas de prevención como el ajuste de las actividades en la temporada de secas para prevenir la mayoría de los impactos. De acuerdo a los valores relativos obtenidos en la matriz ponderada de impactos los factores del medio Fisicoquímico (suelo, agua, aire y paisaje) del sistema ambiental serán sobre los cuales se debe poner énfasis a fin de prevenir, mitigar y compensar el impacto final derivado de las actividades del proyecto.

El Aire conforme al impacto relativo que recibe -37.05, aunque ocupa el cuarto lugar de impactado directo por las actividades del proyecto (conforme al valor absoluto obtenido). Debido a su UCA de 15 se encuentra en el tercer nivel de aporte a la calidad ambiental actual del ecosistema. Se considera que su afectación durante la ejecución del proyecto solo es fugaz (por las emisiones de combustión de hidrocarburos de la maquinaria, ruidos, vibraciones y la generación de polvo), y que una vez concluidas las actividades constructivas del proyecto volverá a su estado inicial. También será el factor sobre el que se establecerán adecuadas medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales a fin de atenuar los efectos negativos en su calidad y evitar impactos acumulativos y sinérgicos.

El Paisaje cuya Unidad de calidad ambiental 14, lo coloca en el cuarto factor ambiental del medio fisicoquímico con mayor aporte, debido a que contiene elementos naturales con modificaciones y contrastes por su cercanía con las poblaciones. Por lo que, al ser el factor

que recibirá los efectos del proyecto, se obtuvo un valor relativo de -40.88; es decir, este factor ocupa el tercer lugar en afectación por las actividades del proyecto y por lo tanto se pondrá igual que a todos los factores, una especial atención en la propuesta de medidas de mitigación. Considerando que algunos de los impactos que recibe no podrán ser mitigados o compensados: presentará impactos residuales debido a la construcción y edificación de infraestructura fija que se pretende y que permanecerá en el sitio durante toda la vida útil. Se podrán llevar a cabo algunas medidas de mitigación para disminuir el impacto que recibe.

De los factores del medio biótico, en el caso de la Vegetación se ubica en el primer lugar junto con el suelo debido a su UCA de 14, a nivel factor es ubicada en el cuarto nivel general de afectación en contribución al sistema ambiental junto con el paisaje, y al recibir el impacto absoluto de las actividades del proyecto que tienen interacción con este factor, se obtuvo el valor relativo (impacto real) de -39.06. Con la implementación del proyecto se removerá vegetación que deba ser compensada.

Del medio biótico la Fauna, ocuparía el último lugar general de contribución en la calidad ambiental de UCA de 9 y con un valor relativo del -24.30 que ocuparía el sexto lugar a nivel general, siendo el segundo para este factor; debido a la escasa presencia que se tiene en el sitio debido a la ubicación del predio que colinda con vías de comunicación y poblados y predios con uso agropecuario. Debido a que es poco probable su presencia en el sitio del proyecto, presenta una baja diversidad y no se detectan condiciones apropiadas para la realización de sus funciones vitales, debido al grado la escasa presencia de bebederos naturales y la presencia de alimento; sin embargo, se proponen medidas para evitar su probable afectación.

El Medio socioeconómico de acuerdo con la valoración actual se encuentran en niveles aceptables; debido a que el proyecto contempla la ejecución de infraestructura para el abasto de un servicio básico para el estado de Aguascalientes, se hizo únicamente para considerar el nivel de aceptación y las expectativas en la generación de empleos y calidad de vida de la población en el entorno al sitio del proyecto. Conforme a los valores relativos y absolutos obtenidos resulta positivo o beneficioso, dado el nivel de pertinencia, y considerarse una obra prioritaria para la generación de energía para el estado.

Con base en los factores mayormente impactados y las actividades que ocasionan cambios significativos en el sistema ambiental se identificaron los impactos que conforme a su intensidad son más relevantes a considerar en las medidas de prevención y mitigación.

V.4. Impactos residuales e Impactos acumulativos

IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de la interacción o suma de los efectos generados por el proyecto con otros impactos ambientales derivados de actividades, obras o procesos que han ocurrido en el pasado, se encuentran ocurriendo en el presente o pueden ocurrir en el futuro dentro del sistema ambiental. Por su parte, los impactos residuales corresponden a aquellos efectos que persisten aun después de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación, por lo que representan la fracción del impacto que no puede ser eliminada completamente mediante las medidas ambientales previstas.

Para la identificación de los impactos residuales del presente proyecto se consideraron los resultados de la evaluación de impactos ambientales, particularmente aquellos impactos clasificados como moderados y severos, así como la capacidad de las medidas propuestas para prevenir, reducir, controlar o recuperar los efectos generados sobre los componentes ambientales.

La evaluación realizada determinó que la mayor parte de las interacciones negativas se concentran durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido principalmente a las actividades de despalme, movimiento de maquinaria, excavación, nivelación, compactación, construcción de caminos y establecimiento de la infraestructura fotovoltaica. Sin embargo, una vez consideradas las medidas de prevención y mitigación, una parte importante de estos efectos adquiere un carácter temporal y recuperable.

En consecuencia, los principales impactos residuales se relacionan con aquellos cambios que permanecerán durante la vida útil del proyecto, particularmente la modificación permanente de la condición de uso del suelo, la alteración de determinadas propiedades y funciones del suelo, la modificación de la calidad y naturalidad del paisaje y, potencialmente, la modificación de las condiciones locales de desplazamiento de la fauna asociada con la infraestructura permanente.

Medio Físico
Factor agua:
Disponibilidad del Recurso Hídrico

El proyecto se desarrollará sobre una superficie de 231.959 ha que actualmente presenta agricultura de riego anual y agricultura de temporal anual, con superficies de 67.301 y 164.658 ha, respectivamente. En este contexto, el proyecto representa una modificación del uso actual del territorio, particularmente en lo relativo a la demanda de agua asociada a las actividades productivas existentes.

Durante la etapa de operación, la demanda de agua del parque fotovoltaico será considerablemente menor que la asociada con actividades agrícolas que requieren riego, debido a que la generación de electricidad mediante tecnología fotovoltaica no requiere el consumo continuo de agua como parte del proceso de generación. Las necesidades de agua durante esta etapa estarán principalmente asociadas con actividades de mantenimiento, limpieza y servicios auxiliares, de acuerdo con las necesidades operativas del proyecto.

Durante la construcción, el agua requerida para actividades como control de polvo y compactación deberá provenir de fuentes autorizadas, evitando la extracción directa de cuerpos de agua o aprovechamientos no autorizados dentro del área del proyecto.

Por lo anterior, no se identifica un impacto residual significativo asociado con la disponibilidad del recurso hídrico durante la operación del proyecto. Por el contrario, la sustitución de una actividad agrícola que actualmente requiere agua de riego por una actividad de generación fotovoltaica representa una reducción potencial de la demanda hídrica asociada al uso productivo del terreno. No obstante, esta consideración deberá entenderse como un efecto positivo del cambio de actividad y no como una medida compensatoria de los impactos ambientales del proyecto.

Calidad del Agua (Impactos Potenciales en Construcción)

Dentro del Área del Proyecto se presentan cuerpos de agua de carácter intermitente, por lo que las actividades de preparación del sitio y construcción deberán considerar la conservación de sus trayectorias y el mantenimiento de la funcionalidad de los escurrimientos.

Durante la ejecución de las obras, los principales riesgos para la calidad del agua estarán relacionados con el movimiento de maquinaria, la exposición de materiales del suelo, el arrastre de partículas durante eventos de precipitación y la posibilidad de derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes.

Estos efectos serán prevenidos y mitigados mediante el manejo adecuado de maquinaria, la implementación de medidas de control de sedimentos, el manejo adecuado de residuos, la atención inmediata de derrames y la conservación de las trayectorias de escurrimiento. En caso de ocurrir un derrame, el material contaminado deberá ser retirado y manejado conforme a la normatividad aplicable.

Debido a que estos efectos son principalmente accidentales y temporales, y considerando que pueden ser controlados mediante las medidas propuestas, no se consideran como los principales impactos residuales del proyecto.

No obstante, la modificación permanente de determinadas superficies puede generar cambios localizados en las condiciones de infiltración y escurrimiento respecto de la condición actual. Por ello, la hidrología superficial se considera un componente con potencial de residualidad localizada, cuya magnitud dependerá de la superficie efectivamente transformada y de la capacidad de las obras hidráulicas y de manejo del proyecto para conservar la funcionalidad de los escurrimientos intermitentes existentes.

Factor suelo
Alteración de las propiedades físicas y procesos erosivos

Las actividades de despalme, excavación, nivelación, relleno, compactación y construcción de caminos producirán modificaciones directas sobre las propiedades físicas del suelo. Entre los efectos potenciales se encuentran la pérdida temporal de estructura, compactación, disminución de la porosidad, reducción de la capacidad de infiltración y aumento de la susceptibilidad a procesos erosivos.

Durante la preparación del sitio y construcción, estos impactos serán reducidos mediante la delimitación de las áreas de trabajo, evitando la circulación innecesaria de maquinaria fuera de las superficies autorizadas, así como mediante medidas de control de erosión, manejo de materiales y restauración de áreas temporales.

El riesgo de contaminación por hidrocarburos también será prevenido mediante el mantenimiento preventivo de maquinaria, la prohibición de actividades de mantenimiento fuera de las áreas destinadas para ello, la disponibilidad de materiales para la atención de derrames y la extracción inmediata del suelo contaminado cuando ocurra un evento accidental.

Estos últimos efectos se consideran principalmente prevenibles y mitigables, por lo que no constituyen por sí mismos impactos residuales cuando las medidas son aplicadas adecuadamente.

Sin embargo, en las superficies destinadas a infraestructura permanente, caminos y obras civiles, las propiedades y funciones originales del suelo no podrán recuperarse completamente mientras permanezca el proyecto. La compactación, modificación de la estructura y, en determinadas superficies, la disminución de la infiltración constituyen cambios que permanecerán durante la vida útil de las instalaciones.

Por lo anterior, la alteración permanente de las propiedades y funciones del suelo en las áreas de ocupación permanente se identifica como un impacto residual. Su magnitud estará directamente relacionada con la superficie efectivamente transformada y no con la totalidad del Área del Proyecto.

Cambio de la condición actual de uso del suelo

El Área del Proyecto presenta actualmente una superficie de 67.301 ha de agricultura de riego anual y 164.658 ha de agricultura de temporal anual. La instalación del parque fotovoltaico implicará la sustitución de esta condición de uso en las superficies destinadas a las obras e infraestructura del proyecto.

La aplicación de medidas ambientales permitirá limitar la intervención exclusivamente a las áreas autorizadas y evitar afectaciones innecesarias fuera de las superficies de desplante. Asimismo, las áreas que sean utilizadas temporalmente durante la construcción podrán ser sujetas a acciones de restauración una vez concluidas las actividades correspondientes.

No obstante, en las superficies ocupadas permanentemente por infraestructura, la condición actual de uso agrícola no podrá mantenerse durante la vida útil del proyecto. En consecuencia, el cambio permanente de uso y ocupación del territorio constituye un impacto residual, debido a que las medidas de prevención y mitigación pueden reducir la superficie afectada y recuperar las áreas temporales, pero no eliminar la transformación de las superficies ocupadas de manera permanente.

Este impacto debe interpretarse como una transformación de un territorio previamente destinado a actividades agrícolas y no como una pérdida generalizada de vegetación natural del AP. Por ello, la cuantificación del impacto residual deberá realizarse con base en la superficie de ocupación permanente efectivamente requerida por el proyecto.

Factor aire:

Durante la preparación del sitio y construcción se generarán emisiones atmosféricas y partículas suspendidas asociadas principalmente con el uso de maquinaria, vehículos, movimiento de tierras y tránsito sobre caminos no pavimentados. Asimismo, se presentarán incrementos temporales en los niveles de ruido y vibraciones.

Estos efectos serán de carácter localizado, intermitente y temporal. Las emisiones se reducirán mediante el mantenimiento adecuado de maquinaria y vehículos, mientras que las emisiones de partículas podrán controlarse mediante medidas de manejo de superficies y control de polvo. El ruido será reducido mediante el mantenimiento de maquinaria y la ejecución de actividades ruidosas dentro de horarios adecuados.

Durante la operación, las emisiones atmosféricas estarán asociadas principalmente con los vehículos utilizados para mantenimiento y vigilancia, por lo que se espera una magnitud considerablemente menor que durante la construcción.

Debido a su carácter temporal y a la capacidad de recuperación del componente una vez concluidas las actividades constructivas, no se identifican impactos residuales significativos sobre la calidad del aire, ruido o vibraciones.

Factor Paisaje

El paisaje constituye uno de los principales componentes donde se identifica un impacto residual.

El Área del Proyecto presenta actualmente una calidad paisajística baja a media, asociada con un entorno en el que predominan actividades agropecuarias y elementos de transformación antrópica. La construcción del parque fotovoltaico introducirá elementos de carácter tecnológico y energético que modificarán la composición visual existente.

Durante la preparación del sitio y construcción, la presencia de maquinaria, vehículos, materiales, instalaciones temporales y personal incrementará temporalmente la alteración visual. Estos elementos serán retirados al concluir las actividades constructivas, permitiendo recuperar parcialmente las condiciones visuales del entorno.

Sin embargo, los módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos, subestaciones, edificaciones y demás instalaciones permanentes permanecerán durante la vida útil del proyecto. Por lo tanto, aun cuando se apliquen medidas de ordenamiento de los frentes de trabajo, limpieza, restauración de áreas temporales y manejo de la vegetación, no será posible eliminar completamente la presencia visual de la infraestructura.

En consecuencia, la modificación permanente de la calidad y naturalidad del paisaje constituye un impacto residual, debido a que las medidas ambientales pueden disminuir su intensidad y percepción, pero no eliminar la presencia física de las instalaciones durante la vida útil del proyecto.

Medio Biológico
Vegetación y Fauna

Cuando la capa vegetal se pierde y comienza la destrucción de los suelos por la erosión, provocan que el conjunto de los ecosistemas se siga alterando y degradando a tal punto que mucha de la vegetación original y la fauna correspondientes presenten daños muchas veces irreversibles y varias especies tienden a emigrar.

Vegetación:

La evaluación del Área del Proyecto indica que actualmente el territorio se encuentra destinado a agricultura de riego anual y agricultura de temporal anual. Asimismo, no se identificaron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT.

Las actividades de preparación del sitio pueden requerir la remoción de individuos vegetales presentes en las áreas que sean efectivamente intervenidas. Para reducir este efecto se

contempla la aplicación de actividades de rescate y reubicación de ejemplares susceptibles de manejo antes de iniciar las actividades de despalme.

El rescate y reubicación permitirá disminuir la pérdida directa de individuos y conservar material vegetal susceptible de establecimiento. Sin embargo, en aquellas superficies donde la infraestructura ocupe permanentemente el terreno, no será posible conservar o recuperar inmediatamente las condiciones vegetales existentes durante la vida útil del proyecto.

Por lo anterior, la afectación sobre la cobertura vegetal en las superficies efectivamente intervenidas podrá presentar un componente residual localizado, cuya importancia dependerá de la superficie con vegetación que realmente sea removida y de la capacidad de recuperación de las áreas que no queden ocupadas permanentemente.

No se identifica, con la información disponible, un impacto residual específico relacionado con la pérdida de especies de flora protegidas, debido a que no se registraron especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT.

Fauna:

Las actividades de despalme, excavación, movimiento de maquinaria y construcción producirán perturbaciones temporales que pueden provocar el desplazamiento de individuos hacia áreas colindantes. Este efecto será atendido mediante acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación, así como mediante la vigilancia ambiental durante las actividades de mayor riesgo.

En el Área del Proyecto se registraron Geranoaetus albicaudatus y Lepus californicus, especies consideradas bajo la categoría de Protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT. Por ello, las medidas de manejo de fauna deberán prestar especial atención a la prevención de mortalidad directa y a la reducción de perturbaciones durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

El desplazamiento temporal producido por el ruido, la presencia de maquinaria y el movimiento de personal se considera principalmente un efecto mitigable y no residual, debido a que las condiciones de perturbación disminuirán una vez concluidas las actividades constructivas.

No obstante, durante la operación, la permanencia de la infraestructura y del cerco perimetral puede modificar las condiciones de desplazamiento de algunas especies de fauna terrestre. En particular, el cercado puede constituir una barrera física para individuos de pequeña fauna, por lo que su diseño deberá incorporar las características necesarias para mantener, en la medida de lo técnicamente viable, la permeabilidad del sitio para la fauna terrestre.

Por lo anterior, la modificación de las condiciones de desplazamiento de la fauna asociada con la infraestructura permanente constituye un impacto potencialmente residual y localizado. La aplicación de medidas de manejo, rescate, ahuyentamiento y diseño adecuado del cercado permitirá reducir significativamente su magnitud y evitar que se traduzca en una afectación directa sobre las especies registradas bajo categoría de Protección especial.

El riesgo de atropellamiento durante la construcción se considera prevenible y mitigable mediante el establecimiento de límites de velocidad, señalización ambiental, capacitación del personal y vigilancia de los caminos de acceso, por lo que no se considera un impacto residual bajo el cumplimiento adecuado de dichas medidas.

Economía regional

El análisis del entorno socioeconómico para el municipio de El Llano, Aguascalientes, permite identificar dinámicas particulares de vulnerabilidad rural que serán impactadas positivamente por el proyecto, contrarrestando tendencias históricas de rezago.

Diagnóstico del Contexto Regional y Marginalidad

El municipio de El Llano registra contracturas socioeconómicas estructurales, caracterizadas por un grado de marginación considerado de moderado a alto en sus comunidades rurales. La economía local ha dependido históricamente de la ganadería extensiva y de una agricultura de subsistencia (temporal) de bajo rendimiento, severamente limitada por el estrés hídrico y la baja aptitud agrológica de los suelos locales. Esta falta de diversificación productiva y la escasez de opciones de empleo formal han consolidado brechas de desigualdad respecto a la zona metropolitana del estado, impulsando un índice considerable de emigración de la población joven.

Impactos Positivos de Carácter Acumulativo y Residual

La introducción del parque fotovoltaico actúa como un detonador de reconversión productiva y estabilización económica regional mediante los siguientes mecanismos:

Durante las fases de preparación del sitio y construcción, se generará una importante demanda de mano de obra directa e indirecta (tanto especializada como no especializada). Al priorizar la contratación de habitantes de las localidades del municipio, el proyecto mitigará temporalmente el desempleo local.

En la etapa operativa, la creación de puestos permanentes para el mantenimiento y seguridad brindará estabilidad laboral en una zona de alta emigración.

Se reactivará el comercio local a través de la adquisición de bienes, insumos de construcción y la contratación de servicios (hospedaje, alimentación y transporte). Este impacto acumulativo inyectará capital directamente en la economía familiar y comercial de la región.

El proyecto aprovecha predios con suelos pobres y someros que presentaban un estado de abandono o baja productividad agrícola, transformándolos en áreas de generación de infraestructura energética limpia, sin competir con la soberanía alimentaria de la demarcación.

El balance integral del estudio indica que los factores del medio físico-químico (suelo, agua, aire) y biótico (flora y fauna) son los que asimilarán las interacciones negativas del proyecto, concentrándose principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. La evaluación cuantitativa arrojó un valor de impacto total ponderado de -818.65, un resultado numérico esperado para proyectos de infraestructura energética en su fase constructiva debido al descapote y los movimientos de tierra.

Esta ponderación no compromete la viabilidad ambiental del proyecto. Por el contrario, delimita con precisión los componentes prioritarios que requieren atención (suelo, agua y paisaje). Para resarcir y disminuir estos valores negativos hacia niveles técnicamente tolerables, se estructurará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) robusto. Este plan incorporará medidas estrictas de mitigación, compensación ecológica e indicadores de monitoreo continuo, garantizando que el balance final del proyecto sea ambientalmente sustentable y socioeconómicamente benéfico para el municipio de El Llano.

V.5. Resumen y conclusiones

La evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de la ejecución del proyecto permitió identificar y valorar las interacciones entre las acciones previstas para las diferentes etapas del proyecto y los factores ambientales que conforman el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área del Proyecto (AP).

Para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales se empleó una metodología matricial de interacción causa-efecto, mediante la cual se relacionaron las acciones del proyecto con los factores y parámetros ambientales susceptibles de afectación. Posteriormente, los impactos fueron valorados mediante un modelo de importancia y ponderados de acuerdo con la Unidad de Calidad Ambiental (UCA) asignada a cada factor, permitiendo determinar tanto el impacto absoluto como el impacto relativo sobre los componentes ambientales.

Como resultado de la evaluación se identificaron 104 impactos ambientales, de los cuales 47 fueron clasificados como irrelevantes, 44 como moderados y 13 como severos, sin registrarse impactos críticos.

Los impactos negativos se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, particularmente como consecuencia de las actividades que implican intervención directa sobre el terreno, entre ellas la remoción de vegetación y despalme, compactaciones y nivelaciones, apertura de caminos, excavaciones, construcción de caminos internos, instalación de estructuras y construcción de obras civiles.

El valor de impacto total obtenido mediante la matriz ponderada fue de -818.65, resultado que representa la presión ambiental acumulada de las diferentes acciones evaluadas antes de considerar la reducción de los efectos derivada de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas.

Impactos relevantes del proyecto

De acuerdo con los resultados de la evaluación, el suelo constituye el factor ambiental con mayor afectación, con un impacto absoluto de -379 y un impacto relativo de -64.43. Las principales interacciones se relacionan con la remoción de vegetación y despalme, las compactaciones y nivelaciones, la apertura de caminos, las excavaciones, la instalación de estructuras y la construcción de obras civiles.

Estas actividades pueden modificar las propiedades físicas del suelo mediante la pérdida de cobertura, alteración de la estructura, compactación y disminución localizada de la capacidad de infiltración, además de incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos en superficies expuestas. Por su importancia, el suelo constituye uno de los componentes prioritarios para la aplicación de medidas de prevención, mitigación y restauración.

El agua presenta el segundo mayor nivel de afectación, con un impacto absoluto de -356 y relativo de -56.96. Las principales interacciones corresponden a las actividades que modifican físicamente el terreno, particularmente la remoción de vegetación, compactaciones y nivelaciones, excavaciones, caminos e instalación de estructuras.

La relevancia de este componente se encuentra asociada, además, con la presencia de cuerpos y escurrimientos de carácter intermitente dentro del Área del Proyecto. Las principales afectaciones potenciales corresponden a la modificación localizada de los patrones de escurrimiento e infiltración, así como al arrastre de partículas de suelo y al riesgo de contaminación accidental durante la construcción. Por ello, será prioritario mantener la funcionalidad de los escurrimientos y evitar la alteración innecesaria de sus trayectorias.

El paisaje presenta un impacto absoluto de -292 y relativo de -40.88. Las principales afectaciones se relacionan con la remoción de vegetación y despalme, apertura y construcción de caminos, instalación de estructuras y obras civiles. Considerando que la calidad paisajística del área se encuentra entre baja y media, el establecimiento de la infraestructura fotovoltaica modificará la composición visual existente e incorporará elementos tecnológicos permanentes al paisaje.

La vegetación presenta un impacto absoluto de -279 y relativo de -39.06, principalmente por la remoción de vegetación y despalme. El efecto será localizado en las superficies que efectivamente requieran intervención. Para reducir la afectación se contempla la ejecución de acciones de rescate y reubicación de ejemplares susceptibles de manejo. Asimismo, de acuerdo con la información disponible, no se registraron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT.

La fauna presenta un impacto absoluto de -270 y relativo de -24.30. Las principales interacciones se relacionan con la remoción de vegetación, instalación del cercado perimetral, instalación de estructuras, caminos y actividades constructivas. Durante la preparación del sitio y construcción, la presencia de maquinaria, personal, ruido y vibraciones puede provocar el desplazamiento temporal de individuos.

En este componente adquiere particular importancia la presencia de Geranoaetus albicaudatus y Lepus californicus, registrados en el área de estudio y considerados bajo la categoría de Protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT. En consecuencia, las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación serán fundamentales para reducir el riesgo de afectación directa durante las actividades de mayor intervención.
Finalmente, el aire presenta un impacto absoluto de -247 y relativo de -37.05, asociado principalmente con el uso de maquinaria, vehículos y actividades de movimiento de tierras. Los efectos esperados corresponden al incremento temporal de partículas, emisiones de combustión, ruido y vibraciones. Debido a su carácter principalmente temporal y localizado, estos impactos presentan una alta posibilidad de prevención y mitigación.

Acciones del proyecto que concentran los impactos negativos

La evaluación por acción permite identificar que la remoción de vegetación y despalme constituye la actividad con mayor presión ambiental, con un valor de impacto de -182. Esta acción genera interacciones principalmente con suelo, agua, paisaje y vegetación, además de producir efectos indirectos sobre la fauna.

La compactación y nivelación representa la segunda acción de mayor impacto, con -129, debido principalmente a su interacción con el suelo y agua. Estas actividades pueden modificar la estructura del suelo, su capacidad de infiltración y las condiciones locales de escurrimiento.

En tercer lugar se encuentran la excavación y compactación y los caminos internos, ambas con -116, seguidas por la apertura del camino de acceso, con -111, y la construcción de obras civiles, con -104.

En conjunto, estos resultados muestran que los impactos más importantes del proyecto se concentran en las actividades que implican una transformación física directa del terreno. Por ello, las medidas ambientales deberán priorizar la reducción de superficies de intervención, el control de movimientos de tierra, la prevención de procesos erosivos, la conservación de escurrimientos, el manejo adecuado de maquinaria y la restauración de áreas utilizadas temporalmente.

Impactos acumulativos

El análisis ambiental consideró las condiciones actuales de transformación del Sistema Ambiental Regional, así como las actividades que históricamente han modificado el territorio.

En el Área del Proyecto se identifican 67.301 ha de agricultura de riego anual y 164.658 ha de agricultura de temporal anual, lo que evidencia una condición previa de transformación del territorio asociada principalmente con actividades agrícolas.

En este contexto, las actividades del proyecto pueden generar efectos que se adicionen a las presiones existentes sobre el suelo, agua, paisaje y componentes bióticos. Particularmente, la transformación de la cobertura y ocupación del territorio y la incorporación de infraestructura pueden contribuir a la modificación acumulativa de la configuración del paisaje y de las condiciones locales de hábitat y desplazamiento de fauna. Sin embargo, la magnitud de estos efectos se encuentra condicionada por la superficie efectiva de intervención y por la aplicación de medidas destinadas a evitar afectaciones fuera de las áreas autorizadas.

Por otra parte, la sustitución de actividades agrícolas por una instalación fotovoltaica representa una modificación relevante en términos del uso del territorio. En particular, respecto de la superficie actualmente destinada a agricultura de riego, la operación del parque fotovoltaico puede representar una disminución de la demanda hídrica asociada al uso productivo del terreno, debido a que la generación de energía mediante tecnología fotovoltaica no requiere un consumo continuo de agua comparable al de la agricultura de riego.

Este efecto favorable debe considerarse como parte del balance ambiental del proyecto, sin utilizarlo para compensar directamente los impactos negativos que genere la construcción.

Impactos residuales y relevancia de los mismos

Una vez consideradas las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas, se prevé que una parte importante de los impactos identificados pueda ser evitada, reducida o recuperada.

Los impactos con mayor potencial de residualidad corresponden a aquellos relacionados con la permanencia de la infraestructura y la ocupación física del territorio durante la vida útil del proyecto.

Entre los principales se identifican:

- la modificación permanente de las propiedades físicas y funciones del suelo en las áreas de ocupación permanente;
- la modificación de las condiciones actuales de ocupación del territorio;
- la modificación de la calidad y naturalidad del paisaje;
- la posible modificación localizada de las condiciones de infiltración y escurrimiento;
- la modificación de las condiciones de desplazamiento de fauna por la infraestructura y el cercado;
- y la pérdida o modificación de la cobertura vegetal en las superficies que permanezcan ocupadas durante la vida útil del proyecto.

La residualidad de estos efectos se encuentra principalmente asociada con la permanencia física de las obras, por lo que no puede eliminarse completamente mediante medidas de prevención. No obstante, su magnitud puede reducirse mediante la delimitación precisa de las superficies de intervención, el respeto de los escurrimientos intermitentes, el manejo adecuado del suelo, las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna y la restauración de las áreas que únicamente sean utilizadas durante la construcción.

En contraste, los efectos relacionados con polvo, emisiones atmosféricas, ruido, vibraciones, desplazamiento temporal de fauna, generación de residuos y riesgos accidentales de contaminación se consideran principalmente prevenibles o mitigables, debido a su carácter temporal y a la posibilidad de recuperar las condiciones ambientales una vez concluidas las actividades que los generan.

Beneficios socioeconómicos

La evaluación también identificó impactos positivos asociados con los componentes socioeconómicos. El factor uso de bienes y servicios presentó un valor absoluto positivo de 316, mientras que el factor empleos alcanzó un valor de 334.

Estos efectos se relacionan con la demanda de mano de obra durante la preparación del sitio y construcción, así como con la contratación de servicios, adquisición de insumos y actividades de mantenimiento durante la operación.

En términos ponderados, los factores socioeconómicos presentan un resultado positivo de 97.50, lo que evidencia que el proyecto también generará beneficios asociados con la actividad económica y la generación de infraestructura para el aprovechamiento de una fuente renovable de energía.

Conclusiones

Con base en los resultados de la evaluación de impactos ambientales, se concluye que los efectos negativos del proyecto se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, particularmente en aquellas actividades que implican la transformación física del terreno.

Los componentes que requieren mayor atención corresponden al suelo, agua y paisaje, debido a los valores de impacto obtenidos y a la naturaleza de las interacciones identificadas. La vegetación y fauna también requieren medidas específicas de manejo, particularmente por la remoción de cobertura vegetal y por la presencia de especies de fauna bajo categoría de Protección especial.

La evaluación no identificó impactos críticos. Los impactos severos identificados corresponden principalmente a modificaciones del suelo y agua durante las actividades de mayor intervención física y, de acuerdo con su naturaleza, son susceptibles de prevención, mitigación y manejo ambiental.

Los principales impactos residuales se relacionan con la permanencia de la infraestructura y, por tanto, con la transformación de las superficies efectivamente ocupadas durante la vida útil del proyecto. Entre ellos destacan la modificación del suelo, la incorporación de infraestructura al paisaje, las modificaciones localizadas de infiltración y escurrimiento y la alteración de las condiciones de desplazamiento de fauna.

No obstante, estos impactos no implican por sí mismos la pérdida de la integridad funcional del Sistema Ambiental Regional, debido a que se prevé que las afectaciones permanezcan espacialmente delimitadas y que se implementen medidas para conservar los procesos ambientales que resultan relevantes para el funcionamiento del sistema.

En particular, el mantenimiento de los escurrimientos intermitentes, el control de erosión, la prevención de contaminación, la delimitación de las áreas de intervención, el rescate y reubicación de flora y fauna, el ahuyentamiento previo, la restauración de áreas temporales y el seguimiento mediante vigilancia ambiental permitirán reducir la magnitud de los efectos del proyecto.

Asimismo, el proyecto generará efectos positivos sobre el medio socioeconómico mediante la generación de empleos, demanda de bienes y servicios y establecimiento de infraestructura para la generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable.

Por lo anterior, y considerando la magnitud, extensión y duración de los impactos identificados, así como la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas, se considera que los impactos relevantes del proyecto son ambientalmente aceptables y que no se compromete la integridad funcional ni la capacidad de carga del Sistema Ambiental Regional, siempre que las medidas ambientales sean implementadas de manera efectiva y verificable durante las diferentes etapas del proyecto. La pérdida ambiental residual identificada deberá ser considerada como base para definir las medidas compensatorias correspondientes, particularmente aquellas dirigidas a mantener o mejorar las funciones ambientales de los componentes suelo, agua, vegetación y fauna dentro del sistema ambiental.

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

En este apartado se proponen las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos que el proyecto puede provocar en cada etapa de su desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

Estas medidas pueden dirigirse al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento ambiental o al medio receptor, para aumentar su capacidad de reacción ante alteraciones extremas y aumentar la resistencia en merma de sus características, para paliar los efectos una vez producidos. De manera general se establece la siguiente tipología:

- Medidas preventivas: actúan sobre fuentes de cambio (acciones del proyecto) para prevenir el impacto sobre los componentes ambientales.
- Medidas de mitigación o correctoras: actúan sobre impactos recuperables.
- Medidas compensatorias: actúan sobre impactos recuperables e inevitables de algún modo contrapesan la alteración del factor.
- La valoración de las medidas de mitigación que se proponen se llevó a cabo con la misma metodología con la que fueron evaluados los impactos. Se calcula la importancia del impacto, remplazando el criterio de recuperabilidad ya que los impactos positivos no son recuperables, empleando en su lugar el criterio de costo por la introducción de cada medida propuesta.
- En la tabla siguiente se muestra el aporte derivado de la introducción de medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones propuestas por factor ambiental afectado, enfocadas a los impactos más notables. El impacto derivado de estas medidas se restó al valor del impacto relativo (total); así tenemos:

INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS POR FACTOR	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Costos	Importancia del impacto/actividad
SUELO						**SUBTOTAL**		**69**
Conservación de la capa fértil	+	4	1	4	4	4	2	28
Uso de vehículo orquesta para carga de combustibles	+	2	1	4	1	4	2	19
Disponer de kits antiderrame portátiles	+	2	1	4	4	4	2	22
VEGETACIÓN						**SUBTOTAL**		**66**
Aplicar la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora	+	4	4	4	4	4	1	33
Reforestación con especies nativas	+	4	4	4	4	4	1	33
AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA						**SUBTOTAL**		**131**
Uso de agua tratada para control de polvos y compactación	+	4	2	4	1	4	2	27
Protección de cauces e infiltración	+	4	2	4	1	4	2	27
Instalación de barreras de retención de sedimento	+	4	2	4	1	4	2	27
Uso de baños móviles	+	4	1	4	1	4	1	24
Recolección de residuos en el área del proyecto	+	4	2	4	1	4	1	26
AIRE						**SUBTOTAL**		**71**
Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo	+	4	1	4	1	4	2	25
Actividades de aspersión de agua de áreas de maniobras y caminos	+	4	2	4	1	4	2	27

Restricción de horarios	+	2	1	4	1	4	2	19
FAUNA						**SUBTOTAL**		**67**
Establecer limites de velocidad con el uso de señaléticas	+	2	1	4	1	4	2	19
Diseño del cercado perimetral con paso de fauna	+	2	1	4	4	4	1	21
Programa de rescate de fauna y su reubicación	+	4	1	4	4	4	1	27
PAISAJE						**SUBTOTAL**		**55**
Barrera viva perimetral con especies arbóreas nativas	+	4	1	4	4	4	1	27
contar con contenedores para la disposición de residuos generados	+	4	1	4	4	4	2	28
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS						**SUBTOTAL**		**99**
Contratación de personal local	+	4	4	4	4	4	1	33
Adquisición de bienes y servicios locales	+	4	4	4	4	4	1	33
Pago justo y oportuno a proveedores	+	4	4	4	4	4	1	33
	Total:							**558**
***Costo: Bajo (3), Medio (2), Alto (1)**								

Impacto final del proyecto, con el aporte de medidas de mitigación.

Factor	
Suelo	**69**
Vegetación	**66**
Agua superficial y subterránea	**131**
Aire	**71**
Fauna	**67**
Paisaje	**55**
Aspectos socioeconómicos	**99**
Total	**558**
Impacto total ponderado	**-818.65**
Impacto final	**-261.65**

Una vez obtenido el valor total de las medidas de mitigación y correctivas, se obtiene el valor del impacto final, con la siguiente formula:

VIF = -VTP + VTMM
Donde:
VIF= Valor del Impacto Final
VTP= Valor Total Ponderado
VTMM= Valor Total de las Medidas de Mitigación

Aplicando la formula anterior, obtenemos que para el aprovechamiento forestal el VIF es el siguiente:

Valor del impacto final =-Valor del impacto total ponderado + Valor total de las **medidas de mitigación**

= (-818.65) + (558) = -261.65 es el valor del impacto final



El impacto final es bajo.

Escalas para la determinación de los impactos

Bajo	-1 hasta -300
Moderado	-301 hasta -600
Alto	-601 hasta 900

El valor obtenido, es el valor del impacto negativo que permanecerá aun después de aplicar las medidas de mitigación y correctivas.

En el valor adquirido como impacto ambiental final del proyecto, se tiene que las medidas propuestas pueden reducir significativamente los efectos negativos originados por las actividades del proyecto. Dado que algunos de los impactos son negativos únicamente durante el periodo de construcción, desaparecerán inmediatamente al concluirse la actividad (impactos fugaces) además se contemplan otras más con la finalidad de cubrir los impactos que se puedan generar durante el desarrollo del proyecto y que por el momento no se tengan previstos.

Como era de esperarse, las obras del proyecto ocasionarán impactos negativos que será un impacto residual por la ocupación con la infraestructura que de igual manera será permanente en el sitio durante la vida útil del proyecto, extendiéndose varios años ya que la durabilidad de los materiales empleados y el mantenimiento que se dé para prolongarla debido al alto costo de inversión que implica, sin embargo, el valor negativo es considerado dentro de la escala de impactos como bajo y por lo tanto aceptable, no obstante, se realizarán las medidas necesarias para aminorar al máximo estos impactos.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

El conjunto de acciones y medidas que se proponen, pretenden reducir al máximo el impacto que la construcción del proyecto genera en el entorno físico, biótico y social, garantizando su compatibilidad en primera instancia con los principios éticos, legales encaminados a la protección del ambiente y los recursos naturales, consignados en la legislación ambiental, además de la conciencia social de sus desarrolladores.

De manera particular las acciones y medidas que han sido seleccionadas y propuestas en este documento, persiguen los siguientes objetivos:

- Prevenir la ocurrencia de impactos potenciales identificados como significativos y evitar o mitigar el posible deterioro ambiental que podría resultar como consecuencia del proyecto.
- Mitigar los efectos negativos para el caso de que no hubiere medidas preventivas o estas fueran inevitables técnica o económicamente.
- Promover condiciones que favorezcan la continuidad de los procesos naturales en el contexto local y regional donde se localiza el proyecto con medidas de compensación ambiental.
- Favorecer la integración armónica del proyecto en el desarrollo de la región atendiendo a los principios de la sustentabilidad ambiental, social y económica.

- Generar certidumbre de compromiso, responsabilidad y trasparencia del desarrollador del proyecto, con los principios de política y desarrollo sustentable.

La estrategia general de protección ambiental integra y articula el conjunto de medidas de prevención principalmente, seguidas del control en aquellas que ya se adoptaron en el proceso, las de mitigación intentando reparar los daños accidentales y las de compensación para los impactos que no pueden ser recuperados en el sitio del proyecto Todas las medidas fueron estructuradas a manera de resumen, pero estas serán apoyadas y reforzadas con los instrumentos jurídicos, además de manuales y programas conocidos por el responsable y los programas anexos a este documento.

En el proyecto se generarán impactos de todo tipo como ya fue indicado en apartados anteriores, y las medidas propuestas se enfocan a atender de manera particular el impacto ocasionado. Por lo tanto, es más comprensible la agrupación de medidas a aplicar por componente ambiental (en el que se incluyen las acciones del proyecto que ocasionan), toda vez que el análisis del sistema y la valoración de las medidas propuestas se desarrolló también por componente ambiental.

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados por componente ambiental.

Se hace énfasis únicamente en los componentes impactos de manera negativa, dado que son estos los impactos que tendrán que ser prevenidos, mitigados o compensados con las medidas pertinentes para así poder abatir y contrarrestar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio ambiente.

Factor SUELO

a) Conservación de la capa fértil

El suelo orgánico retirado durante el despalme (primeros 20-30 cm) se almacenará en montículos con una altura no mayor a 1.5 metros. Se protegerá contra la erosión eólica mediante lonas o el establecimiento de coberturas vegetales temporales para su posterior uso en la restauración del sitio.

b) Uso de vehículo orquesta para carga de combustibles

El vehículo orquesta contará con tanques herméticos de almacenamiento con sistemas de contención o doble pared para combustibles (diésel) y lubricantes nuevos, así como un tanque específico para la recuperación de aceites usados (residuos peligrosos).

Dispondrá de carretes con mangueras de alta resistencia y boquillas de llenado rápido con sistema de corte automático y válvulas antigoteo, bloqueando el flujo inmediatamente al llenarse el tanque de la maquinaria para evitar sobrellenados y salpicaduras al suelo.

c) Disponer de kits antiderrame portátiles

Protocolo Operativo de Abastecimiento Seguro

- El suministro se realizará preferentemente en el patio de maniobras. Para la maquinaria de baja movilidad, el camión orquesta se trasladará hasta el frente de trabajo.

- Antes de iniciar cualquier maniobra de carga, el operador del vehículo orquesta deberá colocar una charola contenedora portátil o tapetes absorbentes debajo de la toma de llenado de la maquinaria para capturar cualquier goteo incidental.
- Queda estrictamente prohibido realizar el abastecimiento de combustible de forma manual (mediante bidones, embudos o gravedad), bajo condiciones de lluvia intensa o en áreas ubicadas a menos de 50 metros de los cauces de arroyos intermitentes.

Registro en Bitácora y Control de Residuos

- Toda actividad de carga de combustible, cambio de filtros o extracción de aceites usados deberá asentarse en la Bitácora Ambiental, detallando el volumen suministrado y la confirmación de "cero derrames" en la maniobra.
- Los aceites gastados recuperados por el camión orquesta serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos del proyecto para su posterior entrega a un centro de acopio autorizado.

Factor VEGETACIÓN

a) Aplicar la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora

- El programa será enfocado principalmente al rescate de las cactáceas

b) Reforestación con especies nativas

- Reforestación perimetral con especies nativas y la conservación de franjas de amortiguamiento para mantener la conectividad florística local.

Factor AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

a) Uso de agua tratada para control de polvos y compactación

Queda estrictamente prohibido el uso de agua potable o la extracción de pozos locales para las actividades de obra. El 100% del recurso hídrico requerido para el riego de caminos (mitigación de material particulado) y para la compactación de terracerías provendrá de plantas de tratamiento de aguas residuales autorizadas

El contratista deberá presentar mensualmente ante la Supervisión Ambiental los contratos vigentes con los proveedores, así como las bitácoras de control acompañadas de las notas de remisión o facturas que amparen los metros cúbicos (m^3) de agua tratada transportados por las pipas al sitio del proyecto.

b) Protección de cauces e infiltración

Para salvaguardar la red de arroyos intermitentes y mantener los procesos de recarga incidental del acuífero local, se establecerá un área de exclusión o franja de amortiguamiento de mínimo 20 metros a partir de la ribera de los cauces federales.

En estas zonas protegidas quedará estrictamente prohibido el desplante de paneles solares, el despalme de terreno, el tránsito de maquinaria pesada y el almacenamiento temporal de materiales o suelos. El diseño ejecutivo del parque respetará la hidrología superficial original para evitar desvíos o modificaciones físicas a los flujos naturales de agua pluvial.

c) Instalación de barreras de retención de sedimento

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las superficies desprovistas de vegetación y compactadas serán susceptibles a la erosión hídrica. Para evitar que el arrastre de sólidos en suspensión contamine los cuerpos de agua superficiales aguas abajo, se instalarán barreras de retención en los puntos críticos de salida de escorrentía pluvial.

Estas barreras consistirán en mallas de polipropileno para control de sedimentos (geotextil) o líneas de pacas de paja firmemente ancladas al suelo. La Supervisión Ambiental inspeccionará semanalmente y de forma obligatoria después de cada evento de lluvia el estado de las barreras, ordenando la remoción del lodo acumulado y su sustitución en caso de ruptura o colapso.

d) Uso de baños móviles

Para prevenir la contaminación microbiológica del suelo y la infiltración de patógenos hacia el agua subterránea por deposiciones al aire libre, se instalarán sanitarios portátiles distribuidos estratégicamente en los frentes de trabajo y en el campamento de obra, calculando la cantidad en función del número total de trabajadores en sitio (conforme a los estándares de salud ocupacional).

El servicio de los baños móviles será subcontratado exclusivamente a una empresa especializada y registrada. Dicha empresa realizará la limpieza, desinfección y succión de las aguas negras residuales con una frecuencia mínima de dos veces por semana, entregando al proyecto los manifiestos de disposición final en plantas de tratamiento autorizadas, los cuales se integrarán al Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA).

e) Recolección de residuos en el área del proyecto

Para evitar que la basura sea arrastrada por el viento o la lluvia hacia los arroyos locales, provocando la lixiviación de contaminantes hacia el subsuelo, se implementará un Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (RME).

Se instalarán contenedores claramente identificados, tapados y distribuidos en las áreas de comedores, oficinas provisionales y frentes de obra. Queda estrictamente prohibida la quema, entierro o abandono de cualquier residuo en el predio. Los residuos recolectados serán trasladados al almacén temporal del proyecto y posteriormente retirados por el servicio de limpia municipal o recolectores autorizados para su disposición final en el relleno sanitario de la región.

Factor AIRE

a) Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo

Toda la maquinaria pesada, vehículos de transporte de personal, camiones de volteo y equipos motorizados menores utilizados en los frentes de obra deberán someterse a un programa estricto de mantenimiento preventivo y predictivo. Esto garantizará que la combustión de los motores sea eficiente, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NOx) y hollín. Asimismo, se asegurará la correcta operación de los sistemas de escape y silenciadores para mitigar la contaminación acústica.

El contratista estará obligado a mantener en el sitio las bitácoras de mantenimiento vigentes y las constancias de verificación vehicular correspondientes de cada unidad. La Residencia de Supervisión Ambiental realizará inspecciones visuales semanales; cualquier equipo que presente emisiones de humo visible (humo negro o azul) o niveles de ruido notoriamente excesivos será retirado inmediatamente de la operación hasta que sea reparado y dictaminado como apto.

b) Actividades de aspersión de agua de áreas de maniobras y caminos

Para mitigar de forma proactiva la generación de polvo y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) provocado por el despalme de terreno, los movimientos de tierra y el tránsito de vehículos pesados, se implementará un programa continuo de humectación mediante la aspersión de agua tratada en todas las áreas descubiertas, zonas de maniobra y caminos de acceso internos.

Las actividades de riego mediante camiones cisterna (pipas) se realizarán de manera obligatoria como mínimo dos veces al día (al inicio de la jornada laboral y a mitad de esta). Esta frecuencia se incrementará de manera inmediata en días que registren ráfagas de viento elevadas o condiciones de sequía extrema severa, típicas de la región de El Llano. Se mantendrá un registro diario en la Bitácora Ambiental donde se anoten los frentes regados y el volumen de agua tratada empleado.

c) Restricción de horarios

Con el objetivo de mitigar las molestias a la fauna silvestre remanente en las zonas colindantes y evitar la alteración de la tranquilidad de las comunidades rurales cercanas debido al ruido y vibraciones de la obra, las actividades constructivas de alta presión sonora que se generan tanto como el hincado mecánico de postes para las estructuras, excavaciones mayores y tránsito continuo de camiones de carga, se limitarán estrictamente a horarios diurnos.

El horario autorizado para trabajos ruidosos y de movimiento masivo quedará establecido exclusivamente de lunes a viernes de 07:00 a 18:00 horas y los sábados de 07:00 a 13:00 horas, quedando prohibidas las actividades en horario nocturno y los días domingos. La Supervisión Ambiental vigilará de forma estricta el cumplimiento de este calendario y asegurará que las emisiones de ruido perimetral se mantengan en estricto apego a los límites máximos permisibles que dicta la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

Factor FAUNA

a) Establecer límites de velocidad con el uso de señaléticas

Para mitigar del riesgo de colisión accidental y atropellamiento de fauna silvestre (especialmente aves paseriformes, pequeños mamíferos, roedores y reptiles nativos de los pastizales), se fijará un límite de velocidad máximo y obligatorio de 20 km/h en todos los caminos internos del polígono y de 40 km/h en las vialidades de acceso rural inmediatas al predio.

Se instalará señalética vertical restrictiva y preventiva (conforme a los manuales de la SICT y la señal oficial SP-48 "Fauna Silvestre") en puntos estratégicos, accesos y zonas de cruce potencial de fauna identificadas en los muestreos de campo. Todo operador de maquinaria pesada, transporte de materiales o personal ajeno que infrinja este límite será sancionado

administrativamente. El supervisor ambiental verificará semanalmente la integridad física y visibilidad de las señales instaladas

b) Diseño del cercado perimetral con paso de fauna

Para evitar el impacto residual por fragmentación del hábitat o aislamiento genético debido a la instalación del perímetro de seguridad del parque solar, la malla ciclónica perimetral no tocará el suelo. Se mantendrá un claro de luz inferior continuo o ventana de paso libre de entre 10 y 15 centímetros respecto al nivel del terreno natural.

Este espacio libre permitirá el libre tránsito, dispersión y conectividad ecológica de pequeña fauna terrestre de baja talla, impidiendo simultáneamente el acceso de mamíferos medianos o grandes y ganado doméstico. La Supervisión Ambiental realizará recorridos quincenales a lo largo de todo el perímetro para corroborar que los claros de fauna se encuentren libres de acumulaciones de suelo, maleza densa u obstrucciones mecánicas.

c) Programa de rescate de fauna y su reubicación

Previo al inicio formal del despalme, remoción de vegetación y compactación, se implementará un protocolo técnico de ahuyentamiento controlado mediante cuadrillas de personal que caminarán el terreno para propiciar que las especies con alta movilidad (aves y mamíferos pequeños) abandonen el área de forma natural hacia los predios adyacentes. Posteriormente, se activará el rescate físico para ejemplares de baja movilidad o que se encuentren en madrigueras o nidos en los frentes activos de trabajo.

La captura se ejecutará exclusivamente mediante técnicas no letales (trampas de captura viva tipo Sherman o Tomahawk, redes de golpe y manejo manual especializado para reptiles). Los ejemplares rescatados que se encuentren sanos y viables serán valorados clínicamente, registrados en bitácora (con coordenadas de captura) y liberados de manera inmediata en sitios de reubicación previamente autorizados que cuenten con el mismo tipo de hábitat (matorral/pastizal), garantizando su supervivencia fuera del área de disturbio de la obra.

Factor PAISAJE

a) Barrera viva perimetral con especies arbóreas nativas

Con el objetivo de disminuir el impacto residual por contraste visual e industrial que las estructuras de los paneles solares generarán en el entorno rural y plano del municipio de El Llano, se diseñará e implementará una cortina forestal perimetral (barrera viva). Esta barrera se ubicará en las zonas colindantes a las vías públicas de comunicación y caminos vecinales, actuando como una pantalla visual natural. Estará conformada exclusivamente por especies nativas de la región semiárida (como mezquite, huizache y maguey o cactáceas de la zona), dispuestas en un arreglo de tres estratos (alto, medio y bajo) para asegurar una cobertura densa y adaptada al estrés hídrico local.

El Programa de Reforestación Perimetral deberá iniciarse preferentemente al concluir la preparación del sitio para permitir el establecimiento de las plantas durante la fase de construcción. La Supervisión Ambiental verificará semestralmente el porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares (fijando una meta mínima del 85%), ordenando la reposición inmediata de aquellos individuos que perezcan por estrés climático o plagas, asegurando la continuidad de la pantalla visual.

b) Contar con contenedores para la disposición de residuos generados

Para prevenir la degradación de la calidad escénica y evitar focos de contaminación visual debido a la dispersión de basuras o desperdicios de obra (envolturas, retacería de materiales, envases), se prohibirá el almacenamiento a cielo abierto o desordenado de cualquier tipo de residuo. Se instalará una red de contenedores herméticos, con tapa y debidamente señalizados en todos los frentes activos de trabajo, comedores provisionales, oficinas y almacenes del proyecto.

Se aplicará una política estricta de orden y limpieza en la obra. Los contenedores serán vaciados con una frecuencia mínima de tres veces por semana o antes de llegar al 80% de su capacidad. Los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) se trasladarán al almacén temporal del proyecto para su posterior recolección formal. La Supervisión Ambiental realizará recorridos diarios de inspección visual ("cero residuos dispersos") y cualquier acumulación de desechos fuera de los contenedores será motivo de amonestación para el contratista del frente correspondiente.

Factor ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

a) Contratación de personal local

Con el objetivo de contrarrestar el rezago económico y los índices de emigración en las comunidades rurales del municipio de El Llano, el proyecto implementará un programa obligatorio de prioridad laboral local. El contratista deberá coordinarse con las autoridades municipales y delegaciones ejidales colindantes para canalizar las vacantes disponibles de forma transparente. Se priorizará la contratación de habitantes de la zona para puestos de mano de obra no calificada (despalme, limpieza, zanjado, montaje de estructuras, seguridad perimetral) y mano de obra calificada que esté disponible en la región.

Se integrará una cláusula obligatoria en los contratos de construcción que fije una meta mínima de contratación local. El contratista deberá entregar mensualmente a la Supervisión Ambiental un reporte de la plantilla laboral activa, desglosada por lugar de residencia fija (acreditada mediante identificación oficial), asegurando que se cumplan las cuotas laborales acordadas antes de recurrir a personal foráneo.

c) Adquisición de bienes y servicios locales

Para dinamizar el comercio interno y generar un beneficio acumulativo en la región, se establecerá una política interna de proveeduría preferencial para comercios establecidos en el municipio de El Llano. El proyecto demandará insumos y servicios indirectos que deberán contratarse localmente, tales como servicios de alimentación (comedores locales o pensiones), hospedaje para personal técnico foráneo, servicios de transporte local (pipas de agua tratada, fletes, transporte de personal) y adquisición de consumibles de ferretería o materiales no especializados.

El Responsable de Gestión Social del proyecto mantendrá un padrón activo de comercios y prestadores de servicios locales aptos para trabajar con la obra. Mensualmente, el área administrativa del proyecto presentará un informe financiero que detalle el porcentaje de la derrama económica inyectada directamente en los proveedores del municipio, documentando el fortalecimiento de la cadena de suministro local.

d) Pago justo y oportuno a proveedores

Tomando en cuenta que las micro y pequeñas empresas rurales operan con flujos de capital limitados, el retraso en los pagos puede desestabilizar la economía familiar local. El proyecto establecerá un protocolo de justicia financiera que garantice que las subcontrataciones de servicios y compras locales se realicen bajo esquemas de precios justos (alineados al mercado real y sin prácticas abusivas de regateo) y con plazos de pago oportunos y acelerados en comparación con los esquemas corporativos tradicionales.

Se implementará un mecanismo simplificado de facturación y cobro para los proveedores de El Llano, acortando los tiempos de pago a un máximo de 15 días naturales posteriores a la entrega del bien o servicio. El supervisor socioeconómico revisará mensualmente las bitácoras de cuentas por pagar y aplicará encuestas de satisfacción aleatorias a los proveedores locales para asegurar la ausencia de retrasos comerciales o inconformidades financieras que puedan escalar a un conflicto social.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

Con el objetivo de poder realizar el seguimiento y monitoreo que integre las medidas de mitigación expuestas con anterioridad, se considera la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental y de Contingencias (en adelante PVA), el cual se establece como una estrategia básica que permitirá detectar aquellos aspectos críticos que, por la naturaleza del proyecto, signifiquen un riesgo potencial para los elementos del entorno que interactúen con él, de esta manera, el PVA representa la herramienta que garantizará el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas en materia ambiental aplicables a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, así como a la minimización de los impactos permanentes y temporales generados por la obra.

Debido a que en diferentes partes del escrito, se ha señalado la necesidad de contar con diversos programas y medidas para asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación enunciadas y evitar así que el proyecto genere afectaciones adicionales al ambiente a las establecidas, para el resto de los programas se presentan los lineamientos que deben ser considerados por el proponente para que una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental desarrolle los faltantes y establezca el compromiso formal con la autoridad para su cabal cumplimiento.

Las actividades de vigilancia ambiental, tienen el fin de cumplir con las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación establecidas en esta MIA. Tales medidas establecen la obligación del Promovente de garantizar la realización y cumplimiento de todas y cada una de las acciones de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas, las cuales deberán ser consideradas por la autoridad ambiental como viables de ser instrumentadas y congruentes para la protección al ambiente.

VI.2.1. Objetivos.

El objetivo general del PVA es evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en el presente estudio, teniendo como objetivos específicos:

- Comprobar la correcta ejecución de las medidas de mitigación y los Términos y Condicionantes establecidos en la autorización del Proyecto.
- Comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil. Evaluar los impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.
- Determinar las causas y establecer las medidas de restauración y/o de compensación que correspondan, cuando la eficacia de las medidas de mitigación no sea satisfactoria.
- Identificar alteraciones o desviaciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptar medidas correctivas.
- Dar seguimiento a los impactos ambientales negativos provocados por el desarrollo del Proyecto y poder determinar, de manera inmediata, que los niveles de los mismos no se acerquen a un nivel crítico no deseado.
- Valorar la eficacia de las medidas de mitigación y compensación.
- Proponer, en su caso, ajustes o modificaciones a las mismas para evitar afectaciones ambientales.
- Asegurar la cobertura, calidad y veracidad de la información recopilada en campo.
- Asegurar el cumplimiento de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación que se estipulan en cada programa de manejo ambiental.
- Evaluar la eficacia de dichas medidas.
- Verificar que se cumplan las actividades de acuerdo con los periodos establecidos.
- Detectar los impactos no previstos en la Evaluación de Impacto Ambiental y proponer las medidas preventivas, de mitigación o compensatorias adecuadas.
- Propiciar una mayor investigación del entorno ambiental que vaya acorde a los últimos adelantos tecnológicos y los cambios naturales.
- Hacer accesible la información.
- Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.
- Documentar los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias realmente ejecutadas.
- Los resultados de la inspección final efectuada para la verificación de la limpieza de la zona de obras y entorno inmediato, así como la comprobación de la retirada de restos de residuos, materiales o instalaciones ligados a las obras.
- Adjuntar la ficha de inspección del seguimiento ambiental de la obra.

VI.2.2. Líneas de acción del plan de vigilancia ambiental.

Este plan de vigilancia ambiental se encuentra constituido por diferentes líneas estratégicas:

VI.2.2.1. *Manejo del medio abiótico: suelo, agua y aire.*

Componente ambiental	**Suelo**
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio y construcción.
Impactos a los que va dirigida la acción:	Compactación, pérdida y contaminación del suelo. Alteración del habitad.
Objetivos:	– Identificar e implementar buenas prácticas del proceso constructivo para no causar daños en áreas innecesarias.

	– Operar rescate del suelo fértil que sea retirado por las actividades de despalme de las áreas de trabajo y almacenarlo temporalmente en áreas que controlen su erosión o dispersión. – Efectuar reutilización del suelo fértil rescatado en las áreas verdes del proyecto o para la rehabilitación de sitios, campamentos o sitios de obras de apoyo. – Proporcionar protección al suelo en las áreas de almacenamiento de combustibles. – Operar acciones de rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para caminos, obras de apoyo o campamentos. – Prevenir la erosión hídrica y eólica.

Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación	**Recursos necesarios**	**Duración**
El suelo fértil que sea retirado por las actividades de despalme de las áreas de trabajo será almacenado temporalmente con el fin de reutilizarlo en las áreas verdes del proyecto o para la rehabilitación de sitios.	Equipo de carga y transporte.	1 mes durante la preparación del sitio
Para el mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se operará taller temporal que contará con piso con material impermeable para evitar la contaminación del suelo, el producto de la limpieza de material derramado será manejado como residuo peligroso.	Tambores o recipientes. Lonas y charolas.	Durante preparación y construcción
Se operará un plan de rehabilitación de suelos de caminos que ya no serán utilizados, así como de las áreas para obras de apoyo y que no serán de utilidad en la operación del proyecto, efectuando descompactación, roturación y revegetación del área con especies nativas y que induzcan el regreso de la fauna nativa.	Maquinaria. Equipo y herramientas de plantación Personal.	4 meses después de la etapa de construcción y conforme los sitios se desocupen
Para detener procesos erosivos en los sitios con baja consolidación de materiales y sus alrededores se deberán construir presas filtrantes o trampas sedimentarias.	Maquinaria. Material y herramienta. Cuadrilla de trabajo.	Durante la preparación del sitio, construcción y operación
Al término de la construcción efectuar el retiro de las letrinas sanitarias y la limpieza total, de las fosas sépticas con posterior desinfección.	Equipo de carga, transporte y descarga.	1 mes después de la etapa de construcción

Indicadores	Manejo de residuos (certificados de disposición final de residuos sólidos, manifiestos de residuos sólidos peligrosos). Registro del número de derrames accidentales/mes. Ausencia de excavaciones y remociones de suelo innecesarias		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	bitácora, monitoreo, certificados, informes.
	Alta		

Manejo del medio abiótico	
Componente ambiental	**Agua**
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio y Construcción.
Impactos a los que va dirigida la acción:	Perdida de superficies filtrantes. Contaminación de cuerpos de agua.
Objetivos:	– Disminuir el riesgo de contaminación por aguas residuales. – Utilizar infraestructura sanitaria de manejo de las aguas residuales que garanticen que no habrá descarga hacia el suelo o subsuelo. – Implementar medidas de manejo de suelo erosionado para que no ingresen al sistema hídrico de la zona.

Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación	Recursos necesarios	Duración
El agua a utilizar para minimizar la emisión de polvos y compactación será obtenida de sitios autorizados y se operará programa de optimización del uso del agua.	Agua no potable	Durante preparación y construcción
Canalizar los escurrimientos pluviales hacia las áreas de drenaje natural, manteniendo el patrón de escurrimientos de la zona.	Maquinaria. Materiales de construcción.	Durante preparación y construcción
Durante la preparación y construcción del sitio se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo a razón de uno por cada 15 trabajadores, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.	Contratación de empresa especializada.	Durante preparación y construcción
Para detener procesos erosivos en los sitios con baja consolidación de materiales y sus alrededores se deberán construir presas filtrantes o trampas sedimentarias.	Maquinaria. Material y herramienta. Cuadrilla de trabajo.	Durante la preparación del sitio, construcción y operación

Indicadores	Modificaciones en el volumen de infiltración actual. Calidad fisicoquímica del agua. Mantenimiento del patrón de drenaje. Erosión hídrica.		
Costo estimado	Efectividad esperada	Instrumentos de seguimiento y control	Bitácora, informes
	Alta		

Manejo del medio abiótico			
Componente ambiental	**Aire**		
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio y construcción.		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Contaminación atmosférica (por la emisión de gases de combustión, emisión de partículas suspendidas) Alteración del confort sonoro		
Objetivos:	– Disminuir el riesgo de contaminación por emisiones a la atmósfera. – Efectuar mantenimiento periódico al equipo y maquinaria que utilice combustión interna. – Implementar medidas de manejo de suelo que prevengan la generación de partículas fugitivas.		
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera.		Agua para riego. Acatamiento del límite de velocidad	Durante preparación y construcción
La circulación de maquinaria por caminos interiores de terracería será a baja velocidad para reducir la generación de emisiones de partículas. Para tal efecto debe programarse la oportuna entrega o recepción de los materiales, con lo que se evitará el exceso de velocidad.		Vigilancia y supervisión.	Durante preparación y construcción
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento de la maquinaria y la revisión de la misma deberá ser constante, todas ellas deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con la finalidad de disminuir la contaminación por combustión de las máquinas (gases y humos), así como las posibles fugas de aceite y combustibles que puedan afectar al suelo.		Vigilancia y supervisión.	Durante preparación y construcción
Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.		Programa de horarios de trabajo. Vigilancia y supervisión.	Durante preparación y construcción

Indicadores	No rebasar los límites permisibles establecidos en la: nom0-041-semarnat-2006, nom- 045-semarnat-1996 y la nom-080-semarnat-1994.		
Costo estimado	Efectividad esperada	Instrumentos de seguimiento y control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
	Alta		

VI.2.2.2. *Manejo del medio biótico: Flora y fauna.*

Manejo del medio biótico			
Componente ambiental	**Flora**		
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción.		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Disminución de la abundancia y distribución de las especies de flora Alteración de hábitat. Degradación de la calidad visual		
Objetivos:	– Preservar unidades de vegetación que sirvan como refugios biológicos para la alimentación, protección, reproducción y anidación de la fauna silvestre asociada y migratoria. – Contar con fuentes de germoplasma para garantizar la continuidad en el tiempo y en el espacio de las diversas especies de plantas existentes en el área y la región, especialmente aquellas que se encuentran amenazadas o con algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT 2010. – Garantizar la conservación de los bienes y servicios que ofrece la vegetación y ecosistemas de la zona de influencia. – Seleccionar, rescatar, producir y propagar material vegetativo y especies endémicas y propias de la región, para la reforestación de las áreas de conservación.		
Los sitios en los que se realizarán las obras o infraestructura del Proyecto corresponden en su totalidad a terrenos agropecuarios, en los que las plantas presentes conforman vegetación de tipo ruderal y arvense, la cual no representa vegetación forestal. No obstante, dentro del predio existen areas de vegetación de tipo chaparral, estos se conservarán y no sufrirán modificaciones.			
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
No se iniciarán actividades hasta que se cuente con autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.		Vigilancia y supervisión.	Antes de iniciar los trabajos de preparación de sitio.
Señalar previamente la superficie del proyecto, con el objeto de evitar dañar a una superficie mayor de la necesaria para la construcción de obras e infraestructura.		Señalización mediante cintas o letreros	Debe quedar concluida al iniciar la preparación del sitio
Previo inicio de actividades de preparación del sitio aplicar los programas de Rescate de Flora y Rescate de Fauna, con la finalidad de rescatar y relocalizar a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies florísticas de lento crecimiento o difícil regeneración.		Equipo de especialistas y ayudantes capacitados. Herramientas, equipos y materiales adecuados	Durante la preparación de sitio
El material vegetativo que no haya sido trasplantado deberá reducirse a su mínima expresión y disponerse en el sitio de almacenamiento de suelo fértil recuperado, a fin de que la materia orgánica se reincorpore al suelo		Herramientas, personal.	Durante la preparación de sitio
No acumular residuos de origen vegetal, o cualquier otro, fuera o dentro de los límites de las áreas de almacenamiento temporal, salvo en casos de emergencia y por períodos muy breves.		Vigilancia y supervisión. Vehículos de transporte	Durante la preparación del sitio y construcción
Queda estrictamente prohibido colectar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de proyecto.		Vigilancia y supervisión	Durante la preparación del sitio y construcción
En caso de encontrarse especies de flora bajo estatus de protección en las áreas donde se ejecutarán las obras, se realizará colecta de semillas o de frutos o de partes vegetativas para su propagación y de esta manera asegurar su supervivencia.		Personal de trabajo. Recipientes (Bolsas de papel, cajas, etc.)	Durante la preparación del sitio y construcción
Trasplante de especies de vegetación afectadas por las obras y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de interés por su lento crecimiento. Después del replante se llevará a cabo un monitoreo de		Asignación de un área para trasplante. Equipo diverso y personal para	Durante la preparación del sitio y construcción y un año adicional para su consolidación y

muertes, porcentaje de supervivencia y observaciones generales (ataque de plagas, enfermedades, producción de flores y frutos, etc.).		trasplante y mantenimiento. Monitoreo	monitoreo en sitios de restauración.
Indicadores	Superficie de vegetación natural conservada Apego y cumplimiento de los procedimientos establecidos. Número total de individuos rescatados.		
Costo estimado	Efectividad esperada	Instrumentos de seguimiento y control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
	Alta		

Componente ambiental	**Fauna**
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.
Impactos a los que va dirigida la acción:	Disminución de la abundancia y distribución de las especies de fauna. Alteración del habitad.
Objetivos:	– Garantizar el mantenimiento de áreas y ecosistemas críticos para la fauna relevante del sitio y la región. – Proteger la fauna relevante del área de influencia del Proyecto. – Implementar un plan permanente de rescate y traslado de fauna. – Implementar estrategias de manejo y monitoreo que permitan la conservación de fauna terrestre, aves y murciélagos de la región.

Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación	**Recursos necesarios**	**Duración**
Previo inicio de actividades de preparación del sitio aplicar el programa de Rescate de Fauna, con la finalidad de rescatar y relocalizar a las especies, en especial las que se encuentran con de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Equipo de especialistas y ayudantes capacitados. Herramientas, equipos y materiales necesarios para aplicar los Programas de Rescate.	Durante las etapas de preparación y construcción.
Realizar los trabajos de limpieza del área en forma gradual, con el objeto de permitir la salida de la fauna silvestre permitiendo su reacomodo gradual en otras zonas.	Vigilancia y supervisión.	Preparación del sitio
Queda estrictamente prohibido: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre.	Vigilancia y supervisión.	Un año durante la preparación del sitio y construcción
Monitoreo de establecimiento de fauna en el proyecto durante su operación.	Vigilancia y supervisión.	Durante la operación
Ahuyentamiento de la fauna al inicio de las actividades.	Vigilancia y supervisión.	Durante la preparación del sitio y construcción

Indicadores	Mortandad de ejemplares de fauna en el AP. Eventos de reubicación y rescate de fauna reportados como exitosos. Apego y cumplimiento de los procedimientos establecidos.		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
	Alta		

Programa de rescate de fauna	
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.
Impactos a los que va dirigida la acción:	Disminución de la abundancia y distribución de las especies de fauna.
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación	
Consideraciones previas	

- Las actividades que se describen en el presente programa, serán supervisadas por especialistas de los grupos vertebrados terrestres y personal capacitado. Asimismo, en las etapas de captura, se recomienda contar con un profesional veterinario que evalúe el estado de salud de los organismos capturados, previa a su liberación.
- El personal utilizará, para salvaguardar su integridad física, equipos de seguridad como: cascos, cuerdas y arneses (de ser necesario y si la situación lo requiere), lentes de sol, chalecos reflectivos (para las actividades nocturnas), botas altas de caucho, guantes de cuero, polainas. Se contará siempre con un botiquín de primeros auxilios para la atención de emergencias médicas, y se tendrán acceso de telefonía móvil, con los números telefónicos de la Policía Nacional, y los centros hospitalarios más cercanos.

Las siguientes acciones tendrán prioridad para aquellas especies que vivan enterradas, que sean de lento desplazamiento, endémicas y/o que se encuentren enlistadas en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se plantea reubicar a las especies de vertebrados en las áreas de vegetación densa alejadas al área de construcción, estas se encuentran ubicadas dentro del predio, sin embargo, en estas áreas no se realizarán obras ni actividades por parte del Proyecto.

- Se realizará el ahuyentamiento de fauna, este procedimiento consiste en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de vertebrados terrestres, impulsando su migración hacia otros lugares. Es el método que se prefiere ya que no implica la manipulación de la fauna. Los estímulos utilizados para ahuyentar a la fauna son visuales, auditivos, mecánicos, olfativos o sensoriales.
- Antes de construir cualquier tipo de infraestructura, se realizarán recorridos a lo largo del área del proyecto a distintas horas del día y con los materiales adecuados para verificar primeramente la presencia de madrigueras en busca de mamíferos pequeños y cavidades que se forman en el suelo ya que suelen ser ocupadas por reptiles. Se sugiere la colocación de trampas tipo caja (Sherman o Tomahawk) y se tiene que prever su colocación en sitios clave, cerca de madrigueras, áreas de alimentación recreo y con agua o entre rocas. Es importante elegir cebos variados, y adecuados o poner una fuente de agua si se cree necesario.
- Todas las trampas deberán colocarse después de las 3:00pm y revisarse en las primeras horas de la mañana para verificar la presencia de individuos, no se deberá dejar ninguna trampa sin revisar para evitar la deshidratación de aquellos animales que sean capturados durante la noche o que puedan sufrir hipotermia y/o ahogamiento al ser capturados o mientras llueve.
- La manipulación de las especies debe ser con herramientas adecuadas como pinzas herpetológicas, guantes, contenedores y deben ser transportadas con sumo cuidado a la zona de reubicación. El tiempo entre la captura y la liberación debe ser mínimo para interactuar lo menos posible con los animales.
- En el caso de los reptiles deben ser introducidos en un contenedor plástico adecuado con ventilación y fácil manipulación para después trasladarlos a zonas con condiciones similares a las de su hábitat original.
- El manejo de murciélagos y roedores, deberá realizarse con guantes de carnaza para evitar mordeduras.
- Las zonas de destino de la fauna reubicada serán elegidas previamente mediante una caracterización de hábitat que incluya parámetros ambientales básicos (pendiente, exposición, altitud, temperatura y presencia de cuerpos de agua similares), caracterización del sistema de vegetación y análisis edafológico.
- En el caso de encontrar nidos estos se señalizarán con una marca poco invasiva y se monitorearan a lo largo del desarrollo del proyecto ya que es inviable reubicarlos, al igual que las madrigueras.
- Es importante tener precaución al momento de llevar a cabo el monitoreo, en caso de estar a alturas considerables, es aconsejable el uso de escaleras portátiles.
- Durante el traslado a la zona de reubicación se debe tener mucho cuidado de guardar adecuadamente al animal al momento de colocarlo dentro del contenedor de transporte. Es importante que este se mantenga vigilado y que no se le pierda de vista.
- El encargado debe asegurarse de que este se cierre correctamente y que no dañe ninguna de las extremidades del animal. Se deben transportar en vehículos de cuatro ruedas a la zona de reubicación. Es importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron capturados, recomienda buscar espacios con gran diversidad de plantas que puedan servir en la construcción de sus nuevos hábitats y que puedan estar provistos de alimento. El proceso de reubicación de fauna deberá registrarse en una bitácora en la cual se incluyan los datos de ubicación, fecha, hora, entre otros.
- Cada nuevo hábitat deberá estar lo suficientemente alejado del hábitat original para evitar el retorno de organismos. La distancia a la que se ubique el punto de reubicación dependerá del ámbito hogareño de cada especie.
- Una vez que se realice la reubicación de fauna, se aconseja llevar a cabo un seguimiento poblacional semestral mediante técnicas de marca y recaptura no lesivas para comprobar la abundancia, diversidad y disponibilidad de presas para los carnívoros. Este seguimiento deberá ser constante y abarcará toda la duración del Proyecto. Por lo que se deberá de contar con informes anuales en caso de que la autoridad competente los solicite.

Indicadores	Eventos de reubicación y rescate de fauna reportados como exitosos. Apego y cumplimiento de los procedimientos establecidos.		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
	Alta		

VI.2.2.3. *Manejo del medio perceptual: Paisaje.*

Manejo del medio perceptual			
Componente ambiental	**Paisaje**		
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Degradación de la calidad visual		
Objetivos:	No efectuar actividades en áreas no autorizadas. Integrar el parque solar al paisaje de la zona aplicando en las inmediaciones de la cerca perimetral acciones de reforestación con especies propias de la zona.		
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
En las inmediaciones de la cerca perimetral realizar reforestación con especies nativas a efecto de lograr una mayor integración paisajística del parque solar.		Maquinaria Personal y equipo de reforestación Material vegetal	6 meses después de finalizar la etapa de construcción
Limpieza y remoción de desechos sólidos y líquidos remanentes derivados de cada actividad del Proyecto.		Personal y equipo	Preparación de sitio, construcción y mantenimiento.
Restablecer en la medida de lo posible el aspecto natural de las áreas intervenidas.		Maquinaria Personal y equipo de reforestación Material vegetal	6 meses después de finalizar la etapa de construcción
indicadores	Ausencia de elementos que interfieran con la percepción del paisaje y que no estén contemplados propiamente dentro de la naturaleza visual de cada etapa del Proyecto.		
costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
	Alta		

VI.2.2.4. *Manejo del medio socioeconómico:*

Manejo del medio socioeconómico			
Componente	**Socioeconómico**		
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Activación de la economía local Incremento en la calidad de vida		
Objetivos:	– Definir actividades del ámbito socioeconómico que el Promovente pueda implementar, principalmente en las áreas de la salud, educación y producción a través de propuestas que representan alternativas de intervención encaminada a contribuir en un desarrollo sostenible de manera pertinente, coherente y viable. Todo en beneficio de la población local.		
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
En la medida de lo posible, la empresa a través del contratista, en coordinación con las autoridades comunales y locales se encargarán de informar oportunamente sobre la emisión de convocatorias y contratación de mano de obra, así como las condiciones y restricciones laborales que la empresa aplicará para la contratación de trabajadores en poblaciones aledañas al Proyecto.		Contratista, vigilancia	Etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.
Indicadores	- Personal proveniente de las poblaciones cercanas al Proyecto. - Convocatorias oportunas. - Entrevistas y procesos de selección concluidos. - Entrega de documentos para la contratación. - Firma de contrato laboral.		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Convocatorias, monitoreo, informes.
	Alta		

VI.2.2.5. *Programa de gestión ambiental.*

Gestión ambiental			
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Gestión ambiental		
Objetivos:	– Verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores involucrados en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. – Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del Proyecto. – Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el área de influencia. – Informar y prevenir en torno a la protección en materia de seguridad y ambiente al personal interno, externo o público en general mediante distintos tipos de señales orientadas a evitar circunstancias adversas, así como para promover la organización en el área del proyecto.		
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.		Material de inducción.	10 días antes del inicio de la preparación del sitio y durante la preparación de sitio y construcción.
El promovente hará del conocimiento de los contratistas y del personal de las obras el contenido de las licencias, permisos y autorizaciones, que se emitan en materia ambiental, haciendo patente el compromiso de dar cabal cumplimiento de las disposiciones contenidas en ellos, de acuerdo al ámbito de competencia de cada trabajador y las empresas involucradas. Especial énfasis se pondrá en comunicar las condicionantes que, en su caso, sean establecidas en materia de impacto ambiental.		Material de inducción.	10 días antes del inicio de la preparación del sitio
Se asignará un supervisor ambiental durante la preparación y construcción para que supervise la correcta aplicación de las medidas de mitigación y, en su caso, las condicionantes de impacto ambiental se lleven a cabo en las condiciones previstas. La supervisión deberá asentar en bitácora los cumplimientos y las desviaciones que detecte, así como las medidas tomadas para corregir las desviaciones o incumplimientos. Esta bitácora formará parte del expediente sobre el cumplimiento a las condicionantes y términos de la resolución de impacto ambiental que en su caso se emita.		El Supervisor ambiental debe tener el conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal, cuyas funciones serán dar el seguimiento, vigilancia y atención de todas las actividades desde el punto de vista ambiental. Vehículo, oficina, equipo de cómputo	La asignación deberá ser cuando menos 1 mes antes del inicio d la preparación del sitio. La supervisión se llevará a cabo durante la preparación del sitio y construcción
Presentar en tiempo y forma los reportes e informes que establezca la autoridad ambiental.		Personal de apoyo. Vehículo, oficina, equipo de cómputo	Durante un año que dure la preparación del sitio y construcción Posteriormente durante los años que dure la operación

Efectuar difusión y promoción del proyecto entre la población aledaña, desde la etapa de preparación del sitio, a fin de que se tome conciencia de la importancia del proyecto y de la necesidad de colaborar en la protección y resguardo de las instalaciones, así como de la conservación de los recursos naturales del área.		Campaña de difusión a través de pláticas comunitarias y trípticos Establecer área de atención a requerimientos de información. Vehículo, oficina, equipo de cómputo	Previo inicio de la etapa de preparación del sitio.
Indicadores	-Informes presentados en tiempo y forma a la autoridad competente. -Conocimiento de la población acerca del proyecto.		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Informes, carteles, platicas
	Alta		

VI.2.2.6. *Programa de manejo de residuos.*

Para el manejo de residuos sólidos se contemplan diferentes fases las cuales incluyen: generación, separación, transporte y disposición final, la clasificación se realizará utilizando el Código de Colores para los dispositivos de almacenamiento de Residuos de la SEMARNAT. Los residuos se separan en 2 categorías: Residuos no peligrosos y residuos peligrosos.

A continuación, se detalla cómo se ejecutará el manejo de los Residuos Orgánicos e inorgánicos (**no peligrosos**):

1. Generación.

- Se encuentran dentro de este rubro los residuos sólidos urbanos y residuos vegetales (por remoción de malezas).
- El dimensionamiento de los recipientes a colocar para la captación de estos desechos se realiza de acuerdo con la producción per cápita de residuos sólidos, al número de personas que estén laborando y al tiempo de permanencia de éstas en el sitio (duración del Proyecto).
- En el caso de los residuos vegetales se delimitarán las áreas en las que se realizarán las actividades que impliquen remoción de malezas. Se evitará hacer desbroces innecesarios o fuera del área de obras.

2. Separación y almacenamiento.

- Los residuos sólidos urbanos serán recolectados separándolos de forma general en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, latas de aluminio, vidrio, metal y madera).
- El almacenamiento primario será en los contenedores correspondientes, debidamente rotulados para la recolección diaria que se generarán en los diversos frentes de trabajo, almacenes y demás sitios de la construcción, para posteriormente trasladarlos al almacén temporal.
- Se rotularán los contenedores y/o recipientes para facilitar la identificación y clasificación de los residuos, su adecuado manejo y evitar la mezcla de residuos incompatibles. Para esta clasificación deberán ser pesados y deberá llevar una bitácora durante el período del Proyecto para anotar las cantidades generadas diariamente.

- Los depósitos y/o recipientes se ubicarán en zonas cercanas a las fuentes de generación y que hayan sido designados como zonas de acopio de residuos.
- Los recipientes para el almacenamiento de los residuos sólidos domésticos se llenarán como máximo hasta las dos terceras partes de su volumen. Los cuales contendrán bolsas de polietileno en su interior del mismo color que el cilindro que las contiene. Esta medida se toma con la finalidad de facilitar el reconocimiento de los residuos y su posterior manejo. Estas bolsas deberán sobresalir de los recipientes 15 cm y estar dobladas hacia fuera a fin de facilitar la recolección.
- Los contenedores deberán ser colocados en un área debidamente señalizada y con un techo aguas abajo para evitar estar expuesto totalmente a los rayos solares y a las lluvias.
- Los residuos vegetales se acopiarán al aire libre en zonas determinadas en cada frente para que no interfieran con el resto de las actividades.

3. Recolección.

- La recolección y transporte interno de los residuos sólidos urbanos desde las fuentes de generación hasta la zona de almacenamiento final, estará a cargo del personal de limpieza, el cual será debidamente capacitado y entrenado. El personal encargado de la recolección y transporte contará con pantalón largo y chaqueta de mangas largas, botas industriales, guantes de badana, mascarillas, casco y credencial. Para realizar la recolección y el transporte interno, se contará con un vehículo designado exclusivamente para realizar este fin.

4. Transporte.

Los residuos sólidos urbanos generados en el área del Proyecto serán trasladados a los almacenes temporales; para su posterior traslado hacia su disposición final por parte de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos autorizada por el organismo correspondiente.

El transporte de residuos será en vehículos autorizados, que circularán solamente por vías existentes o bien por las vías que se designen, respetando los límites de velocidad y las normas de seguridad, de acuerdo con las normas establecidas para la circulación de vehículos y maquinaría.

El traslado de los residuos vegetales estos residuos será mediante maquinaria o camiones autorizados que los llevarán a cada sitio correspondiente.

5. Disposición final.

Los residuos sólidos urbanos serán trasladados desde las instalaciones a los distintos puntos de disposición final detallados en la descripción del Proyecto, por la Empresa Prestadora de Servicios de Residuos (EPS-R), para su disposición final.

Se llevará un registro diario de residuos sólidos, donde se indicará el volumen, peso y características de los residuos generados que serán transportados por la Empresa Prestadora de Servicios de Residuos autorizada por el organismo correspondiente.

Residuos peligrosos:

De forma genérica se denomina "residuos peligrosos" a los residuos que debido a su peligrosidad intrínseca (tóxico, corrosivo, reactivo, inflamable, explosivo, infeccioso, ecotóxico, etc.) pueden causar daños a la salud o el ambiente. El Proyecto no genera directamente residuos peligrosos, sin embargo, con algunas actividades (uso de maquinaria y vehículos, acabados, pinturas etc.) existe la posibilidad de que se generé algún residuo de este tipo. El manejo de los residuos peligrosos se describe a continuación:

1. **Generación y separación.**

Dentro de los residuos peligrosos se encuentra cualquier tipo de material contaminados con sustancias químicas, por ejemplo, con reactivos químicos, como solventes, tinner, pintura, entre otros y sus respectivos envases.

Materiales contaminados con hidrocarburos: cualquier tipo de material como madera, plásticos, piezas metálicas, paños absorbentes, trapos que se encuentren contaminados con diésel, aceites, lubricantes, grasas, gasolina y sus respectivos envases.

Residuos de tratamiento especial: dentro de este tipo de residuo se encuentran las baterías de vehículos, acumuladores, pilas, baterías, fluorescentes, focos, aceites usados.

Los residuos sólidos peligrosos que se generen durante la construcción y la vida útil del Proyecto, serán separados y clasificados, en cada sitio de generación por personal debidamente capacitado.

2. **Almacenamiento.**

- Aceites lubricantes, líquidos hidráulicos, dieléctricos y solventes usados: Serán recolectados en tanques, turriles u otros recipientes en forma separada, los cuales serán colocados dentro de sistemas de contención secundaria impermeables construidos o instalados en el área de almacenamiento de residuos peligrosos de los lugares de trabajo, hasta su transporte a los sitios de reciclaje o disposición final previamente seleccionados y aprobados.

- Baterías gastadas: Serán devueltas al sitio de compra para su reciclaje y/o disposición final. Estas serán almacenadas temporalmente en el área de almacenamiento de residuos peligrosos, dentro de los sistemas de contención secundaria debidamente construidos e impermeabilizados.

- Filtros de aceite gastados: Estos no se depositarán en fosas sanitarias sin antes asegurase de que no están contaminados con residuos de hidrocarburos u otros productos potencialmente peligrosos. En caso de no contar con una fosa sanitaria destinada para estos residuos se llevarán a un centro de disposición especializado.

- Los filtros contaminados serán almacenados temporalmente en el área de almacenamiento de residuos peligrosos, dentro de los sistemas de contención secundaria debidamente construidos e impermeabilizados, hasta sus transportes por la empresa encargada de la disposición de residuos hacia los sitios de disposición final previamente seleccionados y aprobados.

- Trapos, estopas y/o aserrín impregnadas con aceites lubricantes, solventes, etc. Serán recolectados en turriles u otros recipientes, los cuales serán colocados dentro de sistemas de contención secundaria impermeables construidos o instalados en el área de almacenamiento de residuos peligrosos de los lugares de trabajo, hasta su transporte a los sitios de disposición final previamente seleccionados y aprobados.

3. Recolección.

- Para el caso de los aceites y grasas, estos residuos serán recolectados cuando el contenedor de almacenamiento primario alcance su capacidad límite de almacenamiento. El personal encargado de la recolección verificará que dicho contenedor este bien cerrado y que no presente ningún desperfecto antes de transportarlo. Caso contrario, si el contenedor presenta algún desperfecto y se tenga riesgo de derrame, se deberá trasvasar el contenido del contenedor averiado hacia otro que este en buen estado. El contenedor averiado, será reducido de tamaño y será tratado como un residuo peligroso. Luego serán transportados al almacenamiento final para recogerlos posteriormente por la empresa encargada de la disposición de residuos registrada y autorizada por el organismo correspondiente.

- Para la recolección de los residuos peligrosos que serán usados durante el desarrollo del Proyecto desde las fuentes de generación hasta la zona de almacenamiento final estará a cargo del personal de limpieza el cual será debidamente capacitado.

- Los residuos peligrosos, como trapos impregnados con grasas e hidrocarburos serán colectados en cilindros rotulados y dispuestos adecuadamente en el medio de transporte. Se evitará la mezcla de este tipo de residuo con otros de carácter inflamable.

- El personal encargado de la recolección y transporte contará con pantalón largo y chaqueta de mangas largas, botas industriales, guantes de cuero, mascarillas de doble filtro, casco y credencial.

4. Transporte.

-El transporte se realizará a través de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos. Durante el transporte, se utilizarán vías seguras y se evitará la pérdida o dispersión de los residuos recolectados. Se asegurará que los vehículos usados para el transporte de desechos cuenten con un apropiado mantenimiento.

5. Disposición final.

Los residuos sólidos peligrosos serán trasladados desde las instalaciones a los lugares de disposición final debidamente autorizados, por la Empresa Prestadora de Servicios de Residuos empresa encargada de la disposición de residuos para su adecuada disposición final.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 42 de la LGPGIR, se contratarán los servicios de una empresa autorizada por la SEMARNAT, para que realice el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos, y verificará que dicha empresa cuente con la capacidad técnica, así como las autorizaciones correspondientes y vigentes para realizar dichas actividades. En este caso, la responsabilidad por la generación y el almacén

temporal de dichos residuos será del Promovente, mientras que la responsabilidad por su manejo, transporte y disposición final, será de la empresa contratada.

En virtud de que el Promovente será clasificado como pequeño generador de residuos peligrosos, y que almacenará temporalmente dichos residuos dentro del almacén especial para estos residuos, se apagará a las disposiciones establecidas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.

Manejo de residuos		
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono se sitio	
Impactos a los que va dirigida la acción:	Contaminación atmosférica, del agua y suelo Degradación visual del paisaje. Alteración del hábitat	
Objetivos:	– Establecer las medidas de control y prevención relacionadas con los residuos que se van a generar por las actividades y obras del proyecto, de tal forma que el personal realice un manejo adecuado de los mismos para evitar diversos impactos. – Implementar medidas para la reducción de fuentes generadoras de residuos. – Implementar estrategias para la separación, reutilización y reciclamiento de materiales. – Implementar los mejores métodos para el almacenamiento temporal y disposición final de residuos.	
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación	**Recursos necesarios**	**Duración**
El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores plásticos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.	Recipientes Recolección	Durante la preparación del sitio y construcción
Los residuos peligrosos que se generen se recolectarán diariamente para ser enviados a almacén temporal que sea conforme a las disposiciones de la ley general de prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento, y serán entregados a una empresa autorizada para su traslado al sitio de disposición final o tratamiento autorizado, según corresponda. Aceites lubricantes gastados, sólidos impregnados con hidrocarburos y recipientes que contuvieron materiales peligrosos.	Áreas de almacenamiento Recolección	Durante la preparación del sitio y construcción
Se destinarán e identificarán áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos de manejo especial (cascajo, pedacería de madera, metales varios, entre otros), contemplándose medios para evitar la contaminación del suelo, su retiro será periódico para su reúso disposición en sitios autorizados por la autoridad estatal.	Recipientes: Áreas de almacenamiento temporal	Durante la preparación del sitio y construcción
Previo al inicio de las obras se establecerán convenios y acuerdos con el servicio de limpieza y/o empresas especializadas en manejo y disposición de residuos para la asignación de áreas para los residuos domésticos y/o constructivos que deban disponerse, y que sean recibidos con determinada frecuencia; esto con la finalidad de apoyar el manejo integral de los residuos durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Contratos	10 días antes del inicio de la preparación del sitio
Indicadores	- opinión favorable/opinión desfavorable acerca del manejo de residuos. - ausencia de residuos dispersos en los frentes de obra - ausencia de reclamos por parte de las autoridades y población local. - instalación de infraestructura adecuada para el manejo de los residuos. - volumen de residuos en las zonas de acopio.	

	- registro del número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Bitácora, monitoreo, fotografías, Informes.
	Alta		

Un evento de contingencia se refiere a una situación de riesgo derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que pueden dañar la integridad de uno o varios ecosistemas. Como ejemplos de ello destacan las inundaciones, los incendios y derrames. Antes del inicio de la operación del Proyecto deberá, obligatoriamente, elaborarse un Plan de Contingencias apropiado para cada eventualidad y cada etapa del Proyecto este deberá sugerir los métodos y procedimientos a implementar para la prevención de las situaciones de emergencia.

Para la construcción de la obra, el contratista deberá controlar la elaboración e implementación del Programa de Prevención de Emergencias y Contingencias Ambientales para atender estos eventos catastróficos teniendo en cuenta al menos: a) La identificación y zonificación de los principales riesgos ambientales en la zona y b) la estructura de responsabilidades y roles dentro de la compañía contratista para atender las emergencias.

Con el fin de que el plan, en caso de ser necesario aplicarse, sea efectivo debe tener Mecanismos, criterios y herramientas para su correcto funcionamiento y que la aplicación de este no genere más riesgos.

- Mecanismos y procedimientos de alerta.
- Equipamiento necesario para afrontar las emergencias identificadas.
- Necesidades de capacitación para el personal destinado a atender estas emergencias.
- Mecanismos para la cuantificación de los daños y los impactos producidos por las contingencias.
- Procedimientos operativos para atender las emergencias.
- Identificación de los mecanismos de comunicación necesarios durante las emergencias.

Riesgos			
Etapa del proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento		
Impactos a los que va dirigida la acción:	Impactos múltiples por desperfectos o contingencias. Impactos producidos por el posible derrame de sustancias peligrosas. Prevención ante posibles incendios.		
Objetivos:	– Contar con un sistema de respuesta ante contingencias y riesgo.		
Descripción de la medida de mitigación, prevención y/o compensación		**Recursos necesarios**	**Duración**
Contar con programa de manejo de combustibles, a fin de evitar riesgos y contaminación por manejo inadecuado.		Programa de manejo de combustibles	La duración es durante todas las etapas del proyecto, principalmente Preparación del sitio y construcción.
Indicadores	Existencia del documento que contenga el Programa de Prevención de Emergencias y Contingencias Ambientales. Inclusión del Programa de Prevención de Emergencias y Contingencias Ambientales en los temas que se abordaran en la capacitación del personal.		
Costo estimado	**Efectividad esperada**	**Instrumentos de seguimiento y control**	Convocatorias, monitoreo, informes.
	Alta		

VI.2.2.7. *Programa de señalización.*

Con el fin de prevenir accidentes, riesgos, contingencias, afectaciones residuales, impactos indirectos indeseables y para afectar lo menos posible la armonía del entorno y de sus habitantes de debe contar con un programa de señalización que muestre de manera simple, efectiva y fácilmente identificable, distintos aspectos del proyecto que se quieran remarcar y dar a conocer al personal, transeúntes e inspectores y que muestre también el compromiso del promovente para con el medio ambiente.

Implementación de un Código de Colores y Señales.

En las diversas áreas de las instalaciones se deberán colocar en lugares visibles y estratégicos avisos y señales de seguridad de acuerdo con lo establecido:

- NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Norma DGE- Símbolos gráficos en electricidad. Parte III-Señalizaciones de seguridad- Sección 13. Colores y diseño de señales de seguridad.

Asimismo, deberán implementarse:

- Señales de prevención de accidentes.
- Señales de peligro.
- Señales de advertencia (precaución).
- Señales informativas.
- Señales de obligación
- Señales prohibitivas.
- Señales de instrucción y dispositivos de seguridad.
- Colores y pictogramas para elementos peligrosos.

Se contará también con etiquetas en los contenedores y embalajes de las mercancías peligrosas para que puedan ser reconocidas fácilmente y manipuladas de manera segura. En la etiqueta destacará un color de fondo, un símbolo de advertencia y una leyenda explicativa. En cada estructura instalada se debe de colocar carteles de advertencia, tanto escrita como en gráficos, sobre el peligro que acarrea la aproximación indebida a las estructuras de la obra.

La señalización ambiental que debe implementarse será de tipo informativo, preventivo y prohibitivo en torno a la protección del ambiente, y la salud del personal para lo cual se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se colocarán letreros de advertencia, exteriores a la obra, para los transeúntes, trabajadores y público en general, referentes a las diversas actividades que se realicen.
- Se debe prever que la señalización, sobre todo la exterior, sea visible de día y de noche, para lo cual se deberán utilizar materiales reflectantes y/o buena iluminación.
- Se colocarán letreros de sensibilización ambiental en aquellos sectores dentro del área de influencia del Proyecto que así lo requieran dándose las pautas o mensajes referidos a la conservación o mejora del medio ambiente.

- El material para la elaboración de las señales debe resistir las inclemencias del tiempo.
- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas deberán garantizar su buena visibilidad y comprensión. Para ello se usarán colores fosforescentes o material fluorescentes.
- Las señales se pondrán preferentemente a una altura y en una posición apropiada con relación al ángulo visual, tomando en cuenta los obstáculos.

Señalización para riesgos de excavación:

En lo referente a los riesgos que se producen por acciones de movimientos de tierra y excavaciones, se colocarán letreros de instrucciones y advertencias para el personal de la obra y ajeno a ella, acerca de riesgos y procedimientos. Las áreas colindantes a la excavación deben encontrarse protegidas con cercos de seguridad para evitar accidentes por caída de personas y animales.

Señalización para la circulación de vehículos o maquinaria pesada:

Los vehículos que inicien un movimiento lo anunciarán mediante señales acústicas, esto incluye la señal de retroceso que es de carácter obligatorio para todo vehículo, esta señal es permitida por tener un efecto sonoro menor a 80 decibeles (dB). La señal acústica debe ser clara al oído y fácilmente identificable.

Se preverá la colocación de señales para advertir del movimiento de vehículos, especialmente la salida y entrada de vehículos. Por ejemplo: Entrada de Vehículos, Disminuya la velocidad, Salida de Vehículos, Peligro, salida y entrada de vehículos.

Señalización para la protección del ambiente:

La señalización que se propone consistirá básicamente en la colocación de paneles informativos en los que se indique al personal de obra sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, los que serán colocados en el área de obras en puntos estratégicos designados por la supervisión ambiental, entre cuyos objetivos estarán: la prohibición de la caza furtiva, no arrojar basura, conservar el medio ambiente, prevenir incendios, evitar la contaminación, etc.

Tabla 1. Ejemplo de señalizaciones.

Señal	Significado	Señal	Significado
	Señal prohibitiva cuya finalidad es evitar la extracción de fauna y la caza furtiva.		Señal prohibitiva cuya finalidad es evitar la extracción de flora



Señal prohibitiva cuya finalidad es evitar arrojar basura



Señal prohibitiva cuya finalidad es evitar encender fuego y evitar incendios.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

El monitoreo se propone a efecto de garantizar el cumplimiento de los lineamientos ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental señalados en este documento, así como de los términos y condicionantes que en su momento sean determinados por la autoridad competente, de tal manera que se efectúe lo estrictamente autorizado.

A manera de cumplir con los términos y condicionantes que se señalen, el presente Programa de Vigilancia Ambiental será llevado a cabo por un especialista en materia ambiental que fungirá de coordinador y supervisor, el cual será nombrado y designado oportunamente para el seguimiento de los términos y condicionantes ambientales. Aunado a eso deben ser nombrados supervisores en 1 o más áreas determinadas (Fauna, flora, rescate, seguridad, social, etc.) que permitan mantener una vigilancia especifica de su área asignada.

Para asegurar el cumplimiento de las medidas establecidas se proponen los siguientes lineamientos de seguimiento y control:

- El coordinador inspeccionará la obra regularmente para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Deberá evaluar la eficacia de las medidas propuestas para mitigar los impactos negativos y sugerir cambios cuando lo considere oportuno. El objetivo será en todo momento minimizar efectos no deseados vinculados a la obra, también deberá manifestar disposición al diálogo y al intercambio de idea con el objeto de incorporar opiniones de terceros que pudieran enriquecer y mejorar las meta a lograr.
- El coordinador emitirá un informe en el plazo temporal que la autoridad lo determine, así como entregar informes que solicite el promovente. En el informe se indicarán las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios, destacando la situación, las mejoras obtenidas, los ajustes pendientes de realización y las metas logradas. Una vez finalizada la obra, emitirá un informe ambiental de final de obra donde consten las metas alcanzadas.
- Los supervisores son responsables de verificar que se cumplan los procedimientos, normas e instrucciones en cada etapa del Proyecto. Es indispensable que conozcan todos los aspectos técnicos y administrativos, de tal manera que puedan controlar, detectar, corregir e impartir normas y procedimientos que permitan alcanzar los objetivos planteados.

Aunado a esto será el coordinador responsable del seguimiento ambiental será el responsable de llevar a cabo las siguientes acciones:

- Efectuar recorridos en la zona del proyecto, en la zona de influencia directa y en la zona de influencia indirecta donde se realiza el proyecto, durante las etapas de

preparación, construcción y de operación del proyecto, constatando el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de los términos y condicionantes.

- ❖ Contar con una bitácora donde se registren todos los asuntos ambientales relacionados con la obra y que requieren alguna medida preventiva o correctiva, así como las acciones llevadas a cabo, con registros por día de las medidas llevadas a cabo para contrarrestarlas (medidas preventivas y/o correctivas).
- ❖ Crear un anexo fotográfico durante las diversas etapas del proyecto; el cual se anexará a los diversos informes que se entregarán a las autoridades ambientales.
- ❖ Generar un registro documental conteniendo toda la documentación referente a los oficios, autorizaciones, facturas y recibos de compra de los diversos materiales, insumos, etc. que tengan relevancia en los aspectos ambientales del proyecto, mismo que también se anexara a los informes que se entregarán a la autoridad ambiental.
- ❖ Establecer una comunicación estrecha con el promovente y los diversos actores y responsables de las obras, a efecto de mantener la coordinación referente a estar debidamente informados sobre las actividades y los registros de la bitácora, así como verificar la comprensión y aplicación de todos los términos y condicionantes de la resolución de impacto ambiental, además de cerciorarse que no haya cambios en el proyecto autorizado, y, en caso de haberlos, estos puedan ser subsanados mediante el aviso previo a la autoridad a efecto de obtener la autorización respectiva.
- ❖ En caso de ser necesario, presentar sugerencias y recomendaciones a la autoridad ambiental ante posibles situaciones especiales que se llegaran a presentar.
- ❖ Recabar, integrar y analizar la información, a efecto de elaborar los informes de seguimiento ambiental correspondientes, en los cuales se plasmará la forma en que se ha llevado a cabo el cumplimiento de los términos y condicionantes señalados en el resolutivo respectivo.

El cumplimiento de las medidas de mitigación por parte del contratista será condición necesaria para la aprobación de los certificados de obra. Debe ser puesta en evidencia en los informes y debe notificarse a las autoridades correspondientes.

VI.3.1. Áreas sujetas a inspección.

La ejecución de las actividades de vigilancia ambiental se realizan en los frentes de trabajo (obras permanentes), y en los sitios fuera de ésta superficie en que se llevan a cabo actividades relacionadas con el Proyecto, además de aquellas áreas donde se manejen residuos o materiales que se encuentran regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como lo son el almacén temporal de residuos peligrosos donde se trasladarán y dispondrán de manera temporal los residuos generados para el Proyecto.

VI.3.2. Rubros de inspección.

Los rubros que cubren las diferentes medidas de mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: [1] Aire; [2] Suelo; [3] Agua, [4] Vegetación, [5] Fauna, y [6] Paisaje.

VI.3.3. Días de inspección.

La inspección realizada por especialistas se llevará a cabo según lo establezcan el promovente del Proyecto según las actividades y desarrollo de las mismas por los contratistas.

VI.3.4. Ejecución de la inspección.

Durante las inspecciones, el personal técnico recorrerá el área del Proyecto que abarca todos los frentes de trabajo, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Las evidencias encontradas serán registradas en una lista de verificación. Se tomarán evidencias fotográficas, que conforman el registro fotográfico de los cumplimientos. Al finalizar la inspección se dejan asentados los incumplimientos en una bitácora ambiental. En dicha bitácora se registrarán también las recomendaciones realizadas por los especialistas encargados de la vigilancia para corregir los incumplimientos detectados y con ello se esté en posibilidad de presentar evidencias de cumplimiento en los informes que deban de presentarse a la SEMARNAT. En caso de que, resultado de la inspección, se detecten situaciones críticas de riesgo ambiental, éstas se informan inmediatamente a la empresa, con el fin de que se realicen las acciones inmediatas necesarias para controlar, minimizar o eliminarlas.

VI.4. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados.

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, se notificará a través de un informe que incluirá:

I. Evidencia de cumplimientos a los términos, condicionantes y medidas de mitigación
II. Estimación de los indicadores de éxito
III. Evidencia fotográfica.

Lo anterior dando cumplimiento a lo establecido en el presente estudio donde se establece el detalle, tanto de las medidas de mitigación como los parámetros a evaluar.

Estos informes serán elaborados de acorde a lo establecido por las autoridades ambientales para dar cumplimiento. La supervisión ambiental estará a cargo del personal técnico de la empresa, que será capacitado y designado para verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto.

Debemos tener, en cuenta que los informes extraordinarios, se presentarán ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental. En particular se prestará atención a las siguientes situaciones:

- Accidentes producidos en fase de obras que puedan tener consecuencias ambientales negativas.
- Fenómenos hidrometeorológicos como huracanes, ventiscas, inundaciones, etc.
- Fenómenos geológicos como vulcanismo, sismos, deslizamientos, hundimientos, etc.

Como se ha mencionado en el programa de manejo ambiental de cada uno de sus componentes, existen instrumentos de control que nos permiten documentar, dar seguimiento y vigilar las acciones y medidas que se llevaran a cabo a lo largo del proyecto y son parte importante al momento de realizar los informes antes las autoridades competentes:

Bitácoras: Son herramientas necesarias para el seguimiento de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación y serán la fuente de información angular para redactar los reportes técnicos posteriores, asegurando la calidad y veracidad de los datos obtenidos. En esta se anotarán todas las actividades y acciones que se realicen durante la implementación de cada medida propuesta. Las modalidades de la bitácora, dependerán de las necesidades de registro de cada medida, pero en general deben tener la siguiente estructura:

Nombre del responsable, fecha, etapa del proyecto, lugar de implementación de las medidas (incluir coordenadas UTM), meta del día, porcentaje de avance, eventualidades que afecten el desarrollo o eficacia de las medidas propuestas, etc.

Informes: Un informe es un documento que permite conocer el estado en el que se encuentra un trabajo concreto o bien las actividades y tareas realizadas por los responsables de estás, debe proporcionar información sobre las actividades realizadas para los programas de manejo ambiental, así como su porcentaje de avance de acuerdo con la prioridad establecida en cada uno. Deberá incluir lo siguiente:

i. el desglose de los resultados de inspección para cada uno de los rubros;
ii. la evidencia de cumplimiento a los términos, condicionantes y medidas de mitigación;
iii. la estimación de los indicadores de éxito propuestos en este Capítulo VI;
iv. recomendaciones y ajustes si es que el evento así lo requiere.
v. la evidencia fotográfica

Hojas de registro: tienen la función de reunir datos concretos acerca de una actividad, evento, especie, etc.

Listas de chequeo (Checklist): Son formatos creados para controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Se usan para hacer comprobaciones de actividades asegurándose de que no se omita nada importante. La ventaja de los checklist es que, además de sistematizar las actividades a realizar, una vez rellenados sirven como registro, que podrá ser revisado posteriormente para tener constancia de las actividades que se realizaron en un momento dado.

Fotografías: El uso de fotografías es necesario para presentar evidencia de que se están llevando a cabo las actividades y acciones propuestas en cada programa de manejo ambiental.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

La descripción de los escenarios en este apartado, se realiza a través de una tabla comparativa por factor ambiental, haciendo el pronóstico con base en la descripción ambiental del sitio, efectuado en el capítulo IV; la evaluación de los impactos en el capítulo V; y el análisis de las medidas propuestas en el capítulo VI del estudio de impacto ambiental. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las condiciones de cambio preconcebidas durante la construcción y las esperadas después de la inserción del proyecto en el medio.

Para la formulación del pronóstico referido, es preciso distinguir los siguientes escenarios del sistema ambiental:

- El escenario ambiental “sin proyecto”, considera la situación ambiental actual de la Zona del Proyecto y del Sistema Ambiental (SA). Desde la selección del sitio y la realización de los estudios para identificar la viabilidad del proyecto se consideraron los elementos paisajísticos y los factores que interactúan para intentar mantener el sitio en las condiciones naturales que presenta antes de su ejecución. Esta caracterización tomó en cuenta, mediante la valoración de los factores, su aporte al sistema ambiental; de acuerdo con sus valores de EAFRO; considerando su ubicación, calidad, diversidad, el grado de afectación que ya presenta y su facilidad de recuperación. La descripción de este escenario considera las condiciones del ecosistema actual y las tendencias a futuro sin la influencia del proyecto.

- El escenario ambiental “con el Proyecto y sin medidas de mitigación”, considera la dinámica natural y socioeconómica, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el Capítulo II, para el cual se tomó como referencia el Sistema Ambiental descrito en el Capítulo IV, así como los impactos ambientales descritos en el Capítulo V que se pueden generar con las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.

- El escenario ambiental “con el Proyecto y con medidas de mitigación”, toma en cuenta la descripción de los aspectos citados en el párrafo anterior, pero incorporando las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural tras la inserción del mismo, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se toma en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas que son parte del Proyecto, como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la inserción del Proyecto.

Se considera en este escenario la dinámica ambiental, en función de la intensidad y permanencia de los impactos residuales (remanentes a pesar de la aplicación de las medidas de mitigación) y de los no mitigables. Además, se presenta el pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto respecto a las tendencias de desarrollo y el deterioro natural del ecosistema.

El pronóstico resultante en sus tres momentos emana, entonces, de la interacción que se da entre el desarrollo del proyecto con el medio físico (impactos ambientales), la aplicación de las medidas de carácter preventivo, que evitan o limitan el alcance de los impactos, las

medidas de mitigación que reducen los mismos, y el desarrollo de los componentes renovables del sistema.

Con base en lo anterior, los tres escenarios del sistema ambiental, por componente ambiental se presentan lo siguiente:

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Componente ambiental: Suelo

El predio ha sido utilizado históricamente para actividades pecuarias de baja intensidad. Sin el proyecto, el tránsito continuo y no controlado de ganado doméstico (bovino y caprino) mantendría una presión constante sobre el suelo, provocando una compactación superficial difusa pero progresiva por pisoteo. Esto reduce paulatinamente la porosidad del terreno, limitando la infiltración del agua y acelerando la escorrentía superficial.

Los suelos de El Llano se caracterizan por ser someros, pobres en materia orgánica y propios de una región semiárida. El sobrepastoreo actual elimina la escasa cobertura de pastos naturales y vegetación herbácea. Al quedar el suelo desnudo y expuesto a los ciclos climáticos (fuertes vientos en la época de sequía y lluvias torrenciales intermitentes), los procesos de erosión eólica y pérdida de la capa fértil (topsoil) continuarían de forma irreversible, degradando el potencial biótico del sitio.

Debido al estrés hídrico de la zona y la baja aptitud agrológica de estos suelos, mantener el predio bajo el esquema de agricultura de temporal de subsistencia o pastoreo extensivo conduce a un escenario de desertificación paulatina. El rendimiento de la tierra seguiría disminuyendo, consolidando el abandono de parcelas y la pérdida de valor económico del suelo.

Componente ambiental: AGUA (superficial y subterránea)

El acuífero de la zona seguirá bajo la presión de las actividades agropecuarias tradicionales y esquemas de riego agrícola intensivo, los cuales extraen volúmenes importantes de agua subterránea sin una recuperación equilibrada de los mantos acuíferos.

Los arroyos intermitentes seguirán operando bajo el régimen pluvial natural, expuestos al arrastre de sedimentos ocasionado por el desgaste del suelo debido a la ganadería, sin obras de protección o conservación que optimicen la recarga incidental del subsuelo.

La calidad del agua subterránea y superficial no sufrirá alteraciones industriales directas por obras nuevas, pero permanecerá vulnerable a la filtración difusa de fertilizantes o agroquímicos propios de la agricultura temporal y de riego circundante.

La ausencia del proyecto evita la introducción temporal de frentes de obra húmedos o riesgos puntuales de manejo de sustancias. Sin embargo, no aporta ninguna solución al déficit hídrico regional. En contraste, la instalación del parque solar reduce drásticamente el consumo de agua frente a las actividades agrícolas intensivas, favoreciendo la conservación a largo plazo del acuífero local.

Componente ambiental: AIRE

Los suelos descubiertos de la zona semiárida generan de manera natural partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) cuando soplan fuertes vientos, un proceso que continuará sin cambios.

La ganadería extensiva y el paso de animales levantan polvo de forma constante. Los tractores de la agricultura de temporal también generan emisiones menores de gases de combustión de manera esporádica

Los vehículos de los habitantes que cruzan por los caminos de tierra vecinos seguirán generando nubes de polvo de forma cotidiana.

La opción de no realizar el proyecto evita el polvo y las emisiones de la etapa de construcción. No obstante, no mejora las condiciones del aire, ya que la región seguirá dependiendo de las tolvaneras naturales y el tráfico rural.

Descripción y análisis del escenario del Componente ambiental: PAISAJE

Las líneas visuales del terreno seguirán dominadas por parcelas agrícolas de temporal, pastizales degradados y matorrales xerófilos dispersos. La calidad escénica actual se mantendrá en un rango de media a baja debido a la presencia previa de elementos que rompen la continuidad natural, tales como cercas de alambre de púas, caminos de terracería y la infraestructura carretera existente.

Debido a las condiciones climáticas de El Llano, el paisaje continuará experimentando un marcado contraste estacional. Durante la época de sequía, la pérdida de cobertura herbácea por el pastoreo y la aridez acentuarán los tonos pardos y ocres, incrementando la percepción de un paisaje árido, denudado y propenso a tolvaneras. En la temporada de lluvias, el entorno experimentará una reconversión cromática temporal hacia tonos verdes de corta duración.

La baja productividad de los suelos someros y el estrés hídrico crónico de la región propician el abandono progresivo de parcelas agrícolas. Sin una reconversión productiva o tecnológica, el paisaje del predio tenderá a mostrar un aspecto de descuido o abandono visual, caracterizado por la proliferación de vegetación secundaria perturbada (malezas) y la acumulación de procesos erosivos visibles (pequeñas cárcavas).

La opción de no construir el parque solar evita la introducción permanente de elementos industriales y geométricos (estructuras metálicas y paneles solares) que contrastan drásticamente con las texturas de la vegetación nativa de mezquites y huizaches.

Sin embargo, este escenario no implica una conservación o mejora de la calidad estética del sitio. El paisaje rural continuará sufriendo una degradación pasiva debido a la erosión del suelo, el sobrepastoreo y los ciclos de sequía severos.

Componente ambiental: VEGETACION

El uso histórico del suelo para la ganadería caprina y bovina continuará de forma no regulada. El consumo constante de brotes tiernos por parte del ganado impide la

regeneración natural de especies arbustivas clave del matorral xerófilo y agota la cobertura de pastizales naturales, manteniendo una estructura vegetal fragmentada y empobrecida. La presión ganadera continua y las actividades agrícolas de temporal de baja productividad favorecen la sustitución paulatina de la flora nativa por comunidades secundarias perturbadas y malezas oportunistas (especies ruderales). Esto altera la composición florística original, disminuyendo la diversidad botánica del sitio.

Debido a los ciclos de sequía severos e intermitentes característicos de la región, y ante la falta de programas activos de conservación o reforestación en la zona, la cubierta vegetal herbáceo continuará disminuyendo. Esto deja el suelo expuesto a la erosión hídrica y eólica, limitando aún más la capacidad del ecosistema para recuperar su biomasa vegetal original. La opción de no realizar el proyecto evita el impacto negativo directo e inmediato que representa el desmonte de las áreas destinadas al desplante de los paneles solares.

No obstante, este escenario no garantiza la conservación o restauración de la flora local. Las comunidades de matorral continuarán en un proceso franco de degradación pasiva y pérdida de diversidad debido a las actividades pecuarias descontroladas y al cambio climático.

En comparación, el desarrollo del proyecto, aunque en el implica un desmonte inicial, ofrece una oportunidad de conservación mediante la exclusión del ganado doméstico dentro del polígono (permitiendo el descanso y regeneración del estrato herbáceo bajo los paneles) y la implementación obligatoria de programas de rescate, reubicación de cactáceas y la creación de la barrera viva perimetral con especies nativas.

Componente ambiental: FAUNA

Los matorrales y pastizales permanecerán abiertos al pastoreo de ganado. El alimento y el refugio para los animales pequeños disminuirán gradualmente debido al uso ganadero.

Animales como aves locales, herpetofauna pequeños y roedores se desplazarán libremente por el terreno sin vallas que obstruyan sus caminos. Sin embargo, seguirán enfrentándose a riesgos como atropellos en las carreteras locales y la competencia por los recursos con los animales de granja.

El número de especies se mantendrá estable en niveles bajos. No habrá ruido humano adicional ni nuevas talas por la construcción, pero tampoco habrá programas de conservación ni zonas protegidas para ayudar a aumentar las poblaciones locales.

Optar por no construir el proyecto evita nuevas intervenciones humanas en la zona. Sin embargo, no mejora ni protege el hábitat natural de la fauna local, ya que el terreno seguirá sufriendo el desgaste propio de la agricultura y la falta de cuidados ambientales activos.

Componente ambiental: SOCIO ECONOMICO

Implicaría el estancamiento económico, caracterizado por una dependencia de actividades primarias de baja productividad y la persistencia de índices moderados-altos de marginación rural. Sin la inyección de capital de la planta fotovoltaica, se mantendría la tendencia histórica de migración forzada de la población joven y envejecimiento rural, resultando desfavorable para el desarrollo regional.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Componente ambiental: Suelo

Sin un programa de rescate, las actividades de despalme y nivelación sepultarían o dispersarían los primeros 20-30 cm de suelo orgánico. La exposición directa de la tierra removida a las ráfagas de viento y lluvias intermitentes de la región provocaría una erosión hídrica y eólica masiva, perdiéndose de forma irreversible el escaso banco de semillas nativas y el material nutriente necesario para cualquier restauración futura.

El tránsito desordenado de maquinaria pesada, camiones de volteo y vehículos de servicio fuera de las vialidades autorizadas causaría una compactación mecánica profunda y generalizada en el polígono.

Las excavaciones y cortes de terreno realizados sin criterios geomorfológicos ni estabilización darían pie a pequeños deslizamientos de tierra en los taludes provisionales, desestructurando el perfil del suelo y alterando la microtopografía natural de la zona.

Al no contar con áreas impermeabilizadas para el mantenimiento de maquinaria, ni utilizar un vehículo orquesta equipado, los goteos crónicos y derrames accidentales de diésel, aceites, grasas y fluidos hidráulicos impactarían directamente el suelo natural. Sin un protocolo de respuesta inmediata y confinamiento, estos contaminantes se infiltrarían hacia los horizontes inferiores del suelo, provocando la lixiviación de hidrocarburos y la potencial contaminación química del acuífero local que CONAGUA ya cataloga en estrés hídrico.

La ejecución del proyecto fotovoltaico bajo este esquema generaría un impacto negativo de alta magnitud, extensión local permanente y baja recuperabilidad. El suelo pasaría de ser un sistema natural semiárido en equilibrio dinámico a un sustrato estéril, compactado y químicamente alterado.

Componente ambiental: AGUA (superficial y subterránea)

- **Con proyecto y sin medidas de mitigación**

Impactaría severamente el componente hídrico en El Llano, Aguascalientes, mediante la acumulación en los arroyos por arrastre de sedimentos y la reducción crítica de la recarga del acuífero. Además, la ausencia de controles generaría riesgos altos de contaminación química y bacteriológica, convirtiendo un impacto manejable en una degradación ambiental severa e irreversible para los recursos hídricos locales.

Al destruirse la porosidad del suelo, el terreno perdería su capacidad de infiltrar el agua de lluvia, incrementando la escorrentía superficial y provocando inundaciones localizadas o erosión por cárcavas en las zonas bajas del predio.

Componente ambiental: AIRE

- **Con proyecto y sin medidas de mitigación**

Resultaría en una severa degradación atmosférica en El Llano, caracterizada por la dispersión masiva de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) debido a la falta de humectación. Asimismo, la operación de maquinaria sin mantenimiento y la ausencia de control acústico generarían niveles críticos de gases de combustión y ruido que excederían la normativa

vigente, impactando drásticamente la calidad del aire, la vegetación nativa y el entorno sonoro.

Descripción y análisis del escenario del Componente ambiental: PAISAJE

- **Con proyecto y sin medidas de mitigación**

El análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación para el paisaje, proyecta una degradación visual severa y permanente, caracterizada por un contraste industrial agudo, la acumulación de residuos por falta de orden y cicatrices topográficas por movimientos de tierra no controlados.

Componente ambiental: FAUNA

- **Con Proyecto y sin medidas de mitigación**

Los impactos serian críticos de alta magnitud, incluyendo mortalidad directa por maquinaria, pérdida y fragmentación severa de hábitat, y atropellamientos masivos. La ausencia de controles transformaría el área en una zona de exclusión biológica, con efectos negativos, permanentes y de baja recuperabilidad.

Componente ambiental: SOCIO ECONOMICO

- **Con proyecto y sin medidas de mitigación**

Se anticipa severos conflictos sociales y presión sobre servicios públicos, derivados de la exclusión de mano de obra y proveeduría local. Este supuesto generaría inconformidad comunitaria por desplazamiento laboral, saturación de infraestructura y especulación económica, transformando el proyecto en un factor de desestabilización rural.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

La implementación del escenario con proyecto y con medidas de mitigación reduce de manera drástica el valor de impacto negativo ponderado original (de -818.65 hacia niveles mínimos y técnicamente tolerables), logrando equilibrar el desarrollo de la infraestructura energética con la conservación de los ecosistemas. A continuación, se analiza de forma integrada el comportamiento y la recuperación de cada componente ambiental bajo este esquema de control activo:

a) Componente Hidrológico (Agua Superficial y Subterránea)

Comportamiento

Mediante la prohibición de extracción en pozos locales y el uso exclusivo de agua tratada amparada con contratos oficiales para el control de polvos, el proyecto anula cualquier presión sobre el acuífero de la región (clasificado en estrés hídrico por la CONAGUA).

Efecto de la Mitigación

El respeto absoluto al diseño hidrológico original y el establecimiento de franjas de amortiguamiento de 20 metros garantizan el libre flujo de la red de arroyos intermitentes. Asimismo, la colocación estratégica de barreras de retención de sedimentos evita el arrastre de sólidos en suspensión durante las lluvias, protegiendo la calidad del agua superficial

aguas abajo. El uso y succión controlada de sanitarios portátiles elimina el riesgo de contaminación microbiológica en el subsuelo.

b) Componente Suelo y Relieve

Comportamiento

Los movimientos de tierra (descapote y nivelación) generarán una desestructuración mecánica inicial inevitable, pero acotada estrictamente a los polígonos de desplante autorizados.

Efecto de la Mitigación

El rescate y almacenamiento de la capa fértil de suelo (topsoil) en montículos controlados (menores a 1.5 m de altura) protegidos contra el viento salvaguarda el banco de semillas nativas y los nutrientes para la futura restauración del sitio.

La restricción del tránsito vehicular pesado a las vialidades internas evita la compactación difusa del terreno.

Finalmente, la centralización del abastecimiento de combustibles mediante un vehículo orquesta equipado y el uso obligatorio de charolas portátiles antiderrames reducen a niveles insignificantes el riesgo de contaminación química por hidrocarburos.

c) Componente Atmósfera (Calidad del Aire y Medio Acústico)

Comportamiento

Las emisiones de gases de combustión (CO, CO_2, NOx) y los niveles de ruido alcanzaran picos elevados únicamente durante la etapa constructiva de forma temporal e intermitente.

Efecto de la Mitigación

Las actividades programadas de aspersión de agua tratada en caminos y patios de maniobra (mínimo dos veces al día) mantendrán el material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) por debajo de los límites normativos. El programa obligatorio de mantenimiento preventivo y verificación de silenciadores en la maquinaria pesada asegura una combustión eficiente y confina los niveles de presión sonora dentro de los parámetros de la NOM-081-SEMARNAT-1994. La restricción estricta a horarios puramente diurnos garantiza el respeto al entorno sonoro de las comunidades y la fauna colindante.

d) Componente Biótico (Vegetación y Fauna Silvestre)

- **Comportamiento**

El cambio de uso de suelo implica la remoción inicial de fragmentos de matorral xerófilo y pastizales perturbados por la ganadería histórica. Sin embargo, bajo este escenario mitigado, el polígono se transforma en un área de exclusión pecuaria, permitiendo que el estrato herbáceo nativo bajo los paneles solares descanse del sobrepastoreo y se regenere naturalmente.

- **Efecto de la Mitigación**

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora garantiza la supervivencia de cactáceas y ejemplares en viveros temporales. Para la fauna, las cuadrillas de ahuyentamiento controlado previenen la mortalidad directa por maquinaria, mientras que las técnicas de captura no letal permiten reubicar especies de baja movilidad en hábitats seguros.

El diseño adaptado de la cerca perimetral con un claro inferior de 10 a 15 cm anula el impacto de fragmentación severa del hábitat, manteniendo la conectividad ecológica y el libre tránsito de mamíferos menores y reptiles nativos.

Los límites de velocidad a 20 km/h erradican el riesgo de atropellamientos.

e) Componente Paisaje y Calidad Escénica

- **Comportamiento**

La presencia permanente de las estructuras metálicas y paneles solares genera un marcado contraste geométrico y visual en el relieve horizontal del SAR durante la vida útil del proyecto.

- **Efecto de la Mitigación**

La implementación de una barrera viva perimetral forestal dispuesta en tres estratos con especies nativas adaptadas (mezquite, huizache y maguey) funciona como una pantalla natural que mimetiza la planta fotovoltaica desde las vialidades públicas de comunicación. Adicionalmente, el ordenamiento en el frente de obra mediante una red de contenedores con tapa y el desmantelamiento inmediato de instalaciones provisionales al concluir la construcción eliminan los focos de contaminación visual.

f) Componente Socioeconómico y Economía Regional

- **Comportamiento**

Este componente asimila los impactos positivos más significativos y de carácter acumulativo del proyecto, consolidando al parque solar como un motor de desarrollo rural equilibrado.

- **Efecto de la Mitigación**

Los programas obligatorios de contratación de mano de obra local (priorizando a habitantes del municipio de El Llano) y la capacitación técnica comunitaria mitigan el desempleo formal y frenan los índices históricos de emigración regional.

La política de proveeduría preferencial dinamiza el comercio interno (alimentación, hospedaje, fletes), inyectando capital directamente en la economía local.

Finalmente, el protocolo de pago justo y oportuno a proveedores (en un plazo menor a 15 días naturales) protege la liquidez de las microempresas rurales, previniendo inconformidades comerciales y garantizando la paz social y viabilidad comunitaria del proyecto.

Conclusión General de Viabilidad Ambiental del Escenario Pronosticado.

El análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación demuestra de manera contundente que la infraestructura fotovoltaica es plenamente viable y compatible con el entorno. Al aplicar de forma coordinada el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), los impactos negativos transitorios de la fase constructiva son contenidos en sitio, mitigados en su totalidad y revertidos rápidamente.

A largo plazo, el balance ambiental arroja un saldo altamente favorable: se detiene de forma definitiva la degradación pasiva del suelo y la flora provocada por el sobrepastoreo extensivo histórico en el predio, no se consume agua del acuífero local en su operación y se genera una derrama económica permanente y justa en beneficio directo de la población rural de El Llano, Aguascalientes.

Evaluación de alternativas

El proyecto pretende la construcción de un parque solar, para la captación de la energía solar y su posterior conversión en energía eléctrica. Por lo tanto, la ubicación obedece a un estudio de factibilidad técnica que se lleva a cabo para este tipo obras, por parte del promovente con base en estudios de los valores de irradiación del sitio; atendiendo las siguientes necesidades:

Los valores de irradiación global horizontal oscilan entre los 1753 y 1899 KWh/m^2, de igual forma los valores de irradiación directa normal son altos, alrededor de 2700 kWh/m^2.

El potencial de generación de energía fotovoltaica oscila entre 1534 y 1680 kWh/kWp.



Figura 1. Irradiación global horizontal en México.



Figura 2. Irradiación directa normal en México.



Figura 3. Potencial eléctrico fotovoltaico en México.

VII.4. Pronóstico ambiental.

El pronóstico ambiental tiene como finalidad establecer la tendencia que seguirá el Sistema Ambiental Regional (SAR) ante la ausencia del proyecto, así como estimar los cambios que podrían presentarse como consecuencia de su ejecución, considerando inicialmente un escenario sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección, y posteriormente un escenario en el que dichas medidas son incorporadas al desarrollo del proyecto.

Para la elaboración del pronóstico se consideran como elementos de referencia la caracterización y diagnóstico ambiental desarrollados en el Capítulo IV, la identificación y evaluación de los impactos ambientales realizada en el Capítulo V y las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o correcciones propuestas en el Capítulo VI.

Asimismo, se consideran las tendencias actuales de aprovechamiento del territorio, las condiciones naturales y socioeconómicas existentes y la capacidad de los componentes ambientales para absorber y recuperarse de las modificaciones previstas.

De esta manera, se plantean tres escenarios de evolución del Sistema Ambiental: **1) escenario sin proyecto; 2) escenario con proyecto y sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación; y 3) escenario con proyecto y con la aplicación de las medidas ambientales propuestas**.

El análisis se realiza para los principales componentes ambientales susceptibles de modificación: suelo, agua superficial y subterránea, atmósfera, vegetación, fauna, paisaje y componente socioeconómico.

VII.4.1. Escenario ambiental sin proyecto

El escenario sin proyecto representa la evolución probable del área de estudio considerando la continuidad de las condiciones y actividades que actualmente se desarrollan en el predio y en el Sistema Ambiental Regional. En este escenario no se presentan las modificaciones directamente asociadas con la construcción, operación y mantenimiento del parque fotovoltaico; sin embargo, tampoco se incorporan acciones específicas de manejo ambiental derivadas del proyecto.

VII.4.1.1. *Suelo*

En ausencia del proyecto, el predio continuaría sujeto a las actividades pecuarias y agrícolas que históricamente se han desarrollado en la zona. El tránsito y permanencia del ganado, particularmente bovino y caprino, mantendrían una presión sobre la superficie del suelo mediante el pisoteo y consumo de la cobertura vegetal.

Esta condición favorecería la compactación superficial localizada, disminuyendo progresivamente la porosidad en los sitios de mayor tránsito y, con ello, la capacidad de infiltración. De manera asociada, la reducción de la cobertura vegetal dejaría sectores del suelo expuestos a la acción del viento y del agua durante los eventos de precipitación, manteniendo procesos de erosión eólica e hídrica característicos de la región.

Considerando las condiciones climáticas semiáridas, la disponibilidad limitada de humedad y la baja productividad de determinados sectores, la tendencia sin proyecto sería de **mantenimiento o incremento gradual de los procesos de degradación existentes**, principalmente en aquellos sitios donde persista una presión pecuaria elevada. No obstante, la intensidad de estos procesos dependerá de la continuidad y magnitud de las actividades productivas y de la variabilidad climática.

VII.4.1.2. *Agua superficial y subterránea*

Sin la ejecución del proyecto, la dinámica hidrológica continuaría determinada principalmente por el régimen natural de precipitación, las características del relieve, la permeabilidad del suelo y las actividades productivas existentes.

Los escurrimientos superficiales continuarían presentándose de manera temporal durante los eventos de precipitación, con posibilidad de transportar sedimentos provenientes de

superficies con cobertura vegetal reducida o sujetas a procesos erosivos. Asimismo, la compactación localizada asociada con las actividades pecuarias podría disminuir la infiltración en determinados sectores.

A escala regional, las condiciones de disponibilidad de agua subterránea continuarían vinculadas con la presión ejercida por los diferentes usos del recurso en la región. En este escenario, la ausencia del parque fotovoltaico evita cualquier demanda de agua asociada con las actividades de construcción y operación del proyecto; sin embargo, tampoco representa por sí misma una acción destinada a modificar las tendencias regionales de disponibilidad o recuperación del recurso.

Por lo anterior, el escenario sin proyecto representa una **continuidad de las condiciones hidrológicas actuales**, sin que se prevean cambios derivados directamente de la infraestructura fotovoltaica.

VII.4.1.3. *Atmósfera*

La calidad del aire continuaría determinada principalmente por las condiciones climáticas regionales, las actividades agropecuarias, el tránsito vehicular en caminos de terracería y la resuspensión natural de partículas en periodos secos y ventosos.

La presencia de superficies parcialmente desnudas y la dinámica de los vientos favorecerían la generación y dispersión de partículas suspendidas, particularmente durante la temporada seca. Asimismo, las actividades agropecuarias y el tránsito de vehículos continuarían representando fuentes puntuales y difusas de emisiones atmosféricas.

En consecuencia, el escenario sin proyecto mantendría condiciones atmosféricas semejantes a las actuales, sin la incorporación temporal de emisiones adicionales asociadas con maquinaria y vehículos de construcción.

VII.4.1.4. *Vegetación*

Sin la ejecución del proyecto, las comunidades vegetales existentes continuarían sujetas a las condiciones actuales de aprovechamiento y perturbación. La actividad pecuaria podría mantener una presión constante sobre los estratos herbáceo y arbustivo mediante el consumo de biomasa y el pisoteo.

En los sectores con mayor perturbación podría continuar la presencia de especies oportunistas y comunidades secundarias, mientras que los procesos naturales de regeneración de especies nativas estarían condicionados por la disponibilidad de humedad, la presión de herbivoría y las condiciones del suelo.

Por otra parte, la ausencia del proyecto evitaría la remoción directa de vegetación asociada al establecimiento de las instalaciones fotovoltaicas. Sin embargo, en ausencia de acciones específicas de manejo, rescate y conservación, tampoco se generarían medidas adicionales para favorecer la recuperación de los elementos vegetales presentes.

En términos generales, se espera una **continuidad de la condición actual**, con posibles procesos de degradación localizada en los sitios sometidos a mayor presión pecuaria y con

recuperación natural variable dependiendo de las condiciones climáticas y del grado de perturbación.

VII.4.1.5. *Fauna*

La fauna silvestre continuaría utilizando el área bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal, disponibilidad de alimento y refugio, así como bajo la influencia de las actividades agropecuarias y del tránsito vehicular existente.

La ausencia del proyecto evita los riesgos de mortalidad directa, desplazamiento temporal, perturbación por maquinaria y modificación del hábitat asociados con la etapa constructiva. Asimismo, no se incorporaría una infraestructura adicional que pudiera representar una nueva barrera para determinados desplazamientos.

No obstante, la fauna continuaría expuesta a las presiones existentes, principalmente pérdida o disminución de calidad del hábitat asociada con el aprovechamiento pecuario, reducción de cobertura vegetal y tránsito vehicular en las vías existentes.

Por tanto, la tendencia sin proyecto corresponde principalmente a la **permanencia de las condiciones actuales de uso y perturbación**, sin que pueda esperarse por sí misma una recuperación significativa de las comunidades faunísticas.

VII.4.1.6. *Paisaje*

Sin el proyecto, la estructura visual del área continuaría dominada por las características rurales y agropecuarias existentes, incluyendo áreas de pastizal, matorral, parcelas de temporal, caminos de terracería, cercas e infraestructura vial.

La calidad visual se mantendría condicionada por el grado de perturbación existente y por la variación estacional de la cobertura vegetal. Durante la temporada seca predominarían tonalidades pardas y ocres, mientras que durante la temporada de lluvias podría presentarse un incremento temporal de la cobertura verde.

En ausencia de acciones adicionales de manejo, los procesos de erosión, sobrepastoreo y deterioro de la cobertura vegetal podrían mantener o disminuir gradualmente la calidad escénica en determinados sectores. Al mismo tiempo, no se incorporarían elementos artificiales de carácter permanente asociados con la infraestructura fotovoltaica.

VII.4.1.7. *Socioeconómico*

En ausencia del proyecto, las actividades económicas existentes continuarían siendo la principal fuente de ingresos y empleo de la población vinculada con el área de influencia. La continuidad de actividades primarias de baja productividad limitaría la diversificación económica asociada con nuevas inversiones.

No se generarían los empleos temporales relacionados con la construcción ni los empleos directos e indirectos asociados con la operación y mantenimiento del parque fotovoltaico. De igual manera, no se produciría la demanda adicional de bienes y servicios locales derivada de las distintas etapas del proyecto.

En este sentido, el escenario sin proyecto representa la **continuidad de la dinámica socioeconómica actual**, sin los beneficios económicos derivados de una nueva actividad productiva.

VII.4.2. Escenario ambiental con proyecto y sin medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

Este escenario representa una condición hipotética en la que se ejecutan las obras y actividades contempladas para el parque fotovoltaico, pero sin aplicar las medidas ambientales propuestas. Su finalidad es dimensionar el efecto potencial de las acciones del proyecto y establecer la importancia de las medidas planteadas para evitar, reducir, controlar o compensar los impactos identificados.

VII.4.2.1. *Suelo*

Durante la preparación del sitio y construcción, el despalme, nivelación, excavación y tránsito de maquinaria ocasionarían modificaciones directas sobre las propiedades físicas del suelo dentro de las áreas intervenidas.

La remoción de la cobertura vegetal y la exposición de la superficie incrementarían temporalmente la susceptibilidad a procesos de erosión eólica e hídrica. Asimismo, el tránsito de maquinaria pesada fuera de las áreas autorizadas podría ocasionar compactación adicional y pérdida de estructura en sectores no destinados al desplante.

En ausencia de medidas para el manejo de suelo, la capa superficial podría mezclarse con materiales de menor calidad o perderse por erosión, reduciendo las posibilidades de recuperación posterior. De igual manera, un manejo inadecuado de combustibles, aceites, grasas y otras sustancias podría generar contaminación puntual del suelo.

En consecuencia, este escenario representaría un incremento de la intensidad y extensión de las alteraciones edáficas respecto de las condiciones actuales, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

VII.4.2.2. *Agua superficial y subterránea*

Sin medidas de manejo, la remoción de vegetación y las modificaciones superficiales del terreno podrían incrementar la generación y velocidad de los escurrimientos en determinados sectores, favoreciendo el transporte de sedimentos hacia las partes bajas y cauces intermitentes.

La ausencia de estructuras de control de erosión y sedimentos incrementaría la posibilidad de arrastre de partículas durante eventos de precipitación intensa. Asimismo, un manejo inadecuado de combustibles, lubricantes, residuos y aguas sanitarias incrementaría el riesgo de contaminación del suelo y, potencialmente, del agua superficial o subterránea.

La demanda de agua durante la construcción también representaría una presión adicional si no se establecen fuentes de abastecimiento autorizadas y criterios de uso eficiente.

Por lo anterior, sin medidas ambientales el proyecto podría generar efectos adversos de mayor magnitud sobre la dinámica hidrológica local, principalmente por incremento de sedimentos, alteración de superficies de infiltración y riesgos de contaminación accidental.

VII.4.2.3. *Atmósfera*

La construcción del proyecto generaría emisiones temporales derivadas de la operación de maquinaria, vehículos y equipos, principalmente gases de combustión y partículas.

La circulación de vehículos sobre caminos sin control de polvo, así como las actividades de movimiento de tierras y excavación, favorecerían la resuspensión de partículas durante los periodos secos y ventosos. De igual forma, el funcionamiento simultáneo de maquinaria pesada incrementaría temporalmente los niveles de ruido.

Sin medidas de control, estos efectos podrían presentarse con mayor frecuencia y extensión, particularmente durante las actividades de mayor movimiento de suelo y tránsito vehicular.

No obstante, por su naturaleza, la mayor parte de estas emisiones se concentraría durante la etapa constructiva y disminuiría sustancialmente una vez iniciada la operación del parque.

VII.4.2.4. *Vegetación*

La ejecución del proyecto sin medidas de manejo implicaría la remoción de la vegetación presente en las áreas destinadas a las instalaciones, caminos y demás obras permanentes o temporales.

La ausencia de un programa de rescate y reubicación impediría recuperar ejemplares susceptibles de manejo, particularmente aquellos individuos de interés para la conservación. Asimismo, la circulación indiscriminada de maquinaria podría ocasionar afectaciones sobre vegetación localizada fuera de las áreas autorizadas.

La eliminación de cobertura vegetal también incrementaría temporalmente la exposición del suelo a procesos erosivos y reduciría la disponibilidad de refugio y alimento para la fauna asociada.

VII.4.2.5. *Fauna*

Sin medidas de prevención y manejo de fauna, las actividades de preparación del sitio y construcción podrían ocasionar desplazamiento de individuos por ruido, vibraciones y presencia de maquinaria, así como mortalidad accidental de organismos de baja movilidad.

La remoción de vegetación implicaría pérdida y modificación de áreas utilizadas para alimentación, refugio o desplazamiento. Adicionalmente, la circulación de vehículos incrementaría el riesgo de atropellamiento.

Durante la operación, la presencia de la infraestructura y el cercado del predio podrían modificar los patrones locales de desplazamiento de determinadas especies, dependiendo de las características del diseño final.

Por lo tanto, sin medidas de manejo, los efectos sobre la fauna serían mayores que los previstos bajo un esquema de prevención y control.

VII.4.2.6. *Paisaje*

La inserción del parque fotovoltaico modificaría de manera permanente la composición visual del sitio mediante la incorporación de paneles solares, estructuras metálicas, caminos, cercas, infraestructura eléctrica y demás elementos asociados.

Durante la construcción, la presencia de maquinaria, materiales, instalaciones temporales, movimientos de tierra y residuos incrementaría temporalmente el contraste visual y la percepción de desorden.

Sin medidas de manejo paisajístico, la infraestructura permanecería con una mayor exposición visual desde los puntos de observación cercanos, incrementando el contraste entre los elementos artificiales y el paisaje rural existente.

VII.4.2.7. *Socioeconómico*

La ejecución del proyecto generaría una demanda temporal de mano de obra, bienes y servicios; sin embargo, en ausencia de mecanismos de vinculación con la población local, parte importante de estos beneficios podría no permanecer en la economía del municipio.

Asimismo, un manejo inadecuado de las actividades constructivas podría generar molestias a la población, principalmente por tránsito vehicular, polvo, ruido y restricciones temporales de circulación.

En consecuencia, aunque el proyecto tendría efectos económicos positivos derivados de la inversión y generación de empleo, la ausencia de medidas de gestión social reduciría su distribución local y podría favorecer la aparición de inconformidades.

VII.4.3. Escenario ambiental con proyecto y con medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

El escenario con proyecto y con medidas ambientales representa la condición de evolución esperada considerando que las obras y actividades serán ejecutadas conforme al diseño autorizado y que las medidas ambientales propuestas serán implementadas, supervisadas y verificadas durante las diferentes etapas del proyecto.

Bajo este escenario, los impactos identificados no desaparecen necesariamente en su totalidad; sin embargo, su magnitud, extensión, duración y posibilidad de recuperación pueden reducirse mediante acciones preventivas y de manejo, permaneciendo principalmente aquellos efectos asociados con la ocupación física del terreno y la presencia permanente de la infraestructura.

VII.4.3.1. *Suelo*

La preparación del sitio ocasionará una modificación inicial de las propiedades físicas del suelo en las áreas de desplante, caminos y demás superficies autorizadas. Sin embargo, la

delimitación previa de las áreas de trabajo permitirá concentrar las actividades y evitar afectaciones innecesarias fuera de los polígonos autorizados.

El rescate, almacenamiento y conservación de la capa superficial del suelo permitirá mantener parte del material edáfico y del banco de semillas disponible para las actividades posteriores de restauración. El almacenamiento en montículos controlados y protegidos permitirá disminuir las pérdidas por erosión eólica y favorecer su conservación.

La circulación de maquinaria por caminos y áreas previamente delimitadas reducirá la compactación fuera de las superficies directamente intervenidas. Asimismo, el manejo adecuado de combustibles, lubricantes y residuos, junto con la disponibilidad de materiales para atención de derrames, reducirá la probabilidad de contaminación accidental del suelo.

En la etapa de operación, la exclusión del ganado dentro del polígono del proyecto permitirá disminuir la presión de pisoteo sobre las áreas no ocupadas directamente por infraestructura, favoreciendo la recuperación gradual de la cobertura herbácea donde las condiciones ambientales lo permitan.

En consecuencia, el suelo conservará una fracción importante de su funcionalidad en las áreas no ocupadas directamente, mientras que las superficies de desplante mantendrán modificaciones asociadas con la infraestructura durante la vida útil del proyecto.

VII.4.3.2. *Agua superficial y subterránea*

El proyecto no contempla el aprovechamiento permanente del agua subterránea para su operación. Durante la construcción, el abastecimiento deberá realizarse mediante fuentes autorizadas y el agua utilizada para actividades de control de polvo deberá provenir de fuentes que cumplan con las disposiciones aplicables.

El respeto de la red de escurrimientos y de las zonas de protección establecidas en el diseño permitirá conservar la continuidad de los flujos superficiales. La implementación de obras de control de erosión y sedimentos reducirá el transporte de partículas durante eventos de precipitación.

El manejo adecuado de residuos, combustibles, lubricantes y aguas sanitarias disminuirá el riesgo de contaminación del suelo y de los recursos hídricos. Asimismo, la supervisión ambiental permitirá detectar oportunamente posibles contingencias y aplicar medidas correctivas.

Durante la operación, el consumo de agua será reducido en comparación con actividades productivas que requieren riego permanente, por lo que no se prevé una presión significativa adicional sobre el recurso hídrico derivada del funcionamiento del parque.

En este escenario, las modificaciones sobre la dinámica hidrológica estarán principalmente asociadas con la transformación de determinadas superficies del terreno y con la infraestructura instalada, mientras que los riesgos de contaminación y alteración de escurrimientos podrán mantenerse bajo control mediante las medidas previstas.

VII.4.3.3. *Atmósfera*

Durante la construcción se mantendrán emisiones temporales de partículas y gases de combustión asociadas con maquinaria, vehículos y movimiento de tierras. Estas emisiones no pueden eliminarse completamente; sin embargo, podrán reducirse mediante la aplicación de medidas de control.

La humectación de caminos y áreas de trabajo con agua proveniente de fuentes autorizadas disminuirá la generación de polvo. El mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos permitirá mantener condiciones adecuadas de combustión y reducir emisiones innecesarias.

La restricción de actividades ruidosas a horarios establecidos, el mantenimiento de silenciadores y la supervisión de la maquinaria permitirán disminuir la generación de ruido hacia las áreas colindantes.

Debido a que los principales efectos atmosféricos se concentran durante la construcción, se prevé que su intensidad disminuya significativamente durante la etapa de operación, cuando la generación de emisiones atmosféricas directas será reducida.

VII.4.3.4. *Vegetación*

La remoción de vegetación representa uno de los principales efectos directos de la preparación del sitio. No obstante, la delimitación precisa de las áreas autorizadas permitirá evitar desmontes innecesarios y conservar la vegetación ubicada fuera de las superficies de intervención.

La ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Flora permitirá recuperar individuos susceptibles de manejo y, particularmente, ejemplares de cactáceas y otras especies de interés que cumplan con los criterios establecidos en el programa.

El almacenamiento de suelo superficial y las actividades de restauración permitirán disponer de material edáfico para favorecer la recuperación de las superficies que dejen de ser utilizadas. Asimismo, la exclusión del ganado dentro del polígono podrá disminuir una de las presiones actualmente existentes sobre la vegetación.

Por lo tanto, aunque permanecerá un impacto residual derivado de la pérdida de vegetación en las áreas de ocupación permanente, se espera que las medidas de manejo reduzcan la superficie afectada y favorezcan la recuperación de los sectores susceptibles de restauración.

VII.4.3.5. *Fauna*

Durante la preparación del sitio y construcción se prevé desplazamiento temporal de fauna como consecuencia de la presencia de trabajadores, maquinaria, ruido y remoción de vegetación.

La aplicación de recorridos previos, técnicas de ahuyentamiento controlado, rescate y reubicación de organismos de baja movilidad permitirá reducir la probabilidad de mortalidad

directa. Asimismo, la capacitación del personal permitirá evitar la captura, persecución o afectación intencional de ejemplares.

Durante la operación, la infraestructura constituirá un elemento permanente del paisaje y podrá modificar localmente el uso del espacio por algunas especies. Sin embargo, las características del cercado y las medidas destinadas a mantener espacios de tránsito permitirán disminuir el efecto de barrera para fauna de pequeña y mediana talla.

La aplicación de límites de velocidad y señalización interna reducirá el riesgo de atropellamiento dentro del polígono. En consecuencia, se prevé que los principales efectos sobre la fauna sean de carácter temporal durante la construcción, mientras que durante la operación permanecerán efectos residuales asociados principalmente con la presencia física de la infraestructura.

VII.4.3.6. *Paisaje*

La instalación del parque fotovoltaico modificará de manera permanente la percepción visual del área, constituyendo el principal impacto residual sobre este componente.

No obstante, el ordenamiento de las áreas de trabajo, el manejo adecuado de residuos y materiales y el retiro de instalaciones temporales al concluir la construcción evitarán que los efectos temporales se prolonguen durante la operación.

La implementación de una barrera vegetal perimetral con especies nativas adaptadas a las condiciones ambientales de la región permitirá disminuir progresivamente la exposición visual de las instalaciones desde determinados puntos de observación.

A pesar de estas medidas, la infraestructura fotovoltaica continuará siendo perceptible desde algunos sectores debido a su extensión y características geométricas. Por ello, el impacto paisajístico deberá considerarse como **un efecto residual de carácter permanente durante la vida útil del proyecto**, aunque su intensidad visual podrá disminuir mediante el crecimiento y mantenimiento de la barrera vegetal.

VII.4.3.7. *Socioeconómico*

El proyecto generará impactos positivos relacionados con la inversión, contratación de mano de obra, adquisición de bienes y servicios y demanda de actividades complementarias durante las etapas de construcción y operación.

La priorización de mano de obra local, cuando las características y especialización de los puestos lo permitan, favorecerá la permanencia de una mayor proporción de los beneficios económicos dentro del municipio. De igual manera, la contratación de proveedores y prestadores de servicios locales podrá generar efectos indirectos sobre actividades como alimentación, transporte, hospedaje, mantenimiento y comercio.

La aplicación de mecanismos de comunicación y atención de inconformidades permitirá disminuir posibles conflictos derivados de las actividades constructivas.

Por lo anterior, el componente socioeconómico presenta una tendencia favorable bajo el escenario con medidas, debido a que los efectos positivos asociados con la inversión y

generación de empleo pueden mantenerse durante las diferentes etapas del proyecto, mientras que las posibles molestias derivadas de la construcción podrán ser controladas mediante las medidas de manejo correspondientes.

VII.4.4. Comparación de los escenarios ambientales

La comparación de los tres escenarios permite identificar que la ejecución del proyecto representa una modificación directa del territorio, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Los componentes con mayor posibilidad de modificación corresponden al suelo, vegetación, fauna y paisaje, debido a la ocupación física de superficies y a la incorporación de infraestructura permanente.

Sin embargo, la magnitud de estos efectos cambia sustancialmente entre el escenario con proyecto sin medidas y el escenario con proyecto con medidas ambientales. La delimitación de áreas de trabajo, el manejo de suelo, el control de erosión y sedimentos, el manejo de residuos y sustancias, el rescate de flora, las acciones de protección de fauna, el control de emisiones y ruido y las medidas de integración paisajística permiten reducir la intensidad y extensión de los efectos previsibles.

VII.4.5. Pronóstico de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional

Con base en la comparación de escenarios, se considera que el Sistema Ambiental Regional presenta actualmente una condición ambiental determinada tanto por sus características naturales como por procesos de aprovechamiento y perturbación preexistentes, entre los que destacan las actividades agropecuarias, la presión sobre la cobertura vegetal, los procesos de erosión y las condiciones climáticas semiáridas.

En el escenario sin proyecto, las tendencias identificadas podrían mantenerse y, en determinados sectores, incrementarse gradualmente como consecuencia de la continuidad de las actividades actuales y de la variabilidad climática. En particular, el suelo y la vegetación presentan una mayor susceptibilidad a procesos de degradación cuando se mantienen condiciones de sobrepastoreo, reducción de cobertura y exposición a procesos erosivos.

La incorporación del proyecto modifica esta tendencia local al introducir una infraestructura permanente y generar una intervención directa sobre determinadas superficies. Durante la construcción se presentará el periodo de mayor presión sobre los componentes ambientales, debido a la remoción de vegetación, movimiento de tierras, tránsito de maquinaria, generación de emisiones y modificación temporal de las condiciones de uso del territorio.

No obstante, la aplicación de las medidas ambientales permitirá concentrar los efectos dentro de las áreas autorizadas, reducir la probabilidad de afectaciones accidentales y favorecer la recuperación de las superficies que no permanezcan ocupadas por infraestructura.

Durante la etapa de operación se espera una disminución importante de los impactos asociados con la construcción. Los efectos residuales estarán relacionados principalmente con la presencia permanente de las instalaciones, la modificación de la cobertura vegetal en las superficies ocupadas y el cambio de la estructura visual del paisaje. En contraste,

las áreas que no sean ocupadas directamente podrán mantener funciones ambientales y, bajo condiciones adecuadas de manejo, presentar procesos graduales de recuperación de la cobertura herbácea y disminución de la presión pecuaria.

En el componente hídrico no se prevé una demanda significativa de agua durante la operación del parque, por lo que la contribución directa del proyecto a la presión sobre el recurso será reducida. De igual manera, la aplicación de medidas para conservar los escurrimientos y controlar sedimentos permitirá mantener las funciones hidrológicas locales en las áreas no directamente modificadas.

Por su parte, los efectos positivos sobre el componente socioeconómico se relacionarán con la generación de empleo, contratación de servicios, adquisición de bienes y dinamización de actividades económicas locales durante las distintas etapas del proyecto.

En términos generales, el escenario con proyecto y con medidas ambientales representa una condición en la que los impactos negativos se concentran principalmente en las áreas directamente intervenidas y durante la etapa constructiva, mientras que los impactos residuales de mayor permanencia corresponden a la ocupación física y modificación visual del territorio. Las medidas propuestas permiten reducir la intensidad, extensión y probabilidad de los impactos prevenibles y favorecen la recuperación de los componentes susceptibles de restauración.

VII.4.6. Conclusión del pronóstico ambiental

El análisis comparativo de los escenarios permite establecer que la condición ambiental futura del Sistema Ambiental Regional estará determinada por la interacción entre las tendencias de deterioro existentes, las modificaciones derivadas de la construcción y operación del parque fotovoltaico y la eficacia de las medidas ambientales propuestas.

El escenario sin proyecto no implica necesariamente una recuperación de las condiciones ambientales actuales, debido a que permanecerían las actividades productivas y las presiones existentes sobre el suelo, la vegetación y los recursos naturales. Por otra parte, el escenario con proyecto sin medidas representaría la condición de mayor presión ambiental, particularmente durante la preparación del sitio y construcción, debido a la ausencia de mecanismos para prevenir y controlar los efectos derivados de las obras.

El escenario con proyecto y con medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección constituye la condición ambiental esperada para el desarrollo del proyecto. Bajo este escenario, las afectaciones se concentran principalmente en las superficies directamente intervenidas y en el periodo de construcción, mientras que los riesgos asociados con erosión, contaminación, pérdida de fauna, dispersión de partículas y deterioro paisajístico son reducidos mediante las medidas de manejo ambiental.

Se reconoce que permanecerán impactos residuales, particularmente aquellos relacionados con la ocupación permanente del suelo y la presencia de infraestructura fotovoltaica en el paisaje. Estos efectos no deben considerarse completamente eliminados, sino controlados o disminuidos hasta niveles compatibles con las condiciones del sitio, mediante la aplicación y seguimiento de las medidas propuestas.

En consecuencia, el pronóstico ambiental indica que la ejecución del proyecto, acompañada de la aplicación estricta de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección, no representa por sí misma una modificación que comprometa la funcionalidad general del Sistema Ambiental Regional, debido a que los efectos de mayor intensidad se encuentran espacial y temporalmente acotados, mientras que los componentes no directamente ocupados conservarán la posibilidad de mantener o recuperar parcialmente sus funciones ambientales.

La viabilidad ambiental del proyecto dependerá, por tanto, de la correcta ejecución de las medidas propuestas, de su seguimiento mediante el Programa de Vigilancia Ambiental y de la aplicación oportuna de acciones correctivas cuando se detecten desviaciones respecto de las condiciones autorizadas.

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

VIII.1. Presentación de la información.

VIII.1.1. Cartografía.

VIII.1.2. Fotografías

VIII.1.3. Videos

VIII.2. Otros anexos

VIII.2.1. Memorias